

COBERTURA E DEPÓSITO DE CALDA FITOSSANITÁRIA EM PLANTAS DE CAFÉ PULVERIZADAS COM EQUIPAMENTO ORIGINAL E ADAPTADO PARA PLANTAS ALTAS

COVERAGE AND DEPOSITION OF SPRAYING LIQUIDS IN COFFEE PLANTS SPRAYED WITH ORIGINAL EQUIPMENT AND ADAPTED TO TALL PLANTS

Marcelo da Costa FERREIRA¹; Gilson José LEITE²; Olinto LASMAR³

1. Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Fitossanidade, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil. mdacosta@fcav.unesp.br; 2. Técnico Agrícola, Departamento de Fitossanidade, - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Entomologia Agrícola, Departamento de Fitossanidade - UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a cobertura de gotas de pulverização sobre plantas de café bem como o seu depósito utilizando um pulverizador com e sem adaptação de um ramal auxiliar para plantas altas. O experimento foi realizado em outubro de 2011, no município de Patrocínio-MG, sendo as parcelas experimentais constituídas de 30 plantas da variedade Catuaí IAC-99, com aproximadamente 12 anos de idade e altura média de 3,50 metros. O experimento foi instalado seguindo um delineamento de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições para avaliar o percentual de cobertura pela calda em papel hidrossensível fixado em quatro quadrantes e duas alturas (inferior e superior) das plantas e o depósito de calda com marcador metálico ($MnSO_4$) sobre folhas, nas mesmas posições do papel hidrossensível, em dois volumes de aplicação (450 e 750 L ha⁻¹). Foram realizadas coletas de folhas em quatro posições no alto e também quatro na parte baixa da copa. Os resultados das avaliações realizadas foram analisados estatisticamente pelo Teste F e, para comparação das médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ramal auxiliar instalado na parte de trás do equipamento é a forma de utilização mais indicada, em ralação à instalação na posição dianteira ou ao não uso deste recurso, bem como o volume de aplicação de 450 L ha⁻¹ resulta em coberturas e depósitos de calda equivalentes ao volume de 750 L ha⁻¹, considerado suficiente segundo os parâmetros avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação. *Coffea arabica*. Desenvolvimento. Pulverizador.

INTRODUÇÃO

A primeira estimativa de produção de café (arábica e conilon) para a safra 2012 indica que o Brasil deverá colher entre 48,97 e 52,27 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, o que corresponde a uma média de 50,61 milhões de sacas. O resultado representa um crescimento entre 12,6% e 20,2%, quando comparado com a produção obtida na temporada anterior que foi de 43,48 milhões de sacas. Esse crescimento se deve, principalmente ao ano de alta bienalidade (CONAB, 2012).

Embora os números sejam favoráveis, a cultura enfrenta dificuldades constantes, principalmente devido à ocorrência de problemas fitossanitários, como insetos, ácaros, patógenos e plantas daninhas.

No processo produtivo do café, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários torna-se cada vez mais importante, ainda mais devido ao fato de que o controle químico se dá na maioria das vezes por via líquida. Esta modalidade de aplicação vem sofrendo há décadas uma pressão por parte dos usuários e da sociedade no sentido de manter a eficiência biológica dos tratamentos, de melhorar o

desempenho operacional dos equipamentos, de diminuir os volumes de calda e os custos das aplicações e de minimizar a contaminação ambiental.

Estudos relacionados à qualidade da aplicação e à diminuição do volume de calda utilizados na cafeicultura são ainda escassos e merecem atenção devido ao grande número de pulverizações que são realizadas para minimizar os problemas fitossanitários.

O manejo fitossanitário em culturas arbóreas como café, citros e tantas outras espécies frutíferas deve-se basear em alguns aspectos da tecnologia de aplicação, em especial, num correto alcance do dossel das plantas, na escolha do equipamento e no volume de aplicação utilizado (SUTTON et al., 2008). À medida que as plantas são mais altas, aumenta também a dificuldade de se avaliar a eficiência da aplicação.

Nos pulverizadores para culturas arbóreas, qualquer configuração que mantenha uma distância mínima eficaz entre cada bico e o seu alvo respectivo melhora a uniformidade de depósito e reduz a deriva. Além disso, a utilização de dutos (por exemplo, torres e lanças verticais), está crescendo em popularidade entre os operadores,

principalmente em relação à busca por melhores taxas de depósito, sendo estas, mais precisas e com exigências menores na zona de proteção, contribuindo para uma melhor qualidade da pulverização e diminuição de desperdícios (DEVEAU, 2009).

Para a avaliação de pulverizadores agrícolas, Mathews (1975) apresenta diversas opções de metodologias. As determinações da cobertura do alvo e a depósito de gotas podem ser realizadas através da utilização de alvos artificiais como os papéis hidrossensíveis e de alvos naturais como as próprias folhas das plantas.

O uso da pulverização com a finalidade de controle fitossanitário depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da tecnologia desenvolvida para sua aplicação, incluindo o desenvolvimento de novos equipamentos que proporcionem um correto alcance do organismo alvo. Ramos et al. (2001), mencionam que estudos de adequação de equipamentos de aplicação poderiam minimizar significativamente o desperdício de tempo e de produto existentes nesta operação.

A necessidade de reduzir os custos de produção e a poluição do ambiente exige racionalização no uso de produtos fitossanitários e isto pode ser conseguido através de uma tecnologia de aplicação mais eficiente, ou seja, que atinja o alvo adequadamente de forma que os desperdícios de caldas e os riscos à saúde do homem e do ambiente sejam diminuídos (MATUO, 1990), sem comprometer o objetivo do tratamento realizado.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o percentual de cobertura e o depósito de gotas de pulverização, sobre plantas de café utilizando um pulverizador com e sem adaptação de um ramal auxiliar para plantas altas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no dia 03 de outubro de 2011, no município de Patrocínio (MG) - Fazenda Água Limpa, em altitude de 1.158 metros. As parcelas experimentais constaram de 30 plantas da variedade Catuaí IAC-99, com aproximadamente 12 anos de idade, espaçadas de 3,90 metros entre linhas e 0,70 metros entre plantas, com altura média de 3,50 metros. Segundo a escala de Camargo et al. (2001), a cultura se caracterizava em período vegetativo com bom nível de enfolhamento.

O experimento foi instalado a campo, segundo o delineamento de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições para avaliar cobertura e depósito de calda, sendo amostrada uma planta em cada parcela.

O pulverizador de arrasto tratorizado de jato transportado (comumente chamado de turbo-pulverizador ou turbo-atomizador) utilizado foi o KO - A 2000 Speed Jet Cerrado, com capacidade de tanque de 2.000 L, volume de ar de 90.000 m³ h⁻¹ a 1940 RPM na hélice (540 RPM na tomada de potência do trator), equipado com 22 bicos abertos nos ramais laterais, sendo instalados na sequência de três exemplares abertos e um fechado, sucessivamente, de baixo para cima, em todo o ramal. Foi avaliado um ramal auxiliar superior às plantas, posicionado para pulverizar a calda numa posição mais alta em relação ao padrão convencionalmente utilizado nos equipamentos. Este ramal foi instalado na posição traseira do equipamento, fixado diretamente atrás do defletor de ar e na posição dianteira, num suporte adaptado ao pulverizador para o experimento (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento do ramal auxiliar no pulverizador: A) com ramal auxiliar atrás, B) sem ramal auxiliar, C) com ramal auxiliar adaptado à frente. Patrocínio-MG, 2011.

No ramal auxiliar, quando utilizado, foi instalado sempre o modelo de ponta de pulverização TX 8001, sendo que tanto para o volume de 750 L ha⁻¹ quanto para o volume de 450 L ha⁻¹ foram utilizados 3 exemplares abertos. O trator utilizado

foi MF 275 compacto (versão utilizada comumente na cultura do café) com rotação de 1900 RPM no motor e de 540 na tomada de potência. Os tratamentos utilizados no experimento estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos para avaliação da depósito e cobertura de calda na cultura do café (*Coffea arabica*). Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos	Pontas	Pressão (kgf cm ⁻²)	Velocidade (km h ⁻¹)
		Volume de Aplicação = 750 L ha ⁻¹	
1 - Speed Jet sem ramal	TX 8001 - 22 pontas	7,0	5,29
2 - Speed Jet ramal frente	TX 8001 - 22 + 3 pontas	6,0	5,29
3 - Speed Jet ramal atrás	TX 8001 - 22 + 3 pontas	6,0	5,29
		Volume de Aplicação = 450 L ha ⁻¹	
4 - Speed Jet sem ramal	TX 80067 - 22 pontas	6,0	5,29
5 - Speed Jet ramal frente	TX 80067 - 22 + 3 pontas	5,5	5,29
6 - Speed Jet ramal atrás	TX 80067 - 22 + 3 pontas	5,5	5,29

Foi adicionado o adjuvante Hoefix (lauril éter sulfato de sódio - Bayer S/A) 0,2% v.v. aos tratamentos, além do marcador sulfato de manganês (600 g 100 L⁻¹), para quantificação do depósito de calda sobre folhas. “Devido à utilização da mesma concentração de marcador na calda para todos os tratamentos, foi realizada uma correção matemática em função dos volumes de calda. Assim, os dados de depósito oriundos do volume de 450 L ha⁻¹ foram multiplicados por um fator de correção (FC), obtido

pela seguinte equação: $FC = mav/mev$, em que FC é o fator de correção; mav é o valor do maior volume; e mev é o valor do menor volume, para a comparação das médias de cobertura e de depósito na análise estatística.”

Os dados relacionados às condições climáticas durante a aplicação dos tratamentos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Condições meteorológicas no momento das aplicações na cultura do café. Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos*	Hora da aplicação	T do ar (°C)	UR do ar (%)	Vento (km h ⁻¹)
1. Speed Jet sem ramal	9h 45	19,4	88	0,5 a 1,0
2. Speed Jet ramal na frente	10h 20	19,3	87	0,5 a 1,0
3. Speed Jet ramal atrás	11h 15	19,4	88	0,5 a 1,0
4. Speed Jet sem ramal	14h 05	20,2	82	0,5 a 1,0
5. Speed Jet ramal na frente	16h 25	24,1	64	0,5 a 1,0
6. Speed Jet ramal atrás	15h 25	24,3	65	0,5 a 1,0

*A velocidade do vento foi aferida no interior da cultura. Nas medições efetuadas acima do topo da cultura os ventos variaram de 6,0 a 9,0 km h⁻¹. Tratamentos 1, 2 e 3 com volume de aplicação de 750 L ha⁻¹ e 4, 5 e 6 com 450 L ha⁻¹.

Após a aplicação dos tratamentos, aguardou-se por aproximadamente 30 minutos e realizou-se a coleta das folhas (duas por posição) para avaliação da depósito de gotas. Foram realizadas coletas em quatro posições no alto (quatro quadrantes no ponteiro da plantas) e também quatro na parte baixa da copa (em torno de 1 m de altura em relação ao solo).

As folhas coletadas foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e levadas ao laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia de Aplicação - NEDTA do Departamento de Fitossanidade da

UNESP de Jaboticabal. De acordo com a metodologia descrita por OLIVEIRA e MACHADO-NETO (2003), as amostras receberam 100 mL de solução HCl 0,2 N e foram mantidas em repouso por 60 minutos para que ocorresse a dissolução dos sais aplicados. Após este período foi realizado a filtração do extrato para a quantificação do íon metálico (Mn²⁺) recuperado. A quantificação foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica. Após este processo, as folhas foram lavadas e tiveram suas áreas foliares medidas através do método do integrador eletrônico de superfície (LI-Cor Portable, mod. LI-3000 A), que

fornece a área foliar real (AFR), para posterior correlação da quantidade de marcador recuperado em função da área foliar amostrada ($\mu\text{g cm}^{-2}$).

A cobertura de calda na superfície foliar foi avaliada com o uso de papéis hidrossensíveis posicionados (grampeados diretamente sobre as folhas) em oito pontos da copa de cada planta, em quatro quadrantes e duas alturas, de aproximadamente 0,5 m e 3,5 m em relação ao solo, utilizando os mesmos critérios adotados para a avaliação do depósito, ou seja, a coleta foi realizada após a secagem das folhas. Em seguida os papéis foram retirados, colocados em placas de Petri para mantê-los fora da exposição de umidade e levados ao mesmo laboratório citado anteriormente. Para a análise de imagem foi utilizado o *software* Quant 2002®, que quantifica a porcentagem de área coberta pelas manchas produzidas pelas gotas, por

meio da diferença entre a área total e a área manchada (FERNANDES FILHO et al., 2002).

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Além disso, os dados de cobertura foram transformados em $\text{arc. sen}(x + 0,5)^{1/2}$ e os de depósito em $(x + 0,5)^{1/2}$, para emprego da estatística paramétrica, seguindo o critério da homogeneidade de variâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de cobertura no terço superior das plantas de café pelas caldas pulverizadas apresentou diferenças significativas apenas na média geral dos quatro quadrantes (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das coberturas (%) em folhas de cada quadrante da parte superior e média dos quatro quadrantes na cultura do café. Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos [#]	Cobertura (%) sobre folhas de cafeeiro				Média dos quadrantes
	Sup. I	Sup. II	Sup. III	Sup. IV	
Volume de Aplicação = 750 L ha⁻¹					
1. Speed Jet s/ ramal	30,37 a	19,31 a	21,98 a	29,63 a	25,66 ab
2. Speed Jet + ramal na frente	32,23 a	18,63 a	27,56 a	19,51 a	25,01 ab
3. Speed Jet + ramal atrás	32,67 a	29,46 a	23,02 a	33,46 a	30,45 a
Volume de Aplicação = 450 L ha⁻¹					
4. Speed Jet s/ ramal	24,44 a	17,94 a	20,76 a	19,93 a	20,98 b
5. Speed Jet + ramal na frente	24,03 a	19,20 a	15,07 a	19,58 a	19,80 b
6. Speed Jet + ramal atrás	26,81 a	24,51 a	29,11 a	28,90 a	28,14 ab
F	0,87 ^{ns}	1,26 ^{ns}	2,07 ^{ns}	2,67 ^{ns}	4,30*
CV	29,70	37,92	30,61	30,80	15,48
DMS	19,42	18,73	16,14	17,75	8,89

[#]Dados transformados em $\text{arc. sen}(x + 0,50)^{1/2}$

Para a cobertura do terço inferior das plantas (Tabela 4), não se observam as mesmas tendências ocorridas no terço superior. Todavia, as maiores coberturas são observadas quando foi utilizado o maior volume de aplicação, alternando para os quadrantes, indicando que, neste caso, é mais importante o volume que a posição do ramal auxiliar. Semelhante ao presente estudo, Scudeler et al. (2004), também observaram maiores coberturas de calda com o uso de um pulverizador com assistência de ar calibrado para um volume de 686 L ha⁻¹, tanto na parte superior quanto na inferior das plantas de café.

É importante ressaltar que a principal dificuldade está em cobrir a região do topo das plantas altas de café. Sendo assim, as maiores coberturas na parte baixa nem sempre se traduzem em melhor controle dos problemas fitossanitários podendo se constituir até em excessos de depósito

decorrente das aplicações. É imperativo, neste caso, buscar uma boa uniformidade de depósito por toda a planta, não privilegiando uma região ou outra, exceto se o problema for localizado em alguma das regiões, algo pouco verificado para ocorrências gerais a campo.

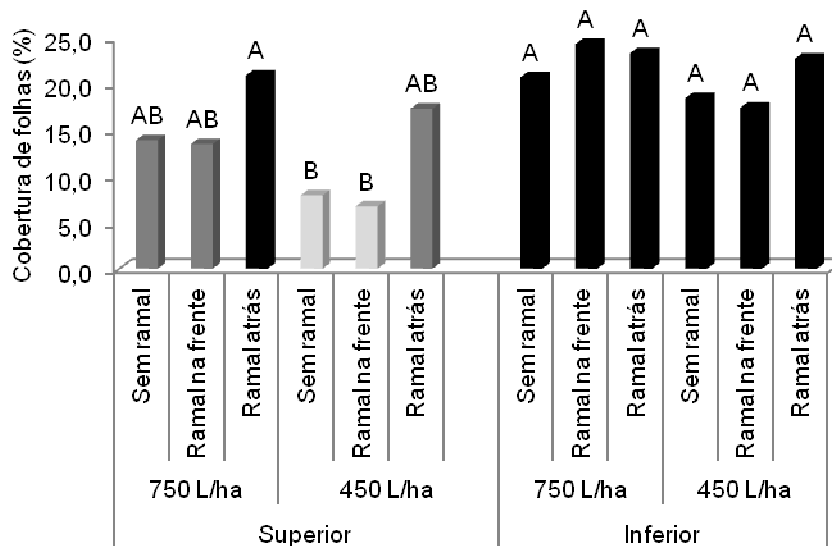
Na parte superior da copa das plantas de café, as maiores coberturas são verificadas para a configuração do pulverizador, com o ramal instalado atrás do equipamento, no defletor de ar (Figura 2).

Os menores valores de cobertura são observados quando os ramais são instalados à frente do equipamento, para ambos os volumes utilizados. Considerando a média geral dos quadrantes na parte inferior das copas dos cafeeiros, não se verifica diferença significativa entre tratamentos quanto à cobertura (Tabela 4 e Figura 2).

Tabela 4. Médias das coberturas (%) em folhas de cada quadrante da parte inferior e média dos quatro quadrantes na cultura do café. Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos [#]	Cobertura (%) sobre folhas de cafeeiro				Média dos quadrantes
	Inf. I	Inf. II	Inf. III	Inf. IV	
Volume de Aplicação = 750 L ha⁻¹					
1. Speed Jet s/ ramal	20,87 b	33,02 a	38,52 a	26,38 ab	30,10 a
2. Speed Jet + ramal na frente	36,48 ab	23,50 ab	41,06 a	27,20 a	32,39 a
3. Speed Jet + ramal atrás	55,82 a	18,31 b	32,31 a	19,10 bc	30,80 a
Volume de Aplicação = 450 L ha⁻¹					
4. Speed Jet s/ ramal	37,57 ab	19,55 b	35,82 a	17,47 c	27,95 a
5. Speed Jet + ramal na frente	36,87 ab	22,41 ab	29,62 a	19,74 abc	27,70 a
6. Speed Jet + ramal atrás	29,50 ab	25,51 ab	47,61 a	20,95 abc	31,06 a
F	2,67 ^{ns}	4,16*	2,00 ^{ns}	6,06*	0,21 ^{ns}
CV	39,16	21,77	24,37	14,75	25,33
DMS	32,55	11,86	20,99	7,37	17,53

[#]Dados transformados em $\text{arc. sen}(x + 0,5)^{1/2}$

**Figura 2.** Média da cobertura (%) das folhas do cafeeiro em função do volume de aplicação e da utilização ou não do ramal auxiliar na posição traseira e dianteira do pulverizador. Patrocínio-MG, 2011.

Para a cobertura (Figura 3), verifica-se que as maiores porcentagens ocorreram na posição inferior das plantas (CI) e as menores na posição superior (CS), em relação à média de cobertura na planta (CM), em todos os tratamentos. A menor diferença entre as coberturas superior e inferior (CI e CS) indica a maior uniformidade de distribuição entre estes pontos, tendo-se verificado as menores diferenças e o maior valor médio de cobertura quando foi instalado o ramal auxiliar na posição traseira do pulverizador (Figura 3). Vale lembrar que os maiores percentuais de cobertura foram

observados no terço inferior das plantas de café, dada a maior exposição desta região das plantas à calda pulverizada pelo equipamento (Figuras 2 e 3).

Isto se configura em vantagem qualitativa quanto à tecnologia de aplicação, pois significa uma melhor distribuição da calda por toda a planta. As maiores amplitudes verificadas para as demais situações de instalação do ramal auxiliar significam que houve variação da cobertura de cerca de duas vezes entre uma região e outra da planta (Figura 3).

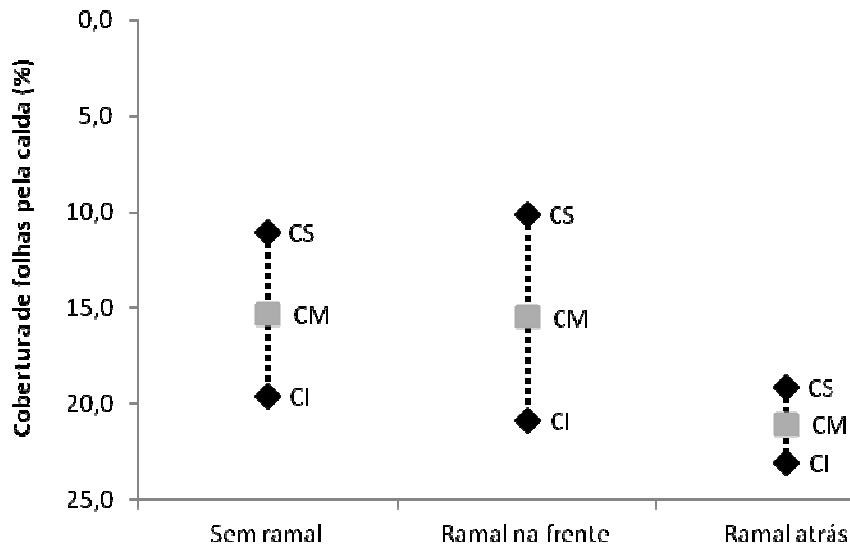


Figura 3. Diferenças de cobertura (%) das folhas do cafeeiro entre as posições superior (CS) e inferior (CI) em relação à média (CM) pela calda, em função da utilização ou não do ramal auxiliar na posição traseira e dianteira do pulverizador. Patrocínio-MG, 2011.

Para o depósito de calda na parte superior da copa das plantas de café (Tabela 5), houve diferença no segundo e quarto quadrantes, e no depósito médio total. No segundo e quarto quadrantes, houve maior depósito proporcionado pelo Speed Jet

equipado com o ramal auxiliar instalado na posição traseira do equipamento com 450 L de calda ha⁻¹, não diferindo do depósito proporcionado pelo equipamento sem o ramal auxiliar, aplicando 750 L de calda ha⁻¹.

Tabela 5. Médias dos depósito ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas de cada quadrante da parte superior e média dos quatro quadrantes na cultura do café. Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos [#]	Depósito em folhas do cafeeiro ($\mu\text{g cm}^{-2}$)				Média dos quadrantes
	Sup. I	Sup. II	Sup. III	Sup. IV	
Volume de Aplicação = 750 L ha ⁻¹					
1. Speed Jet s/ ramal	0,80 a	0,44 ab	0,24 a	0,52 ab	0,50 ab
2. Speed Jet + ramal na frente	0,42 a	0,04 b	0,17 a	0,26 b	0,22 b
3. Speed Jet + ramal atrás	0,52 a	0,21 b	0,29 a	0,22 b	0,31 b
Volume de Aplicação = 450 L ha ⁻¹					
4. Speed Jet s/ ramal	0,58 a	0,25 b	0,19 a	0,39 ab	0,35 b
5. Speed Jet + ramal na frente	0,72 a	0,08 b	0,78 a	0,36 ab	0,49 ab
6. Speed Jet + ramal atrás	1,14 a	1,22 a	0,74 a	0,97 a	1,02 a
F	0,99 ns	5,14*	2,05 ns	3,64*	4,92*
CV	21,21	19,65	20,02	14,15	12,32
DMS	0,52	0,41	0,43	0,31	0,27

[#]Dados transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$

Em relação à média dos quadrantes na parte superior da copa das plantas de café, novamente o maior depósito foi verificado para o Speed Jet equipado com o ramal auxiliar instalado atrás do defletor de ar do equipamento, aplicando um volume de 450 L ha⁻¹, não diferindo significativamente do Speed Jet com ramal auxiliar

na posição dianteira a 450 L ha⁻¹ e sem ramal a 750 L ha⁻¹ (Tabela 5).

O depósito de calda na parte inferior da copa das plantas apresentou diferenças significativas apenas no quarto quadrante (Tabela 6 e Figura 4).

O maior depósito resultante do uso do equipamento sem o ramal auxiliar na posição

inferior possivelmente se deve à maior quantidade de calda aplicada nos ramais laterais em relação aos tratamentos que possuíam o ramal superior, pois, neste último caso, parte do volume aplicado era destinado à região superior da planta. Esta hipótese

é reforçada quando se observa que o menor depósito no terço inferior ocorreu para o pulverizador equipado com o ramal auxiliar à frente, aplicando 450 L ha⁻¹ (Tabela 6 e Figura 4).

Tabela 6. Médias das deposições ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas de cada quadrante da parte inferior e média dos quatro quadrantes na cultura do café. Patrocínio-MG, 2011.

Tratamentos [#]	Depósito em folhas do cafeeiro ($\mu\text{g cm}^{-2}$)				Média dos quadrantes
	Inf. I	Inf. II	Inf. III	Inf. IV	
Volume de Aplicação = 750 L ha ⁻¹					
1. Speed Jet s/ ramal	1,31 a	1,08 a	1,49 a	1,20 ab	1,27 a
2. Speed Jet + ramal na frente	1,02 a	0,63 a	1,29 a	0,71 bc	0,91 a
3. Speed Jet + ramal atrás	0,94 a	0,65 a	1,52 a	0,61 c	0,93 a
Volume de Aplicação = 450 L ha ⁻¹					
4. Speed Jet s/ ramal	1,42 a	0,76 a	1,64 a	1,24 a	1,26 a
5. Speed Jet + ramal na frente	1,25 a	0,63 a	1,78 a	0,63 c	1,07 a
6. Speed Jet + ramal atrás	1,83 a	0,73 a	1,68 a	0,85 abc	1,27 a
F	1,27 ns	1,12 ns	0,16 ns	6,54*	1,09 ns
CV	15,65	12,91	18,53	7,82	10,27
DMS	0,48	0,33	0,6	0,21	0,3

[#]Dados transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$

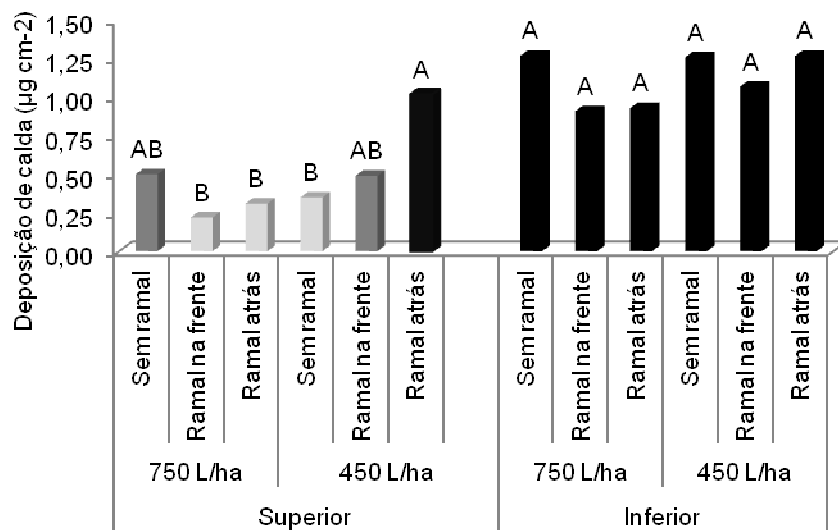


Figura 4. Média do depósito de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas do cafeeiro em função do volume de aplicação e da utilização ou não do ramal auxiliar na posição traseira e dianteira do pulverizador. Patrocínio-MG, 2011.

Assim como verificado para a cobertura, novamente a variação no depósito de calda sobre folhas entre as regiões superior e inferior das plantas de café foi menor quando se utilizou o ramal auxiliar instalado na posição atrás do defletor de ar (Figura 5).

Uma das formas usuais de avaliação da qualidade de uma pulverização é a quantificação do

depósito de calda na planta. Os trabalhos de Derksen et al. (1995) em macieira, Ramos et al. (2007) em citros e Fernandes et al. (2010) em café, são exemplos da utilização desta metodologia, sendo comprovado que a distribuição da calda nas várias partes da planta é um fator de grande importância na avaliação da qualidade de uma aplicação. Em relação ao trabalho com café, os

autores observaram que a depósito de calda fitossanitária foi maior em função do volume de aplicação, sendo diretamente proporcional e com uma melhor correlação para o ramal simples ou convencional na posição mais baixa da planta e para o ramal duplicado na posição mais alta. Além disso,

verificaram ainda que, em relação à altura, houve um maior depósito na parte superior em relação à parte inferior das plantas de café, sendo que o ramal convencional apresentou as maiores diferenças de depósito entre as duas alturas estudadas.

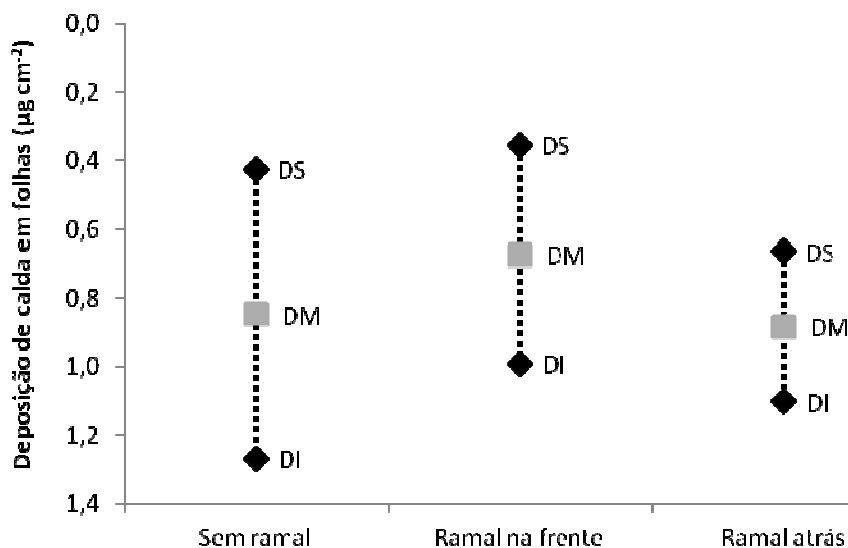


Figura 5. Diferenças de depósito de calda ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas do cafeeiro entre as posições superior e inferior em relação à média, em função da utilização ou não do ramal auxiliar na posição traseira e dianteira do pulverizador. Patrocínio-MG, 2011.

Portanto, considerando que houve uma cobertura melhor e mais uniforme quando se utilizou o ramal auxiliar instalado atrás do defletor de ar na posição mais crítica de se atingir que é a parte superior da copa do cafeeiro, confirmado pelo depósito da calda, cujos melhores resultados foram obtidos com o volume de aplicação de 450 L ha^{-1} em relação ao volume de 750 L ha^{-1} , considera-se como condição mais adequada para a aplicação a instalação da barra superior nesta condição e como suficiente o volume de 450 L ha^{-1} .

Semelhante ao verificado neste trabalho, Balan et al. (2006), observaram que modificações na abertura e/ou fechamento dos bicos de um pulverizador com assistência de ar na cultura da videira com a utilização de pontas do tipo jato plano ou com a mistura de pontas do tipo jato cônico vazio de diferentes vazões, foi possível obter configurações mais adequadas para aplicação de agrotóxicos com volumes de aplicação de 250 a 400 L ha^{-1} .

Atualmente, pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de novos pulverizadores estão sendo realizadas, a exemplo do trabalho de Deveau (2009).

Nesse contexto, o uso de volumes de aplicação reduzidos cada vez mais vem se tornando

uma realidade na agricultura, uma vez que se pretende diminuir o desperdício de água e de produtos fitossanitários, minimizar riscos de contaminação ambiental e de intoxicação humana, aumentar a capacidade de campo operacional devido ao menor número de abastecimentos, contudo sem interferir no sucesso do tratamento fitossanitário (FERREIRA et al., 1998).

Conforme já discutido por diversos autores, como Matuo (1988), Palladini (1990), Raetano (1996), Palladini (2000), Scudeler et al. (2004) e Ramos (2007), estudos complementares, que abordem a eficácia biológica do controle, tensão superficial da calda, tamanho de gotas, densidade da copa, vento e tipo do equipamento utilizado, ainda são necessários em função da diversidade de fatores envolvidos no processo.

CONCLUSÕES

O ramal auxiliar instalado na parte de trás do equipamento é a forma de utilização mais indicada em relação à instalação na posição dianteira ou ao não uso deste recurso.

O volume de aplicação de 450 L ha^{-1} resulta em coberturas e depósitos de calda equivalentes ao

volume de 750 L ha⁻¹, considerado suficiente segundo os parâmetros avaliados.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the coverage of spray droplets on coffee plants as well as their deposition using a sprayer with and without adaptation of an auxiliary branch for tall plants. The experiment was conducted following a randomized block design with six treatments and four replications to evaluate the percentage of coverage for the spraying liquids in water sensitive paper fixed at four quadrants and two heights (lower and upper) of the plants, and the spray deposit with metallic marker (MnSO₄) on sheets in the same positions of the water sensitive paper in two spray volumes (450 and 750 L h⁻¹). The experiment was conducted in October 2011 in the town of Patrocínio-MG, and the experimental plots consisted of 30 plants of Catuaí IAC-99, with approximately 12 years of age and average height of 3.50 meters. The experiments were conducted following a randomized block design with six treatments and four replications to evaluate the coverage and deposition, in two spray volumes (450 and 750 L ha⁻¹). Leaves were collected in four positions and also at the top four in the lower canopy. The results of the evaluations were analysed statistically by F test and for comparison of means by Tukey test at 5% probability. The auxiliary branch installed at the rear of the equipment is the most suitable when compared to use of equipment without this feature or installed in the front of the equipment. Furthermore, the application volume of 450 L ha⁻¹ results in coverages and deposits of spraying liquids equivalent to volume of 750 L ha⁻¹, considered sufficient according to the parameters evaluated.

KEYWORDS: Application technology. *Coffea arabica*. Development. Spray.

REFERÊNCIAS

- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SASAKI, E. H. Distribuição da calda na cultura da videira por turboatomizador com diferentes configurações de pontas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 731-738, mai-jun, 2006.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, mês, 2001.
- Companhia Nacional do Abastecimento - CONAB. **1ª estimativa da safra 2012 de Café**. Janeiro de 2012. Disponível em: (<http://www.conab.gov.br>). Acesso em: 07 abr 2012.
- DERKSEN, R. C.; R. L. GRAY. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayer. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 38, n. 1, p. 5-11, 1995.
- DEVEAU, J. Six elements of effective spraying in orchards and vineyards. Ontário: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2009. (Factsheet Order, 09-39).
- FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. Eficiência de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 130-135, mar 2010.
- FERNANDES FILHO, E. I.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L.; LIBERATO, J. R. 2002. Software **QUANT v.1.0.0.22 – Quantificação de Doenças de Plantas**. Universidade Federal de Viçosa, CD-ROM.
- FERREIRA, M. C.; MACHADO-NETO, J. G.; MATUO, T. Redução da dose e do volume de calda nas aplicações noturnas de herbicidas em pós-emergência na cultura da soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 25-36, 1998.
- MATHEWS, G. A. Determination of droplets size. **Pans**, London, v. 21, n. 2, p. 213-225, 1975.
- MATUO, T. **Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros**. 1988. 167 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1988.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

OLIVEIRA, M. L.; MACHADO-NETO, J. G. Use of tracer in the determination of respiratory exposure and relative importance of exposure routes in safety of pesticide applicators in citrus orchards. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v. 70, n. 3, p. 415-21, 2003.

PALLADINI, L. A. **Efeito de condições operacionais de um turbopulverizador na cobertura de folhas de citros**. 1990. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da depósito em pulverizações**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

RAETANO, C. G. **Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e depósito da pulverização em citros**. 1996. 93 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

RAMOS, H. H.; YANAI, K.; CORRÊA, I. M.; BASSANEZI, R. B.; GARCIA, L. C. Características da pulverização em citros em função do volume de calda aplicado com turbopulverizador. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 56-65, 2007.

RAMOS, H. H., MATUO, T.; BERNARDI, J. A. Características da pulverização produzida por bicos Yamaho da série "D". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2001. CD-Rom.

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.

SUTTON, J.; SIVYER, M.; LEARMONTH, S.; COMBRET, M. **Pome and summer fruit orchard spray guide 2008/09, apple, pear, nashi, plum, peach, nectarine, apricot, cherry**. Bentley: Department of Agriculture and Food, 2008.