

DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO EM DIFERENTES VOLUMES VEGETATIVOS DE *Coffea arabica* L.

Felipe Santinato¹, Renato Adriane Alves Ruas², Carlos Diego da Silva³, Rouverson Pereira da Silva⁴, Victor Afonso Reis Gonçalves⁵, José Márcio de Souza Júnior⁶

(Recebido: 06 de maio de 2016; aceito: 15 de agosto de 2016)

RESUMO: A disposição dos ramos e sobreposição das folhas em plantas de café dificulta a penetração da calda pulverizada. Portanto, para determinar o volume de calda adequado, é importante verificar o estado de enfolhamento da lavoura antes da aplicação. Objetivou-se com este trabalho, avaliar a deposição de caldas de pulverização em lavouras de café aplicadas em diferentes volumes vegetativos. Os tratamentos foram dispostos seguindo esquema de parcelas subdivididas em cada volume vegetativo (5.000; 7.500; 10.000 e 17.500 m³ ha⁻¹). Sendo as parcelas cinco volumes de calda (150, 300, 450, 600 e 750 L ha⁻¹) e as subparcelas três posições no dossel do cafeeiro (terço superior, médio e inferior) com quatro repetições. Nos quatro volumes vegetativos estudados, não ocorreu interação significativa ($p > 0,05$) entre o volume aplicado e os diferentes volumes vegetativos. Porém, os volumes vegetativos de 5.000,0 e 17.500,0 m³ ha⁻¹ a deposição foi crescente com aumento das vazões, o que pode ser atribuído à densidade foliar. Não foi verificada diferença estatística ($p > 0,05$), entre as médias de deposição nos diferentes terços (alturas) no dossel das plantas de café, nos volumes vegetativos 5.000,0 m³ ha⁻¹, 10.000,0 m³ ha⁻¹ e 17.500,0 m³ ha⁻¹. Contudo, no volume de 7.500,0 m³ ha⁻¹ houve maior deposição no terço mediano em relação ao terço inferior. A deposição é maior à medida que aumenta o volume de calda aplicado. Em plantas com menor densidade foliar, há incremento na deposição. A deposição é maior no terço mediano em relação ao terço inferior.

Termos de indexação: Tecnologia de aplicação, cafeeiro, área foliar.

SPRAY MIXTURE DEPOSITION ON DIFFERENT VEGETATIVE VOLUMES OF *Coffea arabica* L.

ABSTRACT: The arrangement of branches and leaves overlap in coffee plants hinder the penetration of sprayed mixture. Therefore, to determine the volume of appropriate syrup, it is important to check the condition of the crop leafiness before application. The objective of this study was to evaluate the deposition of spraying of pesticides in coffee plantations applied on different vegetative volumes. The treatments were arranged following split plot in each growing volume (5,000; 7,500; 10,000 and 17,500 m³ ha⁻¹). And five volumes of syrup portions (150, 300, 450, 600 and 750 L ha⁻¹) and the subplots three positions in the coffee canopy (upper, middle and lower) with four replicates. In the four volumes vegetative studied no significant interaction ($p > 0.05$) between the applied volume and the different vegetative volumes. However, the vegetative volume of 5000.0 and 17500.0 m³ ha⁻¹ depositions was increased with increasing flow, which can be assigned the foliar density. There was no statistical difference ($p > 0.05$) between the means of deposition in different thirds (heights) in the coffee plants canopy in vegetative volumes 5000.0 m³ ha⁻¹, 10000.0 m³ ha⁻¹ and 17500.0 m³ ha⁻¹. However, the volume of 7500.0 m³ ha⁻¹ showed higher deposition in the middle third from the bottom third. The deposition is higher as it increases the volume of applied syrup. In plants with reduced leaf density, there is an increase in the deposition. The deposition is largest in the middle third relative to the lower third.

Index terms: Application technology, coffee plant, leaf area.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade que contribui de forma expressiva para a economia brasileira, sendo o café uma importante Commodity. No entanto, para que o cafeicultor alcance maiores produtividades faz-se necessário

que sejam adotadas algumas medidas de manejo fitossanitário, sendo a aplicação de agrotóxicos uma das mais importantes.

Porém, trata-se de uma operação que necessita ser melhor estudada e aprimorada, principalmente, do que diz respeito a determinação do volume de calda aplicado.

¹Universidade Estadual Paulista/UNESP - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane - Vila Industrial -14.884-900 - Jaboticabal - SP - fipsantinato@hotmail.com

²Universidade Federal de Viçosa/UFV - Departamento de Máquinas e Mecanização Agrícola - Rodovia MG - 230 - Km 7 38.810-000 - Rio Paranaíba - MG - renatoruas@ufv.br

³Universidade Federal de Viçosa/UFV - Rodovia MG - 230 - Km 7 -38.810-000 - Rio Paranaíba -MG - carlosdiego_agro@hotmail.com

⁴Departamento Engenharia Rural/Universidade Estadual Paulista - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane - Vila Industrial, 14.884-900 - Jaboticabal - SP - rouverson@fcav.unesp.br

⁵Universidade Federal de Viçosa/UFV - Rodovia MG 230 - Km 7 - 38810-900 - Rio Paranaíba -MG - victor.afonso@ufv.br

⁶Universidade Federal de Viçosa/UFV - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Produção Vegetal - Rodovia MG 230 Km 7 - 38810-000 - Rio Paranaíba MG - josemarcio_18@hotmail.com

Em geral, para a lavoura de café, os volumes aplicados variam em 200 e 600 L ha⁻¹ para lavouras novas (0 a 18 meses), adultas e de grande porte, respectivamente (MATIELLO et al., 2010). No entanto, essa recomendação gera controvérsia, uma vez que a aplicação é realizada em plantas perenes verticais, com estruturas vegetativas extremamente variadas. Desta forma, pela lógica, a recomendação deveria ser feita em termos de volume de calda por volume de vegetação por hectare.

No entanto, a alteração na forma de recomendação tradicional dos volumes de calda nas lavouras de café apresenta uma limitação, que é a falta de informação existente quanto ao volume de calda mais adequado para os volumes vegetativos da lavoura. Pois, a depender do objetivo da aplicação, seja para controle de doenças fúngicas ou apenas fornecimento de nutrientes via foliar, há a necessidade de uma quantidade mínima de calda a ser depositada uniformemente em toda a planta.

Para que seja feita esta determinação faz-se necessário levar em consideração a variação de volume vegetativo apresentado pelas lavouras de café. Tal variação pode ocorrer devido a vários fatores tais como: desfolha decorrente da colheita (SANTINATO et al., 2014), ataque de pragas e doenças, distúrbios que promovem a redução da área foliar das plantas (MATIELLO et al., 2010) e posterior enfolhamento (DAMATTA et al., 2007), crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos e realização de podas (FERNANDES et al., 2012).

Essas variações têm influência direta na penetração das gotas no dossel, conseqüentemente, na deposição sobre os alvos (SILVA et al., 2014). Isso ocorre devido à disposição dos ramos e a sobreposição das folhas dos terços superiores aos terços inferiores, elevando a densidade foliar e oferecendo maior resistência à penetração da calda pulverizada (BERNI et al., 1999).

Desta forma, torna-se muito importante realizar análise criteriosa da lavoura antes da aplicação a fim de verificar o seu estado de enfolhamento, visando proporcionar adequada deposição do produto a ser aplicado. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho, determinar o volume de calda a ser aplicado em plantas de *C. arabica* de acordo com o volume vegetativo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Nova Suíça, município de Carmo do Paranaíba, MG, localizada nas coordenadas geodésicas

latitude 18°59'30" Sul, longitude 46°19'01" Oeste, na região do Cerrado Mineiro, com altitude média de 1.050 m. As atividades foram realizadas nos meses de maio e junho de 2014. O experimento foi conduzido de acordo com o delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos foram dispostos seguindo esquema de parcelas subdivididas em cada volume vegetativo (5.000; 7.500; 10.000 e 17.500 m³ ha⁻¹). Sendo a parcela cinco volumes de calda (150, 300, 450, 600 e 750 L ha⁻¹) e as subparcelas três posições no dossel do caféiro (terço superior, médio e inferior) com quatro repetições.

Os volumes de vegetação foram constituídos por diferentes lavouras transplantadas em espaçamento 3,8 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando 5.263 plantas ha⁻¹. A verificação do volume de vegetação foi realizada em dez plantas de acordo com a Equação 1.

$$TRV = \frac{H \times L \times 10000}{D}$$

Em que:

TRV = volume vegetativo (m³ ha⁻¹);

H = altura das plantas (m);

L = largura das plantas (m);

D = espaçamento entre linhas (m).

Verificou-se a densidade foliar (DF) a partir da relação entre a área foliar (AF)/TRV (Tabela 1). Para a determinação da área foliar (AF) de cada volume vegetativo foi realizada a derriça manual e pesagem de todas as folhas de três plantas em cada lavoura. Do montante total de folhas foi retirada uma amostra de 100 g de folhas que tiveram sua área foliar mensuradas empregando-se o aparelho AREA METER LICOR modelo LI – 3000C. De acordo com o número de folhas, área foliar de cada amostra de 100g e massa do montante de folhas de cada uma das três plantas, foram determinadas as áreas foliares totais de cada talhão.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador tratorizado hidropneumático de arrasto Arbus Modelo 2000 TF 2P da Jacto®, com capacidade para 2.000 L de calda no tanque, equipado com bomba de pistão modelo JP-150 com vazão de até 190 L min⁻¹, ventilador radial com vazão de ar de 11,2 m³ s⁻¹ e arco de pulverização equipado com 24 pontas de jato cone vazio, modelo JA 2 da Jacto®. As pontas da extremidade inferior e superior do ramal foram posicionadas a 0,6 e 1,8 m do solo, respectivamente. O pulverizador foi previamente regulado e calibrado de acordo com cada volume de calda proposto para o volume de vegetação estudado.

TABELA 1 - Caracterização das cinco lavouras de café utilizadas para estudo da deposição de volumes de calda

Volume vegetativo	Idade anos	Altura -----m-----	Largura	TRV ¹ m ³	AF ² m ²	DF ³ m ² m ⁻³
I	2,5	1,31	1,46	5.072,4	112,47	0,022
II	5,5	1,86	1,57	7.682,0	293,39	0,038
III	8,5	2,44	1,58	10.203,0	347,73	0,034
IV	10,5	3,66	2,09	17.575,5	311,79	0,017

¹ TRV = Volume vegetativo; ²AF = Área foliar; ³DF = Densidade foliar.

Para a análise da deposição da calda sobre as folhas, foi adicionado à calda o corante alimentício Azul Brillhante, na diluição de 3.000 mg L⁻¹. Após a pulverização, a planta foi dividida visualmente em três alturas (terço inferior, mediano e superior) e cada altura dividida em três profundidades na copa (lado da pulverização, centro da planta e lado oposto à pulverização), nas quais foram coletadas oito folhas em cada ponto amostral. Sendo eles: lado da pulverização (segundo par de folhas a partir da extremidade do ramo situado no lado da pulverização); centro da planta (primeiro par de folhas a partir do ramo ortotrópico no interior no dossel das plantas), lado oposto (primeiro par de folhas a partir da extremidade do ramo situado no lado oposto à pulverização). Em seguida, foram acondicionadas em sacos plásticos contendo 20 mL de água destilada e agitadas manualmente por trinta segundos, para lavagem do corante.

A solução obtida a partir da lavagem foi separada da amostra contendo as folhas e posteriormente, em laboratório utilizando espectrofotômetro, foram determinadas as absorvâncias destas amostras. Depois, os valores de absorvância foram convertidos em concentração do corante (SILVA et al., 2014). A partir da concentração do corante na solução de lavagem, volume de água utilizado para lavar as folhas (20 mL) e concentração da solução aplicada (3000 mg L⁻¹), foi determinada a deposição da calda nas folhas de café (Equação 02) (LIMBERGER, 2006).

$$D = \frac{10^6 \cdot x \cdot V \cdot [solução]}{A \cdot [calda]}$$

Em que:

D = deposição de calda ($\mu\text{L cm}^{-2}$);

V = volume de água utilizado para lavar as folhas (L);

[solução] = concentração do corante na solução de lavagem (mg L^{-1});

A = área foliar do segmento (cm^2);

[calda] = concentração do corante na calda de pulverização (mg L^{-1}).

As amostras contendo as folhas tiveram sua área foliar mensurada (cm^2) utilizando o medidor AREA METER LICOR modelo LI – 3000C. Em seguida, foi determinada a deposição do corante por unidade de área ($\mu\text{L cm}^{-2}$) de acordo com metodologia proposta por Palladini (2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), e quando pertinente, realizou-se a análise de regressão escolhendo-se o modelo que se ajustava melhor aos dados a fim de otimizar os volumes caldas aplicados nos volumes vegetativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quatro volumes vegetativos estudados, não ocorreu interação significativa ($p > 0,05$) com os volumes aplicados. Assim, avaliando o efeito da deposição de calda em função dos diferentes volumes aplicados, observou-se o incremento da deposição com o aumento do volume de calda aplicado (Figura 1). Porém observa-se que, para os volumes vegetativos de 5.000,0 e 17.500,0 m³ ha⁻¹ a deposição foi crescente com aumento das vazões, alcançando valores médios de deposição próximos a 0,5 $\mu\text{L cm}^{-2}$, o que não ocorreu com os volumes de 7.500,0 e 10.000,0 m³ ha⁻¹ que apresentaram valores médios de deposição inferiores às 0,3 $\mu\text{L cm}^{-2}$.

Esses resultados podem ser atribuídos aos volumes vegetativos destas lavouras, por apresentarem menor densidade foliar em relação às demais (Tabela 1), facilitando assim, a penetração e deposição de calda ao longo do dossel das plantas. Esses resultados evidenciam que, a arquitetura da planta influencia na penetração das gotas no dossel e consequentemente, na deposição sobre o alvo.

O volume vegetativo de 17.500 m³ ha⁻¹, que, apesar de ser o maior volume trabalhado, apresenta menor enfolhamento, proporcionando assim, maiores valores de deposição (em relação aos volumes 7.500,0 e 10.000,0 m³ ha⁻¹), isto devido ao mesmo apresentar uma maior arquitetura em função da idade da planta, e a densidade de enfolhamento ser menor (Figura 1), concordando com Debortoli et al. (2012) que afirmaram que há interferência dos componentes de arquitetura de plantas na qualidade de aplicação

Observa-se que os ganhos de deposição são relativamente baixos quando comparados com os incrementos de volumes pulverizados. De modo geral, quando se aumentou cinco vezes o volume pulverizado os ganhos de deposição foram de 2,68, 2,31, 2,10 e 2,24 vezes, para os volumes de vegetação de 5.000, 7.500, 10.000 e 17.500 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Não foi verificada diferença estatística (p > 0,05), entre as médias de deposição nos diferentes terços (alturas) no dossel das plantas de café, nos volumes vegetativos 5.000,0 m³ ha⁻¹, 10.000,0 m³ ha⁻¹ e 17.500,0 m³ ha⁻¹. Porém, para o volume de 7.500,0 m³ ha⁻¹ houve maior deposição no terço mediano em relação ao terço inferior (Tabela 2).

Isso se deve à densidade foliar elevada (Tabela 1) que as lavouras normalmente apresentam antes da colheita, aumentando a sobreposição das folhas baixas pelas superiores, dificultando a penetração e deposição de calda (DAMATTA et al., 2007). Silva et al. (2014), demonstraram em trabalho realizado nas culturas da soja e do milho que a menor deposição de calda ocorre nos terços inferiores, pelo fato destas culturas apresentarem maior enfolhamento na parte superior do dossel, dificultando a penetração das gotas, interferindo no número de gotas no terço inferior, conseqüentemente na cobertura do alvo (GAZZIERO et al., 2006).

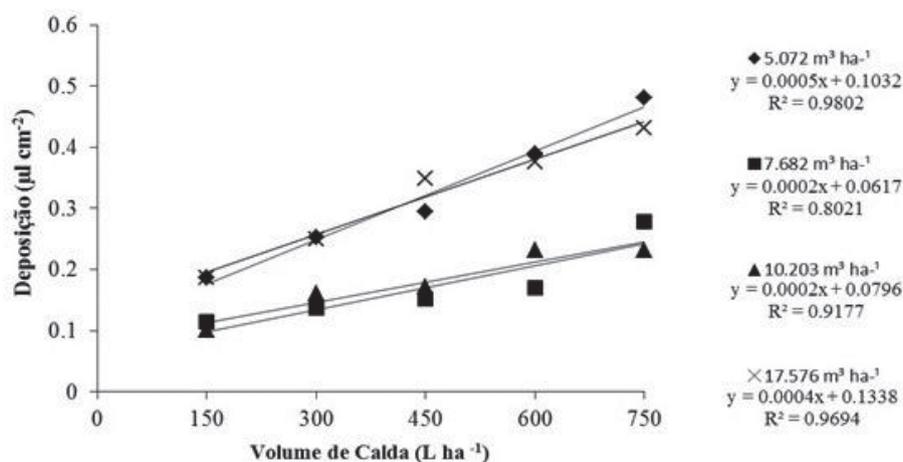


FIGURA 1 - Médias de deposição do corante (µl cm⁻²), em função de diferentes volumes de calda aplicados nos volumes vegetativos da cultura do café.

TABELA 2 - Deposição do corante azul alimentício (µl cm⁻²) em diferentes terços (alturas) no dossel das plantas de café em talhões com volumes vegetativos (TRV) distintos.

	Terço			
	Volumes vegetativos m ³ ha ⁻¹			
	5.072,4	7.682,0	10.203,0	17.575,5
Superior	0,33 a	0,25 ab	0,15 a	0,25 a
Mediano	0,34 a	0,29 a	0,19 a	0,34 a
Inferior	0,28 a	0,20 b	0,18 a	0,35 a
CV (%)	17,6	22,5	14,46	31,12

*Médias na coluna seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

A deposição de calda aplicada nas lavouras de café é maior à medida que se aumenta o volume pulverizado.

A calda de pulverização se deposita em maior quantidade em plantas de café com maior volume vegetativo, mas com menores densidades foliar.

Para duplicar a deposição de calda em plantas de café, é necessário elevar o volume pulverizado em cinco vezes.

5 REFERÊNCIAS

- BERNI, R. F. et al. Avaliação da cobertura de gotas provocadas por diferentes bicos de pulverização na cultura do milho e do feijão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 1, p. 49-52, 1999.
- DAMATTA, F. M. et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campos dos Goytacases, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.
- DEBORTOLI, M. P. et al. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem-asiática-da-soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 7, p. 920-927, jul. 2012.
- FERNANDES, A. L. T. et al. Condução das podas do cafeeiro irrigado por gotejamento cultivado no Cerrado de Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 110-19, 2012.
- GAZZIERO, D. L. P. et al. Deposição de glyphosate aplicado para o controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.
- LIMBERGER, A. R. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume aplicado na cultura do feijão**. 2006. 51 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: MAPA; Varginha: PROCAFÉ, 2010. 542 p.
- PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- SANTINATO, F. et al. Análise quali-quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014.
- SILVA, B. M. et al. Deposição da calda de pulverização aplicada com pontas de jato plano em diferentes partes da planta de soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*). **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 17-24, 2014.