



## Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização

João E. R. Silva<sup>1</sup>, João P. A. R. da Cunha<sup>2</sup> & Quintiliano S. S. Nomelini<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ICIAG/UFU, Uberlândia, MG. E-mail: [johned87@yahoo.com.br](mailto:johned87@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> ICIAG/UFU, Uberlândia, MG. E-mail: [jpcunha@iciag.ufu.br](mailto:jpcunha@iciag.ufu.br) (Autor correspondente)

<sup>3</sup> FAMAT/UFU, Uberlândia, MG. E-mail: [quintiliano@famat.ufu.br](mailto:quintiliano@famat.ufu.br)

### Palavras-chave:

bico de pulverização  
*Coffea arabica*  
turbo-atomizador  
volume de aplicação

### RESUMO

O cafeeiro apresenta diversos desafios para a tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários, principalmente no que se refere à penetração da calda no dossel da cultura e à redução da deriva. Objetivou-se analisar a deposição de calda pulverizada na folhagem do cafeeiro e a perda para o solo, proporcionada pela aplicação com diferentes taxas e pontas de pulverização. O experimento foi conduzido no esquema fatorial 2 x 2 e oito repetições, sendo os fatores pontas de pulverização (jato cônico vazio - ATR e jato cônico vazio com indução de ar - TVI) e taxas de aplicação de calda (200 e 500 L ha<sup>-1</sup>). Em todos os tratamentos as aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador hidropneumático e o marcador Azul Brilhante, o qual foi quantificado por espectrofotometria. Para avaliação de depósito foram coletadas folhas das metades superior e inferior das plantas e também lâminas de vidro já posicionadas junto à superfície do solo. O uso de pontas com indução de ar mostrou-se viável quanto à deposição de calda no cafeeiro, principalmente junto ao uso da maior taxa de aplicação. O emprego da menor taxa (200 L ha<sup>-1</sup>) mostrou-se viável junto ao uso da ponta de jato cônico vazio. A ponta com indução de ar proporcionou maiores perdas para o solo.

### Key words:

spray nozzle  
*Coffea arabica*  
airblast sprayer  
flow rate

## Deposition of spray applied in coffee leaves with different rates and spray nozzles

### ABSTRACT

The coffee crop (*Coffea arabica* L.) has many challenges for the pesticide application technology, mainly with respect to the spray penetration in the orchard and drift reduction. The aim of this study was to evaluate the spray deposition on leaves of coffee plants and the loss to the soil provided by the application with different spray volumes and nozzles. The study was conducted using a factorial model 2 x 2, with two nozzles (hollow cone - ATR and hollow cone with air induction - TVI) and two rates (200 and 500 L ha<sup>-1</sup>). The brilliant blue tracer was added to the tank, which was detected by spectrophotometry after the application using an airblast sprayer. Leaves were collected from the upper and lower parts of the plant canopy and glass slides were positioned on the ground under the plant canopy, to collect the drained drops. The use of hollow cone nozzles with air induction together with the use of higher spraying rate (500 L ha<sup>-1</sup>) was feasible on the spray deposition in the coffee leaves. The lower spray rate (200 L ha<sup>-1</sup>) was feasible together with hollow cone nozzle. The hollow cone with air induction nozzle resulted in higher losses to the soil.

## INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pelos cafeicultores é a suscetibilidade da cultura a várias pragas e doenças (Carvalho et al., 2012). Dentre elas se destaca o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville)), considerada de importância primária para a cultura no Brasil, que tem exigido constante controle químico (Fragoso et al., 2001; Diez-Rodríguez et al., 2006).

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) apresenta diversos desafios para a tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários, sobremaneira no que se refere à penetração da calda no dossel da cultura e à redução da deriva. A arquitetura da planta e o grande índice de área foliar dificultam a boa cobertura das folhas

pelo ingrediente ativo. Soma-se a isto o elevado risco de deriva ocasionado pela corrente de ar gerada pelos pulverizadores hidropneumáticos (turbo-atomizadores), que pode resultar em baixa eficácia biológica dos tratamentos e contaminação ambiental. A deriva de produtos fitossanitários é um dos maiores problemas da agricultura moderna (Nuyttens et al., 2011).

Neste contexto, a seleção correta das pontas de pulverização pode incrementar a qualidade da aplicação. Esses elementos são considerados os principais componentes da pulverização pois conferem características como tamanho de gota e vazão, promovendo maior segurança e efetividade no controle de pragas, doenças ou plantas daninhas (Viana et al., 2010).

Tradicionalmente, pontas de jato cônico vazio, com gotas finas, têm sido recomendadas pelos técnicos para a aplicação

de inseticidas e fungicidas para culturas arbóreas. Contudo, vislumbra-se a possibilidade do uso de gotas grossas para essas aplicações, de forma principalmente a reduzir o problema de deriva. Entretanto, inexistem trabalhos avaliando o desempenho de gotas grossas na aplicação de fitossanitários em cafeeiro.

De acordo com Fritz et al. (2012), o tamanho das gotas é um fator decisivo na deposição tanto dentro como fora do alvo. De fato, este parâmetro é de notória importância na tecnologia de aplicação por ser um dos principais fatores relacionados com a perda de fitossanitários para o ambiente. Gotas finas podem aumentar a cobertura em pulverizações e com isto a eficácia dos produtos (Derksen et al., 2007). Gotas grossas são menos propensas à evaporação e carreamento pelo vento sendo, porém, mais sujeitas a não se fixarem no alvo e escorrerem para o solo (Cunha et al., 2006; Czaczzyk et al., 2012).

Além das pontas, parte significativa da pulverização refere-se à taxa de aplicação que deve ser ajustada de forma a permitir um bom molhamento das folhas e um mínimo de perda por escorrimento de gotas para o solo.

De acordo com Silva et al. (2008) existe pouca informação concernente à quantidade e distribuição da calda aplicada para um controle efetivo de pragas e doenças na cultura do café. Cunha et al. (2005) observaram que, dentre outras razões, as perdas e os desperdícios de produtos se dão por uma não adequação do volume aplicado com as características da cultura como, por exemplo, os aspectos estruturais da copa (Rosell-Polo et al., 2009). Segundo Viana et al. (2010) seria possível, obtendo-se uma distribuição uniforme com determinado diâmetro e número de gotas, obter sucesso em uma aplicação mesmo com volume aplicado menor. Estudos têm sido feitos com o uso de taxas reduzidas de aplicação em culturas arbóreas (Balan et al., 2006; Fernandes et al., 2010); esta técnica tem-se mostrado promissora.

Objetivou-se, no presente trabalho, analisar a deposição de calda em folhas de cafeeiro e as perdas para o solo, proporcionadas pela aplicação com diferentes taxas e pontas de pulverização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em lavoura de café, cultivar Catuaí Vermelho IAC 99, com 11 anos de idade, espaçada 3,5 x 0,7 m, em setembro de 2012. O índice de área foliar das plantas, medido seguindo metodologia proposta por Favarin et al. (2002), foi de 5,96.

Utilizou-se, em todos os tratamentos, um pulverizador hidropneumático (turbo-atomizador) montado novo, modelo Arbo 360 da empresa Montana, acionado por um trator Massey

Ferguson 4 x 2, modelo 265E, com potência de 47,8 kW (65 cv). O pulverizador possui 6 porta-bicos com cada um dos 2 arcos laterais, tanque com capacidade de 300 L, bomba de pulverização do tipo membrana com vazão de 40 L min<sup>-1</sup> e ventilador com 615 mm de diâmetro e nove pás de ângulo fixo.

Determinou-se a vazão de ar do ventilador por meio da velocidade e da área de saída do ar, conforme metodologia proposta por Rodrigues et al. (2008). A vazão total na rotação de trabalho (540 rpm na tomada de potência) foi de 3,22 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> sendo 1,64 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> do lado esquerdo e 1,58 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> do lado direito.

Foram realizados quatro tratamentos em esquema fatorial 2 x 2 sendo os fatores as pontas de pulverização (jato cônico vazio - ATR e jato cônico vazio com indução de ar - TVI) e as taxas de aplicação (200 e 500 L ha<sup>-1</sup>), conforme descrito na Tabela 1. Cada tratamento constou de oito repetições nas quais foram estudadas a deposição de calda na folhagem do cafeeiro e as perdas para o solo.

As pontas utilizadas (Albuz, França) são de jato cônico vazio confeccionadas em cerâmica com ângulo de 80°, sendo o modelo ATR convencional e o TVI, com indução de ar, por meio de um sistema Venturi. A velocidade de deslocamento do pulverizador foi mantida constante em todos os tratamentos em 6,2 km h<sup>-1</sup> (1,72 m s<sup>-1</sup>).

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em função da homogeneidade da área. A independência dos resíduos foi avaliada através do teste de Durbin-Watson, para checar que, mesmo sem a possibilidade de sorteio dos tratamentos, os resíduos do modelo sejam independentes, uma pressuposição para utilizar o delineamento proposto. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de café com 20 m de comprimento e, como parcelas úteis, foram consideradas apenas as duas linhas centrais.

Durante a condução das aplicações a temperatura variou de 22 a 30 °C e a umidade relativa do ar esteve entre 32 e 51%. Estas são as condições nas quais geralmente se realiza o controle das pragas, sobretudo o bicho-mineiro, após a colheita do café na região do Cerrado Mineiro, entre os meses de setembro e outubro. A velocidade do vento variou entre 6 e 10 km h<sup>-1</sup> (1,67 e 2,78 m s<sup>-1</sup>). Desta forma, buscou-se aproximar das condições normais executadas pelos produtores da região mesmo que a umidade não estivesse dentro da recomendação técnica.

Para a avaliação da deposição de calda e das perdas para o solo foi utilizado o marcador Azul Brilhante, na dose de 300 g ha<sup>-1</sup>, em todos os tratamentos (a massa do marcador por área foi mantida constante por meio da variação da concentração da calda nos tratamentos com as diferentes taxas de aplicação). Mediu-se a deposição em folhas da metade superior e inferior do

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos

Tratamento	Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Ponta	Pressão de pulverização (kPa)	Tamanho de gotas DMV* (µm)
1	500	Jato cônico vazio (ATR Laranja)	1207	151 µm (1000 kPa)
2	500	Jato cônico vazio com indução de ar (TVI 8002)	1158	544 µm (1000 kPa)
3	200	Jato cônico vazio (ATR Amarelo)	345	148 µm (500 kPa)
4	200	Jato cônico vazio com indução de ar (TVI 80015)	296	646 µm (500 kPa)

\*Diâmetro da mediana volumétrica, conforme dados fornecidos pelo fabricante da ponta, de acordo com a pressão mais próxima à utilizada no ensaio

dossel e o escorrimento de calda para o solo em lâminas de vidro. As folhas foram retiradas dos terceiro e quarto pares de folhas do ramo plagiotrópico, local preferencial de localização das lagartas do bicho-mineiro e acondicionadas em sacos plásticos dentro de caixas térmicas. Em cada repetição foram coletadas 50 folhas das metades superior e inferior da copa das plantas, em cinco pontos diferentes, constituindo cinco subamostras de 10 folhas cada uma.

Para avaliação das perdas de calda para o solo foram colocadas lâminas de vidro com 36 cm<sup>2</sup> cada sob a copa das plantas de café dentro da área de projeção da copa, a 0,2 m do caule, constituindo subamostras de cinco lâminas por repetição.

Em laboratório adicionou-se água destilada às amostras para promover a lavagem, com agitação manual por um período de 30 s (100 mL para os sacos contendo as folhas e 25 mL para os sacos contendo as lâminas); em seguida, a solução resultante da lavagem foi retirada e acondicionada. Para efetuar a leitura de absorvância das soluções contendo o marcador utilizou-se um espectrofotômetro (Biospectro SP-22), regulado para um comprimento de onda de 630 nm. As áreas das folhas foram medidas com um medidor de área foliar (ADC BioScientific Ltda., modelo AM 300). Os dados de absorvância foram transformados em concentração (mg L<sup>-1</sup>) através de curva de calibração procedendo-se, posteriormente, à divisão da massa do marcador pela área foliar de cada repetição ou área da lâmina de vidro para se obter o valor da deposição em µg cm<sup>-2</sup>.

Para a análise estatística foram utilizadas técnicas de modelos lineares usuais e modelos lineares generalizados. Para o estudo das pressuposições do modelo foram empregados os testes de Durbin-Watson (DW) para testar a independência dos resíduos, o de Shapiro-Wilk (W) para a normalidade dos resíduos e para homogeneidade das variâncias, o teste de Levene (F), todos a nível de 0,05 de significância. Efetuou-se a análise de variância dos dados de deposição em folhas. Quando o teste F foi significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 0,05 de significância.

Com a variável deposição em lâminas de vidro, que não atendeu à pressuposição de normalidade, foi feita transformação e, persistindo o problema, foi utilizada a metodologia de modelos lineares generalizados.

Diferente dos modelos lineares o modelo linear generalizado é definido como uma distribuição para a variável resposta que representa os dados e não uma distribuição para o resíduo aleatório (Nomelini, 2012). A distribuição utilizada foi a Normal com função de ligação logarítmica. O teste na análise de desvio (semelhante à análise de variância) consistiu em comparar o valor da diferença de desvio com os percentuais da distribuição qui-quadrado. Assim, quando a diferença de desvio foi menor que o valor crítico, considerou-se o teste para os fatores não significativo (Nomelini, 2012). Para se comparar os fatores que foram significativos foi utilizado o teste de Wald. Para se verificar a melhor distribuição e função de ligação foi utilizado o gráfico normal de probabilidade. As análises foram realizadas no programa estatístico "R".

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis o teste de Durbin-Watson foi não significativo, mostrando que os resíduos foram independentes.

A interação entre os fatores ponta e taxa de aplicação foi significativa nas folhas da metade superior da copa do cafeeiro, indicando dependência entre estes (Tabela 2). Observa-se que na taxa de 200 L ha<sup>-1</sup>, a ponta ATR promoveu maior deposição do que a ponta TVI. Com o uso da ponta ATR a menor taxa apresentou maior deposição e com a ponta TVI, a maior taxa apresentou maior deposição.

O menor tamanho de gotas (DMV) obtido no tratamento com 200 L ha<sup>-1</sup> e na ponta ATR (Tabela 1), provavelmente permitiu maior penetração e fixação nas folhas, o que não deve ter ocorrido com as gotas grossas, as quais podem ter escorrido do alvo; este comportamento não foi semelhante na taxa de 500 L ha<sup>-1</sup>.

Oliveira et al. (2012) constataram, avaliando deposição de calda em alvos artificiais, que pontas que geraram gotas menores proporcionaram maior cobertura, independente da presença ou não de vento, em condições de laboratório. Jamar et al. (2010), concluíram, trabalhando com dois modelos de pulverizadores e com as pontas ATR (convencional) e TVI (indução de ar) que a deposição de calda em alvos artificiais colocados nas copas de maçã anã (*Malus pumila*) foi significativamente menor com o uso da ponta com indução de ar.

Empregando-se a ponta com indução de ar (TVI), a taxa de 500 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior deposição do que a taxa de 200 L ha<sup>-1</sup>. O maior número de gotas presentes no tratamento de 500 L ha<sup>-1</sup> pode ter proporcionado melhor deposição do que com 200 L ha<sup>-1</sup>, devido ao maior molhamento da metade superior da planta.

Ramos et al. (2007) concluíram que, após a aplicação com diferentes taxas utilizando um pulverizador tipo turbo-atomizador em citros (*Citrus sinensis* L. Osbeck), a deposição foi maior no terço inferior da planta seguida do terço médio e do terço superior, para todos os tratamentos. Para esses autores, o fato precisaria ser mais bem estudado e estaria relacionado à posição da máquina em relação à cultura. No presente trabalho o pulverizador empregado mostrou-se pequeno em relação à

**Tabela 2.** Deposição de calda nas folhas superiores do cafeeiro (µg cm<sup>-2</sup>), após aplicação utilizando-se pontas de jato cônico sem indução de ar (ATR) e com (TVI) e taxas de aplicação de 200 e 500 L ha<sup>-1</sup>

Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Deposição de calda (µg cm <sup>-2</sup> )		
	Ponta ATR	Ponta TVI	
200	1,0297 aA	0,8041 bB	
500	0,8824 aB	0,9028 aA	
CV = 7,64%	W = 0,9479 <sup>ns</sup>	F = 2,3930 <sup>ns</sup>	DW = 2,0961 <sup>ns</sup>
F <sub>taxa</sub> = 0,9862 <sup>ns</sup>	F <sub>ponta</sub> = 17,6008*	F <sub>interação</sub> = 25,3205*	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância; CV - Coeficiente de variação; W, F, DW e F - Estatísticas dos testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos, Levene para homogeneidade das variâncias, Durbin-Watson para independência dos resíduos e teste de F; <sup>ns</sup>Resíduos normalmente distribuídos, variâncias homogêneas, resíduos independentes e aceitação da hipótese H<sub>0</sub>, todos à significância de 0,05; \*Resíduos não normalmente distribuídos, variâncias não homogêneas, resíduos não independentes e rejeição da hipótese H<sub>0</sub>, todos à significância de 0,05

cultura – 1,55 m de altura para o bico mais alto e 2,00 m de altura média das plantas, o que pode ter contribuído com os resultados encontrados.

Observa-se que nenhum dos tratamentos diferiu entre si quando se analisou a deposição nas folhas da metade inferior das plantas de café (Tabela 3). Os dados mostram que a ponta com indução de ar (TVI) foi capaz de proporcionar a mesma deposição nas folhas do cafeeiro quando comparada com a ponta tipo jato cônico vazio (ATR). A menor taxa de aplicação (200 L ha<sup>-1</sup>) apresentou deposição igual à maior taxa (500 L ha<sup>-1</sup>), mostrando a capacidade de molhamento foliar desta primeira. Embora as taxas de aplicação tenham sido diferentes, a dose do marcador empregada por área foi a mesma.

São escassos os trabalhos avaliando deposição em folhas de cafeeiro porém esta característica é bem estudada em outras culturas perenes, principalmente em se levando em conta a eficácia biológica que, embora não avaliada no presente trabalho, fornece informações importantes quanto ao desempenho de pontas de pulverização e tem correlação com a deposição.

Os resultados estão de acordo com Frießleben (2004), o qual mostrou que o uso de pontas com indução de ar apresentou eficácia biológica semelhante à do uso de pontas tipo jato cônico vazio no controle de diversas pragas da macieira (*Malus communis* L.), quando a taxa de aplicação esteve entre 300 e 600 L ha<sup>-1</sup>. Ainda segundo o autor, a aplicação de gotas grossas com o uso de pontas com indução de ar aparenta ser uma solução promissora contra o risco de deriva em aplicações de fitossanitários, por se tratar de uma tecnologia relativamente simples, de fácil uso e baixo investimento inicial.

Knewitz et al. (2002) também concluíram, em uma série de experimentos conduzidos durante três anos, que o uso de pontas com indução de ar não diminuiu a eficácia biológica em aplicações visando ao controle das principais pragas e doenças da macieira porém, contrariando esses resultados, Fernandes et al. (2010) concluíram que a deposição no terço inferior de plantas de café mostrou-se crescente com o aumento na taxa aplicada, dentro do intervalo de 250 a 700 L ha<sup>-1</sup>. No experimento foram amostradas folhas mais internas da copa,

**Tabela 3.** Deposição de calda nas folhas inferiores do cafeeiro ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), após aplicação utilizando-se pontas de jato cônico sem indução de ar (ATR) e com (TVI) e taxas de aplicação de 200 e 500 L ha<sup>-1</sup>

Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Deposição de calda ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )		Médias
	Ponta ATR	Ponta TVI	
200	1,0501	1,0039	1,0270 A
500	0,9887	1,0758	1,0322 A
Médias	1,0194 a	1,0397 a	
CV = 9,88%	W = 0,9508 <sup>ns</sup>	F = 0,5556 <sup>ns</sup>	DW = 1,7349 <sup>ns</sup>
F <sub>taxa</sub> = 0,0203 <sup>ns</sup>	F <sub>ponta</sub> = 0,3187 <sup>ns</sup>	F <sub>interação</sub> = 0,0747 <sup>ns</sup>	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância; CV - Coeficiente de variação; W, F, DW e F - Estatísticas dos testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos, Levene para homogeneidade das variâncias, Durbin-Watson para independência dos resíduos e teste de F; <sup>ns</sup>Resíduos normalmente distribuídos, variâncias homogêneas, resíduos independentes e aceitação da hipótese H<sub>0</sub> todos à significância de 0,05; <sup>\*</sup>Resíduos não normalmente distribuídos, variâncias não homogêneas, resíduos não independentes e rejeição da hipótese H<sub>0</sub> todos à significância de 0,05

local de preferência do organismo alvo em estudo, o ácaro da mancha-anular (*Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) sendo esta uma localização significativamente diferente em relação à do bicho-mineiro na planta.

Apesar da ausência de um teste de eficácia biológica, os dados do presente trabalho mostram que tanto o uso da menor taxa de aplicação quanto o uso de pontas com indução de ar, foram tratamentos viáveis quanto à deposição de produto em folhas da metade inferior.

Com relação às perdas para o solo observa-se que a deposição nas lâminas foi maior quando se utilizou a ponta com indução de ar (Tabela 4). O maior tamanho de gota produzido por este modelo de ponta provavelmente favoreceu o escorrimento.

**Tabela 4.** Deposição de calda em lâminas de vidro no solo sob a área de projeção da copa do cafeeiro ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), após aplicação através de pontas de jato cônico sem indução de ar (ATR) e com (TVI) e taxas de aplicação de 200 e 500 L ha<sup>-1</sup>

Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> )	Deposição de calda ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ )		Médias
	Ponta ATR	Ponta TVI	
200	0,8802	1,3525	1,1163 A
500	0,6857	1,4800	1,0828 A
Médias	0,7829 b	1,4162 a	
CV = 45,69%	W = 0,556 <sup>*</sup>	F = 1,1995 <sup>ns</sup>	DW = 2,4552 <sup>ns</sup>
$\chi^2_{\text{taxa}} = 0,0355^{\text{ns}}$	$\chi^2_{\text{ponta}} = 12,7075^{\text{*}}$	$\chi^2_{\text{interação}} = 0,8217^{\text{ns}}$	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância; CV - Coeficiente de variação; W, F, DW e F - Estatísticas dos testes de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos, Levene para homogeneidade das variâncias, Durbin-Watson para independência dos resíduos e teste de F; <sup>ns</sup>Resíduos normalmente distribuídos, variâncias homogêneas, resíduos independentes e aceitação da hipótese H<sub>0</sub> todos à significância de 0,05; <sup>\*</sup>Resíduos não normalmente distribuídos, variâncias não homogêneas, resíduos não independentes e rejeição da hipótese H<sub>0</sub> todos à significância de 0,05

Wenneker & Zande (2008) afirmam que as gotas com indução de ar, devido ao seu tamanho, apresentam um caimento vertical mais rápido tendendo a se acumularem no solo próximo ao local de aplicação. Czaczuk et al. (2012) afirmam que gotas grandes podem ressaltar, quebrar e escorregar das folhas ou outros alvos.

Deve-se, no entanto, considerar que no experimento não foi medida a deriva para a atmosfera devido à complexidade desse tipo de estudo. De fato, gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ , que são mais propensas à deriva (Cunha et al., 2005), podem ter sido produzidas em maior quantidade nas pontas tipo jato cônico convencional (ATR), o que geraria uma perda não quantificada.

## CONCLUSÕES

1. O uso da ponta de jato cônico vazio com indução de ar (TVI) mostrou-se viável em relação à deposição de calda na parte superior do cafeeiro, junto à maior taxa de aplicação (500 L ha<sup>-1</sup>). Com a taxa de 200 L ha<sup>-1</sup> a ponta de jato cônico vazio (ATR) foi superior à ponta com indução de ar.

2. Na parte superior do cafeeiro o emprego da menor taxa de aplicação (200 L ha<sup>-1</sup>) mostrou-se viável junto ao uso da ponta de jato cônico vazio (ATR). Com a ponta de indução de ar (TVI), a taxa de aplicação de 500 L ha<sup>-1</sup> promoveu maior deposição.

3. A deposição de calda foi semelhante na parte inferior da cultura empregando-se os diferentes tratamentos.

4. O uso da ponta de jato cônico vazio com indução de ar proporcionou maiores perdas para o solo.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pela concessão de bolsa de pesquisa; à FAPEMIG, à EMBRAPA e ao CNPq, pelo suporte financeiro para condução dos ensaios.

### LITERATURA CITADA

- Balan, M. G.; Abi Saab, O. J. G.; Silva, C. G. Depósito e perdas de calda em sistemas de pulverização com turboatomizador em videira. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.470-477, 2006.
- Carvalho, V. L.; Cunha, R. L.; Silva, N. R. N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro, *Coffee Science*, v.7, p.42-49, 2012.
- Cunha, J. P. A. R.; Reis, E. F.; Santos, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função da ponta de pulverização e de volume de calda. *Ciência Rural*, v.36, p.1330-1336, 2006.
- Cunha, J. P. A. R.; Teixeira, M. M.; Vieira, R. F.; Fernandes, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.9, p.133-138, 2005.
- Czaczyk, Z.; Kruger, G.; Hewitt, A. Droplet size classification of air induction flat fan nozzles. *Journal of Plant Protection Research*, v.52, p.415-420, 2012.
- Derksen, R. C.; Zhu, H.; Fox, R. D.; Brazee, R. D.; Krause, C. R. Coverage and drift produced by air induction and conventional hydraulic nozzles used for orchards applications. *Transaction of the ASABE*, v.50, p.1493-1501, 2007.
- Diez-Rodriguez, G. I.; Baptista, G. C.; Trevizan, L. R. P.; Haddad, M. L.; Nava, D. E. Resíduos de tiametoxam, aldicarbe e de seus metabólitos em folhas de cafeeiro e efeito no controle de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Neotropical Entomology*, v.35, p.257-263, 2006.
- Favarin, J. L.; Dourado Neto, D.; García, A. G.; Villa-Nova, N. A.; Favarin, M. G. G. V. Equações para estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.769-773, 2002.
- 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*, v.54, p.130-135, 2010.
- Fragoso, D. B.; Jusselino Filho, P.; Guedes, R. N. C.; Proque, R. Seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Neotropical Entomology*, v.30, p.139-144, 2001.
- Frießleben, R. Balancing drift management with biological performance and efficacy. In: *International Conference on Pesticide Application for Drift Management*, 2004, Waikoloa. Anais... Waikoloa: WSU, 2004. p.72-79.
- Fritz, B. K.; Hoffmann, W. C.; Czaczyk, Z.; Bagley, W.; Kruger, G.; Henry, R. Measurement and classification methods using the ASAE S572.1 reference nozzles. *Journal of Plant Protection Research*, v.52, p.447-457, 2012.
- Jamar, L.; Mostade, O.; Huyghebaert, B.; Pigeon, O.; Lateur, M. Comparative performance of recycling tunnel and conventional sprayers using standard and drift-mitigation nozzles in dwarf apple orchards. *Crop Protection*, v.29, p.561-566, 2010.
- Knewitz, H.; Weisser, P.; Koch, H. Drift-reducing spray application in orchards and biological efficacy of pesticides. In: *International Advances in Pesticide Application. Aspects of Applied Biology*, v.66, p.231-236, 2002.
- Nomelini, Q. S. S. Enfoque estatístico na validação de métodos para teste de germinação de sementes florestais. Uberlândia: UFU, 2012. 163p. Tese Doutorado
- Nuyttens, D.; Schampheleire, M. de; Baetens, K.; Brusselman, E.; Dekeyser, D.; Verboven, P. Drift from field crop sprayers using an integrated approach: results of a five-year study. *Transactions of the ASABE*, v.54, p.403-408, 2011.
- Oliveira, G. M.; Balan, M. G.; Fonseca, C. B.; Saab, O. J. G. A. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento. *Ciência Rural*, v.42, p.581-586, 2012.
- 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*, v.27, p.56-65, 2007.
- Rodrigues, G. J.; Teixeira, M. M.; Filho, E. I. F.; Picanço, M. C. Características do fluxo de ar de um pulverizador hidropneumático para aplicação de agroquímicos em plantas arbustivas. *Engenharia na Agricultura*, v.16, p.199-207, 2008.
- Rosell Polo, J. R.; Sanz, R.; Llorens, J.; Arno, J.; Escola, A.; Ribes-Dasi, M.; Masip, J.; Camp, F.; Gracia, F.; Solanelles, F.; Palleja, T.; Val, L.; Planas, S.; Gil, E.; Palacín, J. A tractor mounted scanning LIDAR for the non-destructive measurement of vegetative volume and surface area of tree-row plantations: a comparison with conventional and destructive measurements. *Biosystem Engineering*, v.102, p.128-134, 2009.
- Silva, R. P.; Corrêa, C. F.; Cortez, J. W.; Furlani, C. E. A. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola*, v.28, p.292-304, 2008.
- Viana, R. G.; Ferreira, L. R.; Ferreira, M. C.; Teixeira, M. M.; Rosell, J. R.; Tuffi Santos, L. D.; Machado, A. F. L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. *Planta Daninha*, v.28, p.439-446, 2010.
- Wenneker, M.; Zande, J. C. van de. Drift reduction in orchard spraying using a cross flow sprayer equipped with reflection shields (Wanner) and air injection nozzles. *CIGR e Journal*, v.10, p.1-10, 2008.