

## CARACTERIZAÇÃO DA PULVERIZAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA COM E SEM ASSISTÊNCIA ELETROSTÁTICA EM CAFEIRO CONILON<sup>1</sup>

Joice Paraguassú Rodrigues<sup>2</sup>; Edney Leandro da Vitória<sup>3</sup>; Debora Moro Soelo<sup>4</sup>; Deborah Hoffmam Crause<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical (PPGAT/UFES) da primeira autora, bolsista CAPES

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, MS, PPGAT/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, [contatcanalluc@hotmail.com](mailto:contatcanalluc@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor Adjunto, DSc, PPGAT/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, [edney.vitoria@ufes.br](mailto:edney.vitoria@ufes.br)

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agricultura Tropical (PPGAT/UFES), São Mateus-ES, [deboramoro.s@gmail.com](mailto:deboramoro.s@gmail.com)

<sup>5</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agricultura Tropical (PPGAT/UFES), São Mateus-ES [deborahlife2014@hotmail.com](mailto:deborahlife2014@hotmail.com)

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a deposição de calda pulverizada e espectro de gotas no cafeeiro Conilon e as perdas proporcionadas com pulverizador hidropneumático aplicando-se oito volumes de calda distintos, sendo quatro com assistência eletrostática (234, 255, 273 e 290 L ha<sup>-1</sup>) e quatro sem assistência eletrostática (498, 609, 700 e 782 L ha<sup>-1</sup>). O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com oito tratamentos (volumes de calda) e quatro repetições. Os volumes de calda com e sem assistência eletrostática, após diferirem em todas as características avaliadas no teste Skott-Knott, foram estudados separadamente. Para análise estatística da deposição utilizou-se o esquema fatorial 4 (volumes de calda) x 2 (posições). Para análise do espectro de gotas utilizou-se o esquema fatorial 4 (volumes de calda) x 3 (posições). Os volumes de calda pulverizados com a assistência eletrostática mostram resultados promissores para a tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários no cafeeiro Conilon, visto que a endoderiva foi reduzida em até 850%, a exoderiva em 323% e apresentou índices satisfatórios de cobertura e densidade de gotas.

**PALAVRAS-CHAVE:** tecnologia de aplicação, pulverizador hidropneumático, volume de aplicação, pulverização eletrostática.

## CHARACTERIZATION OF HYDROPNEUMATIC SPRAY WITH AND WITHOUT ELECTROSTATIC ASSISTANCE IN CONILON COFFEE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate spray deposition and droplet spectra in the Conilon coffee and the losses provided with a hydropneumatic sprayer by applying eight different volumes of spray mixture with electrostatic assistance (234, 255, 273 and 290 L ha<sup>-1</sup>) and without electrostatic assistance (498, 609, 700 and 782 L ha<sup>-1</sup>). The experiment was set in randomized blocks design, with eight treatments (spray volumes) and four replications. The volumes of spray mixture with and without electrostatic assistance, after differing in all characteristics evaluated in the Skott-Knott test, were studied separately. Statistical analysis of the deposition was performed using the factorial scheme 4 (volumes of spray mixture) x 2 (positions). For analysis of the droplet spectrum, the factorial scheme 4 (volumes of spray mixture) x 3 (positions) was used. The spray volumes with electrostatic assistance show promising results for the technology about application of plant protection products in Conilon coffee, as the endo-drift was reduced by 850%, the exo-drift by 323% and presented satisfactory coverage and density indexes of drops.

**KEY WORDS:** application technology, hydropneumatic sprayer, application volume, electrostatic spraying.

### INTRODUÇÃO

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2017) as lavouras de café Conilon no Espírito Santo vêm sendo renovadas e revigoradas na ordem de 7% a 8% ao ano, sob novas bases tecnológicas, com cultivares clonais mais produtivas, nutrição adequada, poda, irrigação, manejo de pragas e doenças e a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, que, com certeza, poderão contribuir para aumentar de forma significativa a produção e melhoria na qualidade final do produto do café. Um dos grandes problemas enfrentados pelos cafeicultores é a suscetibilidade da planta de café a várias pragas e doenças, que aparecem desde a fase de viveiro até a lavoura no campo, elevando os custos e reduzindo tanto a produção quanto a qualidade do produto final (CARVALHO et al., 2012). A cultura do café de forma geral apresenta grandes variações em suas lavouras, que ocorrem principalmente devido às diferenças entre genótipos, idade das plantas, manejo de poda e nível tecnológico adotado, resultando em diferenças no porte da planta, na densidade de folhas e arquitetura de copa, o que exige medidas específicas para cada situação, de modo a permitir uma melhor distribuição de calda. Observa-se que em lavouras desfolhadas há uma maior facilidade no recobrimento das plantas, contudo podem ocorrer desperdícios, principalmente onde os pulverizadores são calibrados tendo como base os cafés mais enfolhados. Rosell Polo et al. (2009) observaram que, dentre outras razões, desperdícios e perdas de produtos podem ocorrer devido a inadequação do volume aplicado com as características da cultura, destacando os aspectos estruturais da copa. A distribuição do ingrediente ativo na parte aérea da planta e a deposição dependem de diversos fatores, tais como: tamanho e forma da planta, densidade de plantio, tamanho da gota, volume de aplicação,

velocidade de trabalho, velocidade e direção do vento, tipo de equipamento e vazão de ar dos ventiladores (RAETANO, 1996), observando-se também os tipos de adjuvantes, densidade de folhas e índice de área foliar. O uso de pulverizadores com assistência eletrostática, assistidos por ar, podem melhorar a deposição e distribuição geral na cobertura foliar, reduzindo a deriva de pulverização (MACHOWSKI e BALACHANDRAN, 1997; ESEHAGHBEYGI, et al. 2010), pois os campos de força eletrostática orientam as trajetórias das gotas pulverizadas, embora, não necessariamente da maneira desejada (MASKI e DURAIRAJ, 2010).

Alguns estudos têm demonstrado a vantagem do uso do sistema eletrostático, como o realizado por Sasaki et al. (2013) e Gitirana Neto e Cunha (2016), na cultura do café Arábica, os quais verificaram que o sistema eletrostático aumentou a deposição de líquido em 37% e 159%, respectivamente. Gitirana Neto e Cunha (2016) ainda demonstraram que as perdas para o solo foram reduzidas com o uso do pulverizador com a assistência eletrostática, demonstrando ser uma técnica promissora. Pesquisas acerca da tecnologia de aplicação no cafeeiro Conilon ainda são escassas, inclusive sem nenhum relato de estudos da pulverização com assistência para a cultura. Apesar de serem do mesmo gênero, o café Conilon e o Arábica, apresentam grandes diferenças em sua arquitetura foliar, e conseqüente manejo da cultura, daí a importância de, apesar de já existirem estudos com o café Arábica, a realização de estudos dessa tecnologia no cafeeiro Conilon. Desta forma, objetivou-se avaliar a deposição de calda pulverizada e espectro de gotas no cafeeiro Conilon e as perdas proporcionadas com pulverizador hidropneumático, com e sem assistência eletrostática.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em uma propriedade rural particular no município de Montanha, norte do Estado do Espírito Santo, situada na latitude 18° 07' 43,6" S e longitude 40° 17' 13,8" O, a 180 m de altitude. A região é caracterizada pelo clima tropical, apresenta verão quente e úmido e inverno seco, classificado como Aw, de acordo com a classificação proposta por Köppen (ALVARES et al., 2013). As unidades experimentais foram implantadas em uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), de aproximadamente 2,5 anos de idade e irrigação localizada. A lavoura apresentava altura média de 2,0 metros e espaçamento de 3,50 x 1,0 metros, totalizando um estande de 2857 plantas ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se nos tratamentos dois pulverizadores hidropneumáticos, ambos modelo Jacto Arbus 2000 TF com depósito com capacidade de 2000 L. O pulverizador utilizado sem assistência eletrostática possui 14 bicos montados em dois arcos curvos nas laterais, condução de ar comum a todos os bicos, bomba de pistões de 75 L min<sup>-1</sup>, ventilador axial com diâmetro de 725 mm e vazão de ar de 5,1 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, conforme especificações do fabricante. O bico utilizado em todos os porta bicos foi o J4-2 cone vazio da Jacto. Para acionar o pulverizador, empregou-se um trator YANMAR Modelo 1155-4 SE, com potência de 40,5 kW (55cv). O segundo pulverizador, equipado com assistência eletrostática em todas as pontas, possui o mesmo número de pontas, no entanto, foi usado o modelo SPE-2 Cinza Jato cônico vazio do Sistema de Pulverização Eletrostático (SPE). O sistema de assistência eletrostática produz um campo elétrico de alta voltagem (5000 V) na base do jato de pulverização, produzido por pontas de jato cônico vazio, carregando eletricamente as gotas. A carga gerada é devido ao campo elétrico produzido por anéis de indução ligados a um gerador de alta voltagem. O trator utilizado para acionar este pulverizador foi um JOHN DEERE Modelo 5425N 4 x 2 TDA, com potência de 57,5 kW (78 cv). O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). Cada repetição foi composta por quatro pontos amostrais (quatro plantas). As condições ambientais durante os ensaios de campo foram monitoradas de tal forma que os ensaios fossem realizados de acordo com a norma ISO 22866: 2005 ( [ISO, 2005](#) ). Para avaliação da deposição de calda no dossel do cafeeiro e perdas para o solo (endoderiva) e por evaporação e carreamento pelo vento (exoderiva), foi utilizado um traçador composto do corante alimentício azul, catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetic” como FD&C Blue n.1 (Azul brilhante), na dose de 2 g L<sup>-1</sup>, para ser detectado por absorvância em espectrofotometria. O corante foi previamente pesado em laboratório e acondicionado em sacos plásticos identificados, para que a dose em toda área experimental fosse mantida. Foram determinadas as deposições de calda nos seguintes pontos: em folhas da metade superior e inferior da copa, escorrimento da calda da planta para o solo (endoderiva) e exoderiva. A deposição na copa das plantas foi avaliada após a passagem do pulverizador, onde foram coletadas duas folhas da metade superior da planta e duas da metade inferior. As folhas foram retiradas do terceiro e quarto pares de folhas do ramo plagiotrópico, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos, separadamente para cada extrato da planta e acondicionadas em caixa de isopor. Para quantificação das perdas de calda para o solo, foram colocadas placas de petri com 176,7 cm<sup>2</sup> cada, sob a copa das plantas de café da parcela útil, dentro da área de projeção, a 0,2 m do caule, sendo uma placa de petri para cada sub-amostra. As placas ficaram na linha do lado esquerdo (em relação à passagem do trator). Após a passagem do pulverizador, as placas foram recolhidas do solo e acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados em caixa de isopor. Para avaliação da exoderiva, foram colocadas etiquetas plásticas adesivas, com 64 cm<sup>2</sup> cada, em estacas que estavam fixadas junto ao caule da planta. As etiquetas ficaram 0,3 m acima da altura da planta. Após a passagem do pulverizador as etiquetas foram recolhidas e acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente foram levadas com os demais materiais coletados ao Laboratório Agrônomo de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES), para análise da deposição do traçador (corante) através de espectrofotometria de UV visível. A área das folhas foi medida posteriormente com um medidor de área foliar Li-Cor LI-3100. As folhas foram medidas individualmente, sendo feito uma média da deposição das duas folhas que representaram a metade inferior e superior da copa de cada planta da

parcela útil. Os valores de absorvância obtidos através da leitura de cada amostra no espectrofotômetro foram transformados em concentração ( $\text{mg L}^{-1}$ ) adotando-se a equação da curva-padrão. Todas as etiquetas foram digitalizadas a 600 dpi de resolução em uma impressora multifuncional “HP Photosmart D110 Series” e submetidas às análises de cobertura, espectro e densidade de gotas pelo software ImageTool versão 3® (WILCOX et al., 2002), obtendo-se os seguintes parâmetros: Diâmetro da mediana volumétrica (DMV ou  $D_{v0,5}$ ), Densidade de gotas e Cobertura. Para isso utilizou-se o esquema fatorial  $4 \times 2$ , sendo o primeiro fator o volume de calda e o segundo, a posição (superior e inferior), tanto para deposição na copa, quanto para deriva. Assim como no estudo de deposição, para o estudo de espectro de gotas, procedeu-se as análises dos volumes de calda pulverizados com e sem assistência eletrostática, separadamente. Para as características avaliadas (DMV, cobertura e densidade), utilizou-se o esquema fatorial  $4 \times 3$ , sendo o primeiro fator o volume de calda e o segundo, a posição (superior, média e inferior). Todas as análises estatísticas supracitadas foram feitas com o auxílio do software Assistat 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicando-se o teste Skott-Knott às médias de deposição de calda nas folhas da metade superior e inferior da copa do cafeeiro, na placa de petri no solo (endoderiva) e na etiqueta acima da planta (exoderiva), com a aplicação realizada por pulverizador hidropneumático com e sem assistência eletrostática, observou-se que essas duas formas de pulverização formaram dois grupos distintos, com os valores mais elevados de deposição da calda na pulverização sem a assistência para todas as características avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Deposição de calda nas folhas do cafeeiro e deriva ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ), após aplicação utilizando pulverizador hidropneumático com e sem assistência eletrostática.

Volume de Calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Assistência eletrostática	Deposição ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )			
		Copa		Deriva	
		Superior	Inferior	Endoderiva	Exoderiva
234	Com	0,178b	0,233b	0,019b	0,088b
255	Com	0,217b	0,290b	0,026b	0,057b
273	Com	0,185b	0,266b	0,030b	0,070b
290	Com	0,173b	0,282b	0,030b	0,116b
498	Sem	0,441a	0,509a	0,296a	0,419a
609	Sem	0,501a	0,431a	0,233a	0,359a
700	Sem	0,369a	0,474a	0,195a	0,264a
782	Sem	0,403a	0,399a	0,264a	0,347a
CV (%)		36,43	21,62	60,73	53,51

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Tendo em vista que o teste Scott-Knott agrupou os volumes de calda de acordo a presença ou ausência da assistência eletrostática, procedeu-se o estudo destes volumes de calda de forma separada, já que para todas as características avaliadas os grupos se mostraram distintos. Os volumes de calda nos quais foram feitas as pulverizações nos tratamentos sem assistência eletrostática foram são maiores que os volumes de calda utilizados com a assistência eletrostática, o que pode vir a explicar os maiores depósitos do grupo com assistência eletrostática. Isso se dá pelo fato de que os volumes foram definidos através do ajuste entre as pressões permitidas para as pontas de pulverização utilizadas em cada pulverizador, de acordo com dados dos fabricantes. Porém, mesmo sabendo previamente que os volumes de calda por área eram distintos, essa comparação se fez necessária entre os dois sistemas de pulverização, para que se pudesse estudar o possível uso da assistência eletrostática em substituição da aplicação convencional no cafeeiro Conilon, visto que, o uso dessa tecnologia na cultura em questão carece de estudos. Souza et al. (2007) comentam sobre a dificuldade de se avaliar depósitos, em virtude da desuniformidade de um processo de pulverização realizado em condições de campo. A deposição de calda na copa com a pulverização sem assistência eletrostática na metade inferior e superior da copa foram 1,7 e 2,2 vezes, respectivamente, maiores do que a pulverização com a assistência eletrostática. Porém, para este incremento, o volume de calda chegou a ser 3,3 vezes maior, o que acarretou também maiores perdas na endoderiva e exoderiva. Xiongkui et al. (2011) testando o sistema eletrostático em pulverizações em pomar, comprovou que este sistema dobrou a deposição em comparação a deposição obtida pela pulverização convencional. Já Sasaki et al. (2013) relatou nos estudos em café Arábica que o sistema eletrostático foi eficiente na pulverização, proporcionando incremento na deposição de calda de 37% quando comparado com a aplicação com o sistema eletrostático desligado. Na tabela 4, nota-se que a metade inferior da copa do cafeeiro obteve

depósito mais elevado em suas folhas do que a metade superior, na pulverização com assistência eletrostática. A deposição na metade inferior da copa foi 42% maior que a deposição da metade superior. Vários autores já relataram comportamento semelhante no cafeeiro Arábica. Cunha et al. (2011), Silva (2013) e Gitirana Neto e Cunha (2016), utilizando como no presente estudo o pulverizador hidropneumático, relataram maior depósito e cobertura de aplicação no terço médio e inferior da copa do cafeeiro.

Tabela 2. Deposição em folhas das posições superior e inferior da copa da planta resultante da aplicação com pulverizador hidropneumático com assistência eletrostática.

Pulverizador Hidropneumático	Deposição do traçador ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		DMS*
	Posição na copa da planta		
	Superior	Inferior	
Com assistência eletrostática	0,188b	0,267a	0,040

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. \*DMS: Diferença mínima significativa.

A possível proximidade das pontas do pulverizador com a parte inferior da copa do cafeeiro pode nos auxiliar a explicar os resultados obtidos. Também provavelmente devido ao local da amostragem, terceiro e quarto pares de folhas dos ramos plagiotrópicos não muito internos na planta. Silva (2013), assim como no presente estudo, também não observou diferença estatística nos diferentes volumes de calda pulverizados quanto à deposição nas folhas na parte inferior do cafeeiro Arábica. Vale ressaltar que, embora os volumes de calda tenham sido diferentes, a dose do corante empregada por área foi igual. Com relação à deriva, resultante da pulverização com e sem assistência eletrostática e nas diferentes posições, solo (endoderiva) e para fora da planta (exoderiva), notou-se que não houve interação entre os fatores posição de coleta e volume de calda, o que o implica a não dependência entre estes fatores. Porém, para as posições que representam a exoderiva e endoderiva, a pulverização com e sem assistência eletrostática promoveu diferenças significativas. Gitirana Neto e Cunha (2016) comparando a pulverização com assistência eletrostática e a convencional, em café Arábica, obtiveram uma redução de perdas para o solo de até 202%. No presente estudo, as perdas para o solo com a assistência eletrostática foram 850% menor, com relação à aplicação convencional e a exoderiva foi reduzida em 323%, como pode se observar na tabela 6. Esses altos percentuais de redução podem ser atribuídos ao fato de que a assistência eletrostática cria uma diferença de potencial elétrico, entre a gota e o alvo, fazendo com que as mesmas sejam atraídas pela planta.

Tabela 3. Deposição da deriva das posições superior (exoderiva) e inferior (endoderiva) da planta, resultante da aplicação com pulverizador hidropneumático com e sem assistência eletrostática.

Assistência eletrostática	Deposição do traçador ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		DMS*
	Deriva		
	Exoderiva	Endoderiva	
Com	0,082a	0,026b	0,022
Sem	0,347a	0,247b	0,087

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de Probabilidade. \*DMS: Diferença mínima significativa.

Miranda et al. (2016) relataram que a ponta J4-2, ponta utilizada nos volumes de calda pulverizados sem a assistência eletrostática, é a que proporcionou maior quantidade de depósitos de pulverização em folhas de cafeeiro e menor quantidade de deriva de pulverização em placas de petri no solo. No presente estudo, esta ponta promoveu também os maiores depósitos, entretanto, promoveu também as maiores perdas para o solo, quando comparada a ponta SPE-2 Cinza utilizada nos volumes de calda com assistência eletrostática. A exoderiva, nas pulverizações com e sem assistência eletrostática, mostrou-se superior com relação à endoderiva, como visto na tabela 6. Essa informação é importante, pois, sabendo que a maior parte do volume aplicado está sendo perdido através da exoderiva, sugere-se que sejam feitos ajustes no pulverizador hidropneumático, para que esse percentual de perdas seja amenizado. O DMV é o parâmetro mais estudado nas pesquisas em tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, apresentando elevada relação com a pressão estabelecida, e assim volume de calda, pelos fabricantes de pontas. Este parâmetro diferenciou-se nos terços da planta, sendo o terço médio o que apresentou valores mais elevados quando comparado ao terço inferior e superior, na pulverização com e sem assistência eletrostática (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), Cobertura e densidade de gotas nas posições superior, média e inferior do cafeeiro resultante da aplicação com pulverizador hidropneumático com e sem assistência eletrostática.

Assistência eletrostática	Posição de coleta			DMS*
	Inferior	Média	Superior	
DMV ( $\mu\text{m}$ )				
Com	1203,98b	3988,57a	2416,28b	1535,41
Sem	2518,37b	5629,63a	3833,10b	1517,35
Cobertura (%)				
Com	3,71c	32,26a	21,01b	7,99
Sem	15,48c	47,45a	30,35b	9,20
Densidade (gotas $\text{cm}^{-2}$ )				
Com	19,82c	65,44a	52,45b	8,69
Sem	35,66b	50,26a	55,03a	11,35

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade. \*DMS: Diferença mínima significativa.

Os maiores valores de DMV foram observados no terço médio do dossel, tanto na pulverização com assistência como na sem assistência eletrostática. Como essa região fica mais exposta e com maior proximidade às pontas do pulverizador, supõe-se que as gotas dessa região podem ter se sobreposto, gerando valores de DMV mais elevados quanto comparados aos terços inferior e superior da planta. Cunha et al. (2007), avaliando as pontas de jato plano (API e ADI) e de jato cônico vazio (ATR), verificaram que essas últimas, como as utilizadas no presente trabalho, apresentaram comportamento de espectro de gota diferenciado. Enquanto nas pontas de jato plano o diâmetro das gotas diminuiu com o incremento da pressão, nas pontas de jato cônico vazio o aumento da pressão, e conseqüente volume de calda, não influenciou o diâmetro das gotas, corroborando com os resultados encontrados para o DMV no presente estudo. Os autores justificaram que a magnitude de variação de tamanho de gotas em função da pressão nas pontas de jato cônico vazio é menor que nas pontas de jato plano. A porcentagem de cobertura dos terços médio e superior (Tabela 8), resultante da pulverização com e sem assistência eletrostática, apresentaram valores considerados satisfatórios para o controle fitossanitário, corroborando com o estudo de Alvarenga (2012). Ferreira et al. (2013) em estudos com café Arábica, também encontraram maiores coberturas quando se utilizou maiores volumes de calda. A densidade, assim como a cobertura, apresentou seus menores valores no terço inferior da planta, 19,82 e 35,66 gotas  $\text{cm}^{-2}$ , pulverizados com e sem assistência eletrostática, respectivamente (Tabela 8). Na pulverização com e sem assistência eletrostática os terços médio e superior da planta, foram os que apresentaram maior densidade de gotas por área. Vale lembrar que é nessa região de avaliação que se encontra a copa das plantas, alvo principal de maior parte das pulverizações. A maior densidade de gotas foi encontrada no terço médio da planta (65,44 gotas  $\text{cm}^{-2}$ ), pulverizada com a assistência eletrostática. Para a densidade média de gotas pulverizadas com assistência eletrostática, foram detectadas diferenças significativas pelo Teste F a 5% de probabilidade entre os volumes de calda. Dessa forma os dados foram ajustados ao modelo quadrático de regressão (Figura 1), e o ponto de máximo foi obtido no volume de calda de 266 L  $\text{ha}^{-1}$ , o que resultou na densidade de 46 gotas  $\text{cm}^{-2}$ .

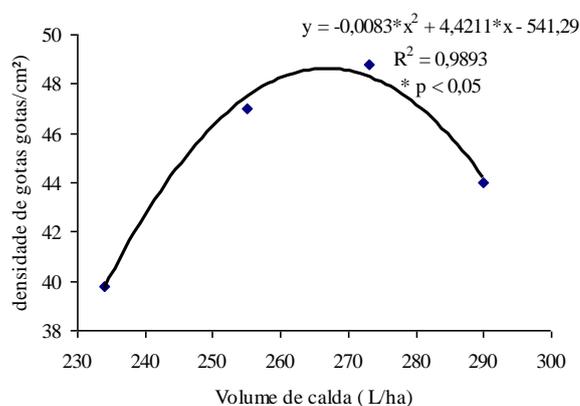


Figura 1. Valores médios de densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) em função dos volumes de calda aplicados com assistência eletrostática

## CONCLUSÕES

1. Os volumes de calda aplicados com o pulverizador hidropneumático, sem a assistência eletrostática, apresentaram maiores valores de deposição na copa do cafeeiro, porém, também apresentaram maior endoderiva e exoderiva, quando comparados a quaisquer volumes utilizados na pulverização com assistência eletrostática.
2. Contudo, os volumes de calda pulverizados com a assistência eletrostática mostram resultados promissores para a tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários no cafeeiro Conilon, visto que a endoderiva foi reduzida em até 850%, a exoderiva em 323% e apresentou índices satisfatórios de cobertura e densidade de gotas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, C.B. **Automatização de um pulverizador hidropneumático visando o controle do espectro de gotas em função do déficit de pressão de vapor d'água no ar**. 2012. 128f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711–728, 2013.
- BAESSO, M.M.; TEIXEIRA, M.M.; RUAS, R.A. A.; BAESSO, R.C.E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. *Revista Ceres*, v.61, suplemento, p.780-785, 2014.
- 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, n.2, p.470-477, 2006.
- BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outillis de pulverization**. Paris: Institut Technique des Cereales et des Fourrages, 1990. 160p.
- BAYAT, A.; BOZDOGAN, N.Y. An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential. *Crop protection*, v.24, n.11, p.951-960, 2005.
- BAYER, T.; COSTA, I.F.D.; LENZ, G.; ZEMOLIN, C.; MARQUES, L.N.; STEFANELO, M.S. Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.2, p.192-198, 2011.
- BÓCOLI, M.A.; MIRANDA, G.R.B.; CARVALHO, A.R.; ALVES, A.D. Quantificação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional. *Revista Agrogeoambiental*, v.4, n.2, 2012.
- GIMENES, M.J.; RAETANO, C.G.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; PRADO, E.P.; REZENDE, D.T.; CHRISTOVAM, R.S. Effects os spray nozzles and spray volume on *Spodoptera frugiperda* management and narrow row corn performance. *International Journal of Agricultural Research*, v.7, n.3, p.134-143, 2012.
- GITIRANA NETO, J. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários na cafeicultura**. 2015. 67f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.
- GITIRANA NETO, J.; CUNHA, J.P.A.R. Spray deposition and chemical control of the coffee leaf-miner with different spray nozzles and auxiliary boom. *Engenharia Agrícola*, v.36, n.4, p.656-663, 2016.
- LARYEA, G.N.; NO, S.Y. Effect of fan speed and electrostatic charge on deposition of orchard canopy sprays. *Atomization and Sprays*, v.15, p.133-144, 2005.
- MAGNO JÚNIOR, R.G.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, L.B.; FERREIRA, L.R.; ALVARENGA, C.B. Desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para atração de gotas da aplicação eletrostática em plantas cítricas. *Bioscience Journal*, v.27, n.5, p.798-804, 2011.
- MACHOWSKI, W.; BALACHANDRAN, W. Design of eletrostatic fog generator using a reverse field modelling technique. *Annual Meeting*, v.5, n.9, p. 1784-1789, 1997.
- MASKI, D.; DURAIRAJ, D. Effects of charging voltage, application speed, target height, and orientation upon charged spray deposition on leaf abaxial and adaxial surfaces. *Crop Protection*, v.29, p.134-141, 2010.
- SILVA, A.R.; LEITE, M.T.; FERREIRA, M.C. Estimativa de área foliar e capacidade de retenção de calda fitossanitária em cafeeiro. *Bioscience Journal*, v.24, n.3, p.66-73, 2008.
- SILVA, J.E.R. **Deposição de calda aplicada em folhas de cafeeiro com diferentes volumes e pontas de pulverização**. 2013. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.