

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

PABLO SOUTO OLIVEIRA

**QUALIDADE DE PULVERIZAÇÕES PNEUMÁTICAS
DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM CAFEIRO CONI-
LON**

**São Mateus, ES
JULHO de 2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**QUALIDADE DE PULVERIZAÇÕES PNEUMÁTICAS
DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM CAFEIRO CONI-
LON**

PABLO SOUTO OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória

**São Mateus, ES
JULHO de 2016**

QUALIDADE DE PULVERIZAÇÕES PNEUMÁTICAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM CAFEIRO CONI- LON

PABLO SOUTO OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Prof. Dr. Raphael Magalhães Gomes
Moreira
Instituto Federal do Espírito Santo
(Membro Externo)

Dr. Fábio Oséias dos Reis Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
(Membro Interno)

Prof. Dr. Haroldo Carlos Fernandes
Universidade Federal de Viçosa
(Co-orientador)

Prof. Dr. Edney Leandro da Vitória
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.

Mahatma Gandhi

À Lúzia Almeida (*in memoriam*) que acreditava no meu potencial me incentivando sempre a continuar estudando.

A meus pais Aldemir Oliveira e Maria Auxiliadora Souto Oliveira, que através de simplicidade, trabalho e honestidade me proporcionaram esse momento. À minha irmã e meu cunhado, Patrícia Souto Szablak e Douglas Szablak, pela força e companheirismo de sempre e minha namorada Daniele Freisleben Lavanhole, pelo amor, companheirismo e incentivo sempre.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que me deu a vida e iluminou esta longa caminhada.

Aos meus pais Aldemir e Maria que me deram força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades, que acreditaram e contribuíram com a conclusão deste curso, conduzindo-me a correr atrás dos meus objetivos.

Aos minha irmã e meu cunhado Patrícia e Douglas, que sempre me incentivaram nos estudos.

À minha namorada Daniele pelo amor, incentivo, contribuição para minha vida e estudos.

Ao Sr. Bruno Pilon Bastianello por ceder parte de suas lavouras para criação da área experimental e pelo apoio incondicional fornecido às atividades experimentais.

Aos meus amigos pelo companheirismo de sempre, pelo apoio incondicional e por participarem dessa parte importante da minha vida, em especial: Amanda Costa, Ana Maria Alves de Souza Ribeiro, André Monzoli Covre, Eduardo Oliveira de Jesus Santos, Jackson Roberto Ribeiro, Letícia Stófilis, Rafaela Miranda, Lucas Caetano Gonçalves e Luciano Canal. A todos os meus amigos que contribuíram para essa conquista.

Ao meu orientador Edney Leandro da Vitória pelo empenho e credibilidade que me ofereceu, direcionando o caminho a ser percorrido, sou muito grato a todo o seu trabalho.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

A todos que de qualquer forma, mesmo da forma mais simples, direta ou indiretamente, me incentivaram e fizeram parte da minha história.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO.....	1
1.1 DEPOSIÇÃO DE CALDA EM CAFEEIRO CONILON APLICADA POR PULVERI- ZAÇÃO PNEUMÁTICA.....	2
Introdução.....	2
Material e Métodos.....	4
Resultados e Discussão.....	8
Conclusões.....	11
Referências Bibliográficas.....	12

OLIVEIRA, Pablo Souto; M. Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Julho de 2016; **Qualidade de pulverizações pneumáticas de defensivos agrícolas em cafeeiro conilon**; Orientador: Edney Leandro da Vitória; Co-orientador: Haroldo Carlos Fernandes.

RESUMO

A ocorrência de pragas, doenças e plantas infestantes no agroecossistema nas importantes culturas (soja, milho, trigo, arroz, algodão, café) vêm causando perdas de produtividade maiores que 30% do potencial produtivo, na média mundial, mesmo com práticas de controle. Um grande fator que afeta a produtividade da cafeicultura é a presença de pragas e doenças. Com a expansão das lavouras cafeeiras e a adoção ao sistema de plantio adensado, estabelece-se condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças de maior expressão econômica, destacando-se entre elas, a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei* F.) e a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Nas infestações da cultura por esses agentes, a adoção de medidas de controle, necessárias para evitar o dano econômico, ocorre principalmente pelo emprego de produtos fitossanitários, aplicados em sua maioria, via pulverização. A eficácia do controle fitossanitário com a pulverização está condicionada não apenas ao uso de produtos de ação comprovada, mas também ao momento certo de sua aplicação com a utilização do equipamento adequado, que garanta alta eficiência de aplicação, reduzindo as perdas e a contaminação do ambiente. É crescente a utilização de pulverizadores pneumáticos tratorizados nas lavouras cafeeiras do norte capixaba, devido ao adensamento dos plantios, a queda dos ramos ortotrópicos pelo peso da produção dos frutos e à necessidade de intervenções emergenciais. Há alguns questionamentos sobre a eficiência de aplicação do pulverizador do tipo canhão em lavouras cafeeiras, muitos sem qualquer embasamento científico. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a deposição de calda em cafeeiro Conilon aplicada por pulverização pneumática. O experimento foi instalado em uma propriedade do município de Nova Venécia-ES, foram demarcadas as plantas alinhadas à direção do jato pulverizado, perpendicularmente às linhas de cultivo. A lavoura possui espaçamento de 3,60 m entre linhas por 1,00 m entre plantas na linha, que apresentavam na ocasião da aplicação, A área experimental consistiu de 16 plantas consecutivas selecionadas por linha de cafeeiros, sendo as 4 centrais úteis, em 8 linhas de cafeeiros consecutivas e paralelas ao caminhamento do conjunto trator-pulverizador. Os dados foram coletados 15 de dezembro de 2015. A parcela experimental foi constituída por uma planta. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em um esquema de parcelas subdivididas 8 x 2 x 3, combinando as oito linhas de cafeeiros, os dois lados do cafeeiro em relação à linha e, os três terços da planta (inferior, médio e superior). A área foliar foi obtida por meio de um medidor de área foliar marca LI-COR, modelo LI-3100C, por leitura individual. Concluiu-se que, ocorreu maior deposição até a distância de 10,80 metros e que o lado frontal ao pulverizador houve maior deposição no terço médio e superior e o lado posterior a deposição foi semelhante nos 3 terços.

Palavras-chaves: Tecnologia de aplicação, *Coffea canephora*, canhão pneumático.

OLIVEIRA, Pablo Souto; M. Sc.; Federal University of Espirito Santo; July 2016 ; **Quality pneumatic spraying of pesticides in conilon coffee** ; Advisor: Edney Leandro Victory ; Co-supervisor : Haroldo Carlos Fernandes.

ABSTRACT

The occurrence of pests, diseases and weeds in agro-ecosystem in important crops (soybeans, corn, wheat, rice, cotton, coffee) are causing major productivity losses of 30% of the productive potential in the world average, even with control practices. A major factor affecting the coffee productivity is the presence of pests and diseases. With the expansion of coffee plantations and adopting the high density planting system is established environmental conditions favorable to the development of pests and diseases of major economic importance, foremost among them, the borer-coffee (*Hypothenemus hampei* F.) and the rust of coffee (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). In infestations of culture by these agents, the use of control measures necessary to prevent economic damage occurs mainly by the use of plant protection products, applied mostly via spraying. The effectiveness of the phytosanitary control, spraying is subject not only to the use of proven action products, but also the right time of your application using the appropriate equipment, ensuring high application efficiency, reducing losses and environmental contamination. There is a growing use of tractor-implement pneumatic sprays the coffee plantations of Espirito Santo north due to densification of the plantations, the fall of orthotropic branches by weight of fruit production and the need for emergency interventions. There are some questions about the gun type spray application efficiency in coffee plantations, many without any scientific basis. The aim of this study was to evaluate the spray deposition in Conilon coffee applied by pneumatic spraying. The experiment was installed in a property in the city of Nova Venécia-ES were demarcated plants aligned to the direction of the spray jet, perpendicular to the crop rows. The crop has spacing of 3.60 m between rows and 1.00 m between plants, which presented the application of the occasion, The experimental area consisted of 16 consecutive plants selected by line of coffee, and the 4 business, centers, 8 lines consecutive coffee and parallel to the traversal of the tractor-sprayer set data were collected December 15, 2015. The experimental plot consisted of a plant. a completely randomized experimental design was used with four replications in a plot scheme split 8 x 2 x 3, combining the eight rows of coffee plants, the two sides of the coffee from the line and the two-thirds of the plant (lower, secondary and higher). The leaf area was obtained by means of a leaf area meter mark LI-COR Model LI-3100C for individual reading. In conclusion, there was greater deposition to a distance of 10.80 meters and the front side of the spray was higher deposition in the middle and upper third and the back side deposition was similar in the three thirds.

Keywords: Application Technology, *Coffea canéfora*, pneumatic cannon.

1. CAPÍTULO

1.1 DEPOSIÇÃO DE CALDA EM CAFEIEIRO CONILON APLICADA POR PULVERIZAÇÃO PNEUMÁTICA

Introdução

A tecnologia de aplicação desempenha um papel muito importante na atividade de produção agrícola. Conforme Carvalho (2006), sem o uso da aplicação de agroquímicos na agricultura a produção de alimentos no mundo sofreria uma redução de 40 a 45 % e o custo da alimentação seria acrescido de 50 a 75 %, além do comprometimento na qualidade dos alimentos e fibras produzidas.

A ocorrência de pragas, doenças e plantas infestantes no agroecossistema nas importantes culturas (soja, milho, trigo, arroz, algodão, café) vêm causando perdas de produtividade maiores que 30% do potencial produtivo, na média mundial, mesmo com práticas de controle (EUROPEAN CROP PROTECTION ASSOCIATION, 1992; BÓCOLI et al., 2012). Equipes multidisciplinares de pesquisadores têm trabalhado para compreender os problemas fitossanitários e encontrar formas de minimizá-los (BÓCOLI et al., 2012).

Um grande fator que afeta a produtividade da cafeicultura é a presença de pragas e doenças. Com a expansão das lavouras cafeeiras e a adoção ao sistema de plantio adensado, estabelece-se condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças de maior expressão econômica, destacando-se entre elas, a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei* F.) e a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) (ANDROCIOLO FILHO, 2002; RENA et al., 1986; ZAMBOLIM et al., 1996). Nas infestações da cultura por esses agentes, a adoção de medidas de

controle, necessárias para evitar o dano econômico, ocorre principalmente pelo emprego de produtos fitossanitários, aplicados em sua maioria, via pulverização (FERREIRA et al., 2007).

A eficácia do controle fitossanitário com a pulverização está condicionada não apenas ao uso de produtos de ação comprovada, mas também ao momento certo de sua aplicação com a utilização do equipamento adequado, que garanta alta eficiência de aplicação, reduzindo as perdas e a contaminação do ambiente (BALAN et al., 2006; CUNHA et al., 2005).

Na aplicação de produtos fitossanitários, a deposição e distribuição do ingrediente ativo na parte aérea da planta dependem de diversos fatores como tamanho da planta, densidade da copa, deriva, tamanho de gota, volume de calda, forma e volume de planta, velocidade de deslocamento do pulverizador, velocidade do vento, tipo de equipamento utilizado, combinação de bicos no pulverizador em relação à planta, volume e velocidade do ar na saída do pulverizador e distância do pulverizador até o alvo (MIRANDA et al., 2012).

Os avanços da tecnologia de aplicação de fitossanitários contribuíram para a melhoria do desempenho operacional dos pulverizadores e para a tendência atual de redução do volume de calda, visando à diminuição dos custos e o aumento da eficiência da pulverização (FERREIRA et al., 2013). Devido a essa busca pela redução dos volumes de calda na pulverização agrícola, o pulverizador pneumático quando comparado ao hidropneumático, torna-se um potencial redutor no uso da água para a cultura do café (MIRANDA et al., 2013).

A pulverização pneumática é caracterizada pela produção de gotas finas e uniformes, com diâmetro entre 50 e 150 μm , e pela assistência de ar para o transporte das mesmas, favorecendo sua penetração na massa foliar da cultura (VÁSQUEZ MINGUELA & CUNHA, 2010).

É crescente a utilização de pulverizadores pneumáticos tratorizados nas lavouras cafeeiras do norte capixaba, devido ao adensamento dos plantios, a queda dos ramos ortotrópicos pelo peso da produção dos frutos e à necessidade de intervenções emergenciais. Há alguns questionamentos sobre a eficiência de aplicação do pulverizador do tipo canhão em lavouras cafeeiras, muitos sem qualquer embasamento científico (BÓCOLI et al., 2012).

Ferreira et al. (2013) afirmam que há pouca informação científica a respeito da eficiência de aplicação por pulverizadores utilizados na cafeicultura, sendo necessário mais estudos devido ao grande número de pulverizações realizadas para controlar os problemas fitossanitários.

Objetivou-se neste trabalho, avaliar a deposição de calda em cafeeiro Conilon aplicada por pulverização pneumática.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em condições de campo, no dia 15 de dezembro de 2015, em uma propriedade rural particular no município de Nova Venécia, norte do Estado do Espírito Santo. Situada na latitude 18° 22' 38,33" S e longitude de 40° 34' 5,72" W no *datum* WGS1984, a 204 metros de altitude, a área experimental foi instalada numa região com vento norte predominante e clima local caracterizado como tropical úmido, com inverno seco, temperatura média anual de 23°C e precipitação pluvial média anual de 1072 mm ano⁻¹, considerado Aw, conforme a classificação de Köppen.

A área experimental foi implantada em uma lavoura de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) a pleno sol com seis anos de idade, com irrigação localizada do tipo microspray e produtividade média de 100 sacas ha⁻¹ (Figura 1). A lavoura possui espaçamento de 3,60 m entre linhas por 1,00 m entre plantas na linha, que apresentavam na ocasião da aplicação, altura média de 2,10 m e largura média do dossel de 2,30 m aferida em altura equivalente a 2/3 da altura da planta. Foram selecionadas 16 plantas consecutivas por linha de cafeeiros, sendo as 4 centrais úteis, em 8 linhas de cafeeiros consecutivas e paralelas ao caminhamento do conjunto trator-pulverizador, distanciadas a 0,0 (Fileira 1) 3,6 (Fileira 2), 7,2 (Fileira 3), 10,8 (Fileira 4), 14,4 (Fileira 5), 18 m (Fileira 6), 21,6 m (Fileira 7), 25,2 m (Fileira 8) da passagem do pulverizador, sendo demarcadas as plantas alinhadas à direção do jato pulverizado, perpendicularmente às linhas de cultivo (Figura 1).



FIGURA 1. Aplicação da calda para análise de deposição.

A coleta de dados para análise estatística foi feita por meio da coleta de uma folha, exposta à pulverização, localizada no 1º ou 2º par de folhas completamente desenvolvidas da extremidade dos ramos plagiotrópicos, em um ramo mediano de cada terço do cafeeiro.

A parcela experimental foi constituída por uma planta. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, em um esquema de parcelas subdivididas 8 x 2 x 3, combinando as oito linhas de cafeeiros 0,0 m (Fileira 1) 3,6 m (Fileira 2), 7,2 m (Fileira 3), 10,8 m (Fileira 4), 14,4 m (Fileira 5), 18 m (Fileira 6), 21,6 m (Fileira 7), 25,2 m (Fileira 8), os dois lados, lado 1 (Frontal) e lado 2 (Posterior) do cafeeiro em relação à linha e, os três terços da planta terço 1 0,7 m (Inferior, médio e superior) (Figura 2).

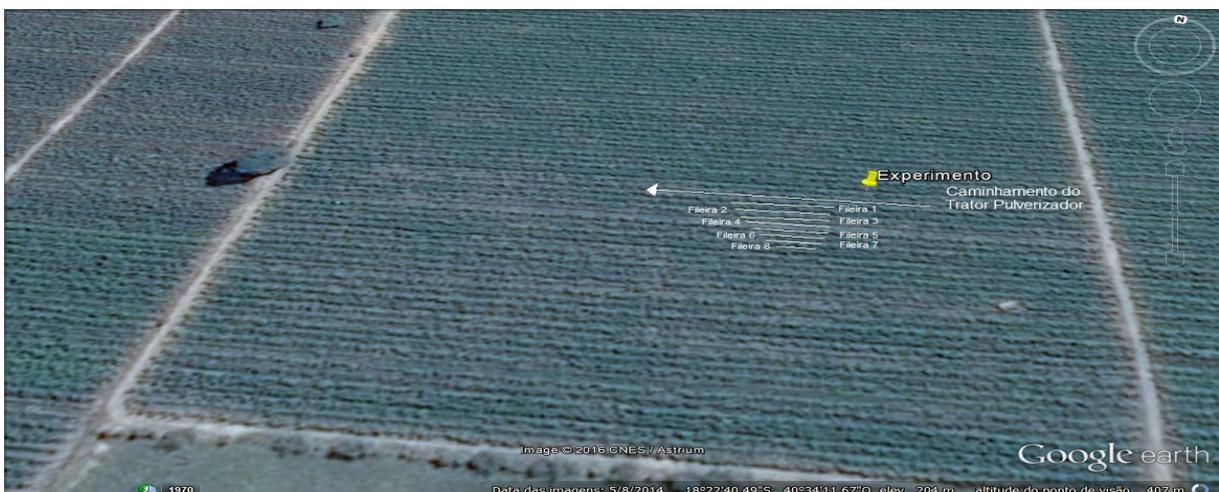


FIGURA 2. Local da área experimental e esquema de amostragem.

Para aplicação foliar da calda usada como solução marcadora, contendo água e corante Azul Brilhante (FD&C nº 1) à concentração de 0,25% (p/v), conforme metodologia adaptada de Palladini (2000), utilizou-se um trator John Deere modelo 5425N com 75 cv (55 kW) e velocidade média de deslocamento de 5,8 km h⁻¹, tendo acoplado, pelo sistema de engate de 3 pontos, um pulverizador pneumático modelo J600 da marca Jacto, equipamento tipo canhão de ar que permite, em condições de vento favorável, alcance de até 35,0 m de faixa de aplicação.

No momento da aplicação, as variáveis ambientais temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro digital modelo T 512 da marca Thermo e de um termo-anemômetro digital modelo TAD-500 da marca Instrutherm, posicionados a dois metros de altura da superfície do solo, de acordo com metodologia adotada por Scudeler et al. (2004). Os dados meteorológicos coletados entre às 10:00 e 10:10 horas, registraram temperatura entre 29,7 e 30,0°C, umidade relativa do ar entre 57,6 e 58,0% e, velocidade do vento entre 0 e 0,3 m.s⁻¹.

Após a secagem do corante, foram coletadas 24 folhas de cada parcela, 3 na parte frontal e 3 na parte posterior da planta (subparcelas), sendo uma na parte inferior, uma na parte mediana e uma na parte superior de cada lado da planta em cada subparcela, com auxílio de luvas cirúrgicas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados por suas posições nas fileiras e, logo em seguida, levadas ao Laboratório Agronômico 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.

Para análise da deposição da calda, adicionou-se 100 mL de água destilada a cada amostra, agitando-a em seguida por cerca de 30 segundos no próprio saco plástico, para remoção do traçador. Após esse procedimento, realizou-se a quantificação dos depósitos em um espectrofotômetro da marca Thermo Electron Corporation, modelo Genesys 10 UV, pela leitura de absorbância no comprimento de onda de 630 nm.

Os valores de absorvância obtidos de cada amostra foram transformados em concentração (mg.L^{-1}) adotando-se a equação da curva-padrão estabelecida pelas diluições (1/200, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/5000, 1/10000, 1/20000) da amostra da calda coletada no tanque do pulverizador, após a aplicação (Figura 3).

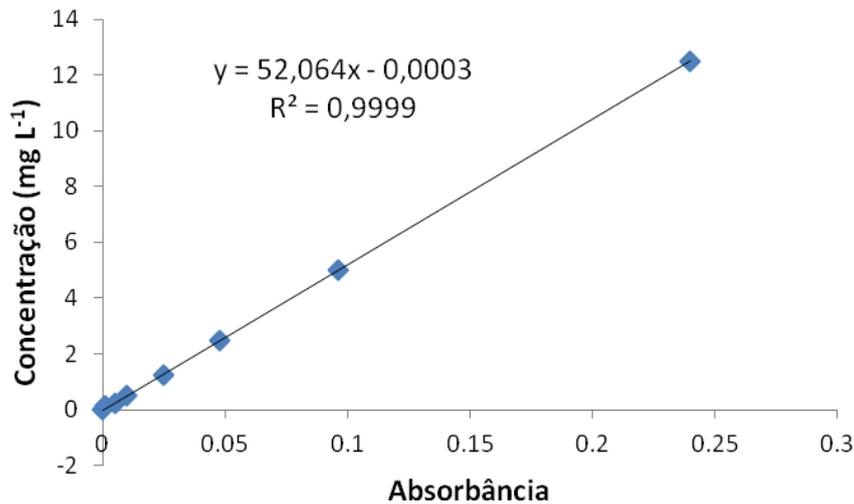


FIGURA 3. 'Curva de calibração do corante Azul Brillante em solução aquosa, empregada na determinação da concentração do corante Azul Brillante retida nas folhas.

O volume depositado nas etiquetas de papel celofane foi determinado através da seguinte equação:

$$C_i.V_i = C_f.V_f$$

Em que:

C_i = Concentração inicial da calda (2500 mg.L^{-1});

V_i = Volume inicial a ser calculado;

C_f = Concentração final correspondente à concentração encontrada na leitura do espectrofotômetro;

V_f = Volume utilizado para lavar as etiquetas (25 mL).

Determinado o volume depositado, calculou-se a deposição em nanolitros (nL) de calda por centímetro quadrado (cm^2) de superfície das folhas coletadas. Após a remoção do corante, calculou-se a área das folhas em centímetro quadrado (cm^2) com o medidor de área foliar Li-Cor L1-3100C.

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e quando observadas diferenças estatísticas, foram submetidos às análises de regressão e ao teste de comparação de médias, utilizando-se o programa estatístico GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

A análise de variância aplicada aos dados experimentais mostrou que a interação “distância x lado das plantas” e “lados das plantas x e terço das plantas” foram significativa a 5% de probabilidade, pelo teste F, para a variável avaliada.

Análise da deposição

Aplicando-se o teste Tukey às médias de deposição de calda nas folhas do cafeeiro, para as diferentes distâncias e lados das plantas, observou-se que até a distância de 10,80 m, a deposição diferiu significativamente nos lados das plantas, com maiores valores de deposição da calda no lado (Tabela 1).

TABELA 1. Valores médios de depósitos (nL cm⁻²) de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador e os dois lados da planta.

Distância (m)	Deposição (nL cm ⁻²)	
	Lado das plantas	
	Lado Frontal	Lado Posterior
0,0	1066,59 A	439,86 A
3,6	1415,25 A	829,57 A
7,2	2039,80 A	475,91 B
10,8	1135,61 A	140,64 B
14,4	238,27 A	161,55 A
18,0	181,34 A	182,62 A
21,6	257,37 A	182,92 A
25,2	115,37 A	128,19 A
CV% = 110,55		
CV% = 149,79		

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Houve uma maior deposição entre 0,0 m e 10,80 m em ambos os lados, havendo um decréscimo conforme a distância entre o caminhar do pulverizador e as fileiras aumenta. No lado oposto há uma menor deposição em relação ao lado frontal do jato pulverizado, porém apenas entre as distâncias de 7,2 m e 10,8 m, houve

diferença significativa em relação aos lados das plantas do cafeeiro. Este fato pode ser explicado pela maior deposição em ambos os lados nas linhas mais próximas do pulverizador em função da forte influência do vento produzido nesta distância e da presença de difusores inferiores no equipamento. Além disso, a medida que aumenta a distância em relação ao pulverizador a massa de ar deslocada sofre resistência e, por consequência reduz a deposição. Escola et al. (2006) afirmam que as maiores gotas do espectro são depositadas na parte externa da copa devido ao efeito parede produzido pelas folhas. Desta forma, apenas as menores gotas, tem a capacidade de penetrarem no dossel da planta. Alvarenga et al. (2014), pulverizando laranjeiras com pulverizador hidropneumático, observaram menor população de gotas no interior do dossel da planta e nas posições mais distantes do ponto de lançamento das gotas.

Bócoli et al. (2012) afirmam que as divergências estão relacionadas a fatores como, o equipamento de pulverização, distância entre pulverizador e alvo e, arquitetura da planta. Esses autores ressaltam que as gotas lançadas pelo pulverizador tipo canhão se depositam na planta de cima para baixo e, que a distância entre este equipamento e o alvo (planta) é maior quando comparada à distância entre o pulverizador hidropneumático e a planta. Além disso, o formato do cafeeiro pode favorecer ou dificultar o acesso das gotas a algumas partes da planta, dependendo do equipamento de pulverização a ser utilizado.

Aplicando-se a análise de regressão, para avaliação da deposição média da calda nas plantas do cafeeiro em função da distância em relação à passagem do pulverizador, verificou-se resposta cúbica-raiz e que maiores deposições ocorreram nas linhas compreendidas entre 0,0 e 10,80 m, com ponto de máximo em 3,45 m (Figura 4). Corroborando este resultado, Calvi (2015) afirma que, a partir de 7,20 m a deposição diminui à medida que se aumenta a distância em relação ao pulverizador.

A quantificação dos depósitos nos alvos é o parâmetro mais científico para determinação da qualidade da aplicação, porque, com a utilização da espectrofotometria, pode-se determinar a quantidade do traçador que ficou retido no alvo (MEWES et al., 2013).

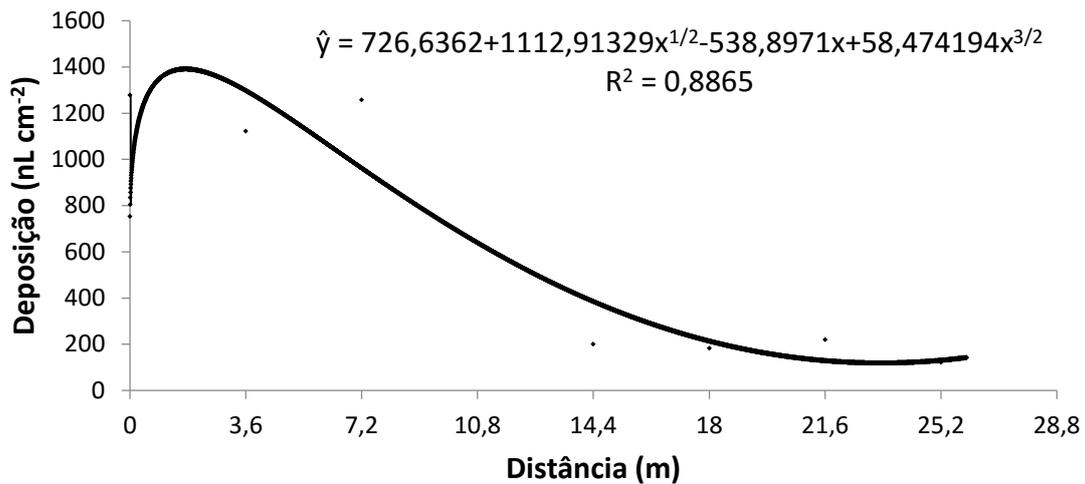


FIGURA 4. Valores médios de depósitos (nL cm^{-2}) em função da distância das fileiras em relação à passagem do pulverizador.

O desdobramento da interação “lado das plantas x terço das plantas” mostrou diferença significativa entre os terços em relação ao lado frontal da pulverização, com maior deposição no terço superior (Tabela 2). Também houve diferença significativa entre os lados em relação ao terço da planta, apresentando maiores deposições nos terços médio e superior do lado frontal ao jato pulverizado. Esse resultado corrobora o estudo de Bócoli et al. (2012), que observaram maior deposição na parte superior do cafeeiro, em duas faixas de aplicação analisadas, ao utilizar um pulverizador pneumático com características semelhantes ao utilizado neste trabalho. Na avaliação da eficiência de deposição da calda de aplicação, considerando os lados da parte frontal, verificou-se que a pulverização proporcionou uma maior deposição de 51% em relação ao terço médio e 146% em relação ao terço inferior (Figura 5). O lado posterior ao caminhamento não há diferença estatística quando confrontado as deposições nos três terços.

TABELA 2. Valores médios de depósitos (nL cm^{-2}) de acordo o lado e o terço das plantas em relação à passagem do pulverizador.

Lado	Deposição (nL cm^{-2})		
	Terço das plantas		
	Inferior	Médio	Superior
Frontal	474,27 aB	773,71 aB	1170,44 aA
Posterior	258,09 aA	377,54 bA	317,35 bA
CV% = 149,79			
CV% = 113,10			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

No entanto, Miranda et al. (2012), utilizando um pulverizador hidropneumático em diferentes volumes de calda, observaram maior deposição de calda na parte inferior do cafeeiro, justificando estes resultados pela observação de que os bicos do pulverizador hidropneumático trabalham mais próximos dessa região da planta. Scudeler et al. (2004) também constataram maior deposição na parte inferior do cafeeiro com o uso do pulverizador hidropneumático, fato que, segundo estes autores, indica uma deficiência do equipamento de pulverização.

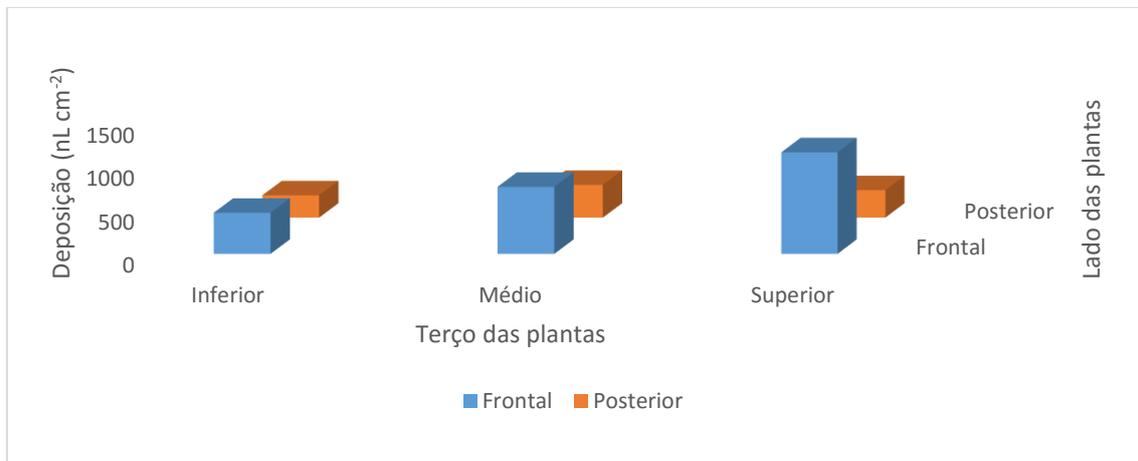


FIGURA 5. Valores médios de depósitos (nL cm⁻²) em função dos lados das plantas amostrais em relação à passagem do pulverizador e terço das plantas.

Conclusão

Verificou-se que há uma maior deposição de calda nas distâncias de 0,00 à 10,80 metros aplicando-se a análise de regressão. Com ponto máximo de deposição na distância de 3,45 metros em relação à passagem do conjunto trator-pulverizador.

O lado oposto, há uma menor deposição em relação ao lado frontal do jato pulverizado, porém apenas entre as distâncias de 7,2 m e 10,8 m, houve diferença significativa em relação aos lados das plantas do cafeeiro.

A deposição de calda foi maior no terço superior e médio do lado frontal em relação ao lado posterior da passagem do pulverizador.

O lado frontal à passagem do pulverizador, há uma maior deposição no terço superior em relação ao terço médio e inferior.

Referências Bibliográficas

- ALVARENGA, C.B.; TEIXEIRA, M.M.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; SIQUEIRA, D.L.; RODRIGUES, D.E. Efeito da morfometria da laranjeira na pulverização hidropneumática. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2014.
- ANDROCIOLI FILHO, A. **Café adensado**: espaçamentos e cuidados no manejo da lavoura. Londrina: IAPAR, 2002. 32 p. (Circular, 121).
- 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.
- 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.
- 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, ago. 2012.
- CALVI, D. P. **Deposição e uniformidade de distribuição da calda de aplicação em plantas de café conilon utilizando a pulverização pneumática**. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2015.
- CARVALHO, W. P. de A. **Palestra proferida em Rondonópolis - MT**, 2006.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.
- CUNHA, G. A. P. Teste preliminar sobre o controle da floração natural do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 64, n. 4, p. 499-516, 2005.
- ESCOLA, A.; CAMP, F.; SOLANELLES, F.; PLANAS, S.; GARCIA, F.; ROSSE, J.R.; GIL, E.; VAL, L. Spray application volume in apple pear orchards in Catalonia (Spain) and variable rate technology for dose adjustment. St. Joseph, Mich.: **ASAE**, 2006.

- EUROPEAN CROP PROTECTION ASSOCIATION (ECPA). **Cereals and plant protection**. ECPA: Summary of the Cereal Chapters, 1992. 16 p.
- FERREIRA, M. C.; COSTA, G. M.; SILVA, A. R.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.471-478, maio/ago. 2007.
- FERREIRA, M. C.; LEITE, G. J.; LASMAR, O. Cobertura e depósito de calda fitossanitária em plantas de café pulverizadas com equipamento original e adaptado para plantas altas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, Suplemento 1, p. 1539-1548, nov. 2013.
- MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. London: Longman, 2000. 448 p.
- MEWES, W. L. C.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZANUNCIO, J. C.; ALVARENGA, C. B. Aplicação de agrotóxicos em eucalipto utilizando pulverizador pneumático. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 347-353, 2013.
- MIRANDA, G. R. B.; RAETANO, C. G.; CUNHA, M. D. Q.; PINHEIRO, J. M.; LOPES, P. R.; PRADO, A. S.; CARVALHO, R. H.; GONÇALVES, M. P. Equipamentos de pulverização associados a volumes de calda e avaliados por alvos artificiais em cafeeiros. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 22, p. 448-459, 2013.
- MIRANDA, G. R. B.; RAETANO, C. G.; SILVA, V. C.; CUNHA, M. D. Q.; CARVALHO, R. H.; PINHEIRO, J. M.; GONÇALVES, M. P.; REINATO, C. H. R.; PAIVA, L. C.; ARAÚJO, D. Avaliação dos depósitos da pulverização em frutos de cafeeiro utilizando dois equipamentos associados a diferentes volumes de calda. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 15-20, abr. 2012.
- PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1986. 447 p.
- 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.
- VÁSQUEZ MINGUELA, J. & CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010. 588 p.

ZAMBOLIM, L.; CHAVES, G. M.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A. Manejo integrado das doenças do cafeeiro em cultivo adensado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, 1., 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1996. p. 149-182.