



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Brazilian Journal of
Production Engineering

BJPE - Revista Brasileira de Engenharia de Produção



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

DEPOSIÇÃO DA PULVERIZAÇÃO E ENDODERIVA NO CAFEEIRO CONILON COM DIFERENTES TAXAS DE APLICAÇÃO

*DEPOSITION OF SPRAY AND DRIFT IN COFFEE CONILON WITH DIFFERENT RATES
OF APPLICATION*

Paola Ziviani Côvre¹, Ismael Lourenço de Jesus Freitas^{2*}, Tamara Locatelli³, & Edney
Leandro da Vitória⁴

¹²³⁴ Departamento de Engenharias e Tecnologia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo, Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, São Mateus. ¹ismaellourencojf@gmail.com ^{2*}ismaellourencojf@gmail.com ³tamaralocatelli@gmail.com ⁴vitoria.edney@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido em: 25.06.2020

Aprovado em: 09.07.2020

Disponibilizado em: 18.07.2020

PALAVRAS-CHAVE: Volume de calda; escorrimento; hidropneumático; pneumático; *Coffea canephora*.

KEYWORDS: Flowrate; spraying losses; spray hydropneumatics; spray tire; *Coffea canephora*.

*Autor Correspondente: Freitas, I. L. de J.

RESUMO

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas é importante na redução das perdas para o solo e distribuição adequada e penetração em plantas de café conilon. O objetivo deste trabalho foi analisar a deposição da calda em folhas de cafeeiro conilon e as perdas para o solo, proporcionadas pelos sistemas de pulverização pneumática e hidropneumática com diferentes taxas de aplicação. O experimento foi realizado no município de Pinheiros, região norte do Espírito Santo, de coordenadas geográficas latitude 18°22'13" sul e longitude 40°12'48" oeste, em setembro de 2017. Foi conduzido com cinco tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 3, sendo dois pulverizadores com diferentes taxas de aplicação e três pontos de coleta de depósito da calda no cafeeiro (terço superior, médio e inferior da altura da planta de café), além de coleta de depósito ocasionado pelo escorrimento ou perdas para o solo, distribuídos em um esquema de blocos casualizados com quatro repetições. Para avaliação da deposição da calda no dossel foram coletadas três folhas de cada planta escolhida, sendo uma em cada terço da planta,

todas essas posicionadas na profundidade mediana da planta. Para quantificação do escorrimento da calda, utilizou-se placas de petri abaixo da copa da planta. A pulverização com a utilização do pulverizador pneumático revelou-se mais desuniforme quanto a deposição da calda no dossel da planta em relação ao pulverizador hidropneumático.

ABSTRACT

The application technology of agricultural pesticides is important in reducing losses to the soil and proper distribution and penetration in conilon coffee plants. The objective of this work was to analyze the deposition of the coffee leaf conilon and losses to the soil, provided by the pneumatic and hydropneumatic spray systems with different rates of application. The experiment was carried out in the municipality of Pinheiros, in the northern region of Espírito Santo, with geographical coordinates latitude 18°22'13" south and longitude 40°12'48" west, in September 2017. Was conducted with five treatments distributed in a 5 x 3 factorial scheme, two sprays with different rates of application and three collection points of the deposit in the coffee tree (upper, middle and lower third of the height of the coffee plant). of deposit collection caused by runoff or soil losses, distributed in a randomized block scheme with four replications. Three leaves of each selected plant were collected, one in each third of the plant, all positioned at the median depth of the plant. To quantify the runoff of each, petri dishes were used below the canopy of the plant. Spraying with the use of the pneumatic sprayer has shown to be more uneven as to the deposition of the syrup in the plant canopy relative to the hydropneumatic sprayer.



1. INTRODUÇÃO

A produtividade média de café conilon do Brasil nos últimos anos foi de 24,10 sacas ha⁻¹, no entanto, sabe-se que alguns clones melhorados têm a capacidade de alcançar produtividades superiores a 120 sc ha⁻¹. Um dos principais gargalos para alcançar altos rendimentos por área tem sido a presença de pragas e doenças (Carvalho, et al., 2012).

A ferramenta mais utilizada para proteger as lavouras dos ataques de patógenos e insetos, de forma rápida, tem sido a aplicação de produtos fitossanitários, por meio da pulverização (Ferreira, et al., 2013). Porém, muitas vezes não se tem atingido o resultado esperado, pois para que o controle seja eficiente se faz necessário sua aprimorada utilização e isso não é uma realidade vista em campo (Rodrigues, et al., 2008).

Os volumes aplicados durante a pulverização na lavoura do café conilon variam entre 400 e 800 L ha⁻¹, independentemente da densidade da vegetação, que varia de acordo idade das plantas, clone, espaçamento de plantio, realização de podas e desfolha, causada por diferentes fatores. De acordo Silva, et al., (2014) o volume de calda definido para aplicação deve ser aquele que proporcione o ótimo molhamento da planta e o mínimo de perda por escorrimento para o solo (endoderiva) e para fora do alvo (exoderiva).

As informações a respeito da tecnologia de aplicação de defensivos na cultura do cafeeiro são escassas, levando o produtor então a fazer a utilização de práticas indevidas durante as pulverizações, que causam a perda de produto, por evaporação da gota, escorrimento da calda e deriva, contaminação do meio ambiente e muitas vezes essas não atingem o alvo fazendo que se torne necessário a realização de novas aplicações, que aumentam os gastos dentro da lavoura, com produto, implementos e operadores (Rodrigues, et al., 2008; Ruas, et al., 2015).

Objetivou-se no presente trabalho analisar a deposição da calda em folhas de cafeeiro conilon e as perdas para o solo, proporcionadas pelos sistemas de pulverização pneumática e hidropneumática com diferentes volumes de calda.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma propriedade particular localizada no município de Pinheiros, região norte do Espírito Santo, de coordenadas geográficas latitude 18°22'13" sul e longitude 40°12'48" oeste. A caracterização climática da cidade é de verão chuvoso e inverno seco, precipitação média anual de 1107mm e temperatura média anual de 24°C.

As unidades experimentais foram instaladas em uma lavoura de café de aproximadamente 20 anos de idade e com uma altura média de 1,75m, com espaçamento de plantio de 3,5 x 0,9 m, contando com uma totalidade de 3175 plantas ha⁻¹.

Para a condução do experimento foram utilizados um pulverizador hidropneumático marca Jacto, modelo Arbus 2000 TF, com reservatório de 2000 litros, 14 bicos montados, modelo JA-2 cônico vazio da Jacto, em dois arcos curvos nas laterais, ventilador axial de 850 mm e vazão de ar de 11,2 m³ s⁻¹, conforme as especificações do fabricante. E um pulverizador pneumático marca Tec Spray, modelo Atomax 2000H, com reservatório de 2000 litros, com a presença de 8 bicos modelo J5-2 cônico vazio da Jacto. Os dois pulverizadores foram tracionados e



Citação (APA): Côvre, P. Z., Freitas, I. L. de J., Locatelli, T., & Vitória, E. L. da (2020). Deposição da pulverização e endoderiva no cafeeiro conilon com diferentes taxas de aplicação. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial “Tecnologia & Inovação na Agricultura”, 64-71.

acionados por um trator da marca John Deere, modelo cafeeiro 5425N, 4x4, com potência de 57, 4 Kw (78 cv), que trabalhou com o primeiro pulverizador com a rotação em 2000 rpm, e com o segundo com a rotação em 1700 rpm.

As aplicações de pulverização com o pulverizador hidropneumático foram realizadas com uma única velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador, $1,11 \text{ m s}^{-1}$ ($4,0 \text{ km h}^{-1}$) e o pulverizador trabalhou em três diferentes pressões 1177,0, 686,0, 588,0 kPa (12,0, 7,0 e 6,0 kgf cm^{-2}), variando assim as vazões das pontas de pulverização, resultando em diferentes volumes de caldas aplicados. Já durante a pulverização com o pulverizador pneumático, para que houvesse variação de volume de calda, o conjunto trator-pulverizador foi deslocado em duas diferentes velocidades: $1,39$ e $2,22 \text{ m s}^{-1}$ ($5,0$ e $8,0 \text{ km h}^{-1}$).

Foram realizados cinco tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5×3 , sendo os fatores: pulverizadores com diferentes taxas de aplicação (Tabela 1) e três pontos de coleta de depósito da calda no cafeeiro (terço superior, médio e inferior da altura da planta de café), além de coleta de depósito ocasionado pelo escorrimento ou perdas para o solo, distribuídos em um esquema de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de café com 50 m de comprimento e, como parcela útil, foram consideradas apenas a linha central de cada parcela.

Tabela 1. Tratamentos e parâmetros operacionais durante as pulverizações

Parâmetro	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Pulverizador	Hidropneumático	Hidropneumático	Hidropneumático	Pneumático	Pneumático
Velocidade do conjunto (m s^{-1})	1,11	1,11	1,11	1,39	2,22
Pressão de trabalho (kPa)	1176,8	686,47	588,4	1034,2	1034,2
Vazão das pontas (L min^{-1})	1,07	0,85	0,75	-	-
Volume de calda (L ha^{-1})	500	400	350	600	500

O experimento foi realizado no mês de setembro de 2017, momento no qual os produtores costumam fazer pulverizações para prevenção e controle de pragas e doenças em suas lavouras. Durante a condução foram coletados 10 dados referentes à umidade e temperatura, utilizando o termo-higrômetro digital, modelo T 512, da marca Thermo, e posteriormente velocidade do vento e direção com o termo-anemômetro digital, modelo TAD-500, da marca Instrutherm, tendo como resultados médios de umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento 64,4%, $25,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $1,97 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente. As condições meteorológicas durante a realização do experimento estavam dentro do que é recomendado para se fazer a pulverização.

A fim de avaliar a deposição da calda no cafeeiro conilon e a endoderiva, no tanque dos pulverizadores foi misturado junto a água o traçador azul brilhante (corante alimentício FD & C nº 1) na dose de $2,0 \text{ g L}^{-1}$, para posterior leitura de absorbância no espectrofotômetro. Durante a preparação da calda foi retirada uma amostra para que fosse determinada a concentração real do corante.



Citação (APA): Côvre, P. Z., Freitas, I. L. de J., Locatelli, T., & Vitória, E. L. da (2020). Deposição da pulverização e endoderiva no cafeeiro conilon com diferentes taxas de aplicação. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 64-71.

Em cada unidade experimental foi selecionada a planta central para ser amostrada. Para avaliação da deposição da calda no dossel foram coletadas três folhas de cada planta escolhida, sendo uma em cada terço da planta, todas essas posicionadas na profundidade mediana da planta. Para quantificação do escorrimento de cada, utilizou-se uma placa de petri de 176,7 cm² abaixo da copa da mesma planta, à 0,2 m do caule.

Após coletadas, as amostras de folha e as placas de petri foram levadas ao Laboratório Agrônomo de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo – CEUNES, na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, onde foram realizadas as leituras de absorvância por espectrofotometria.

Para realização das avaliações em laboratório, adicionou-se a cada sacola plástica em que as folhas estavam 25ml de água, e nas sacolas que continham as placas de petri, 50 mL. Essas foram agitadas por aproximadamente 20 segundos, a fim de remover o traçador, e as soluções resultantes foram colocadas em tubos de ensaios previamente identificados.

Utilizando o espectrofotômetro da marca Thermo Scientific, modelo Genesys 10UV, calibrado para medir a absorvância no comprimento de onda de 630 nm se fez a quantificação do resíduo dessas soluções. Para tal, foi retirada de cada tubo uma amostra de aproximadamente 3,5 mL, e colocado na cubeta de vidro, para ser feita a leitura de absorvância. As leituras de absorvância foram transformadas e ajustadas por meio de uma curva de calibração, posteriormente realizou-se a divisão da massa do marcador pela área foliar de cada ou placa de petri para se obter o valor da deposição em µg cm⁻².

Anteriormente a aplicação do teste de média foi feita a análise de pressuposições dos dados de deposição unitária normalizada, para tanto, aplicaram-se os testes de normalidade, homocedasticidade e a aditividade dos blocos, respectivamente, o teste de Kolmogorov-smirnov, Levene e Durbin-Watson. Atendidas as pressuposições, os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software de código aberto R ao nível de 0,05 de significância.

3. Resultados e Discussão

Os resultados dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Durbin-Watson (Tabela 2) indicam que os pressupostos para aplicação da Análise Variância (ANOVA) foram atendidos quanto a distribuição aproximadamente normal dos dados, homocedasticidade e independência dos erros, portanto, não houve necessidade de usar a transformação dos dados. Silva, et al., (2014) usando os testes de Shapiro-Wilk, Levene e Durbin-Watson para análise de dados de deposição de calda em folhas de cafeeiro verificaram que não houve necessidade de transformação dos dados em função do atendimento as pressuposições da ANOVA.



Citação (APA): Côvre, P. Z., Freitas, I. L. de J., Locatelli, T., & Vitória, E. L. da (2020). Deposição da pulverização e endoderiva no cafeeiro conilon com diferentes taxas de aplicação. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 64-71.

Tabela 2. Deposição de calda nas folhas do cafeeiro em função do equipamento/taxa de aplicação e altura de posição de coleta de folhas

Pulverizador/ taxa de aplicação (L ha ⁻¹)	Deposição de calda (µg cm ⁻²)		
	Inferior	Médio	Superior
Hidropneumático 350 L ha ⁻¹	0,802 aB	0,815 aA	0,761 bB
Hidropneumático 400 L ha ⁻¹	0,969 aA	0,894 bA	0,882 bA
Hidropneumático 500 L ha ⁻¹	1,012 aA	0,923 bA	0,905 bA
Pneumático 500 L ha ⁻¹	0,523 aC	0,612 bC	0,913 cA
Pneumático 600 L ha ⁻¹	0,621 aC	0,725 bB	0,925 cA
CV = 20,05%; KS = 0,946*; F _{Levene} = 2,465 ^{ns} ; DW = 1,943 ^{ns}			
F _{pulv/taxa} = 10,981*; F _{terço} = 12,190*; F _{interação} = 22,236*			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas), pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); CV = Coeficiente de variação; KS = Estatísticas dos testes de Kolmogorov-Smirnov com a correção de Lilliefors para normalidade dos resíduos; F_{Levene} = Levene para homogeneidade das variâncias, DW = Durbin-Watson para independência dos resíduos; e F = teste de F; ^{ns}Resíduos normalmente distribuídos, variâncias homogêneas, resíduos independentes e aceitação da hipótese H₀ ($p < 0,05$); *Resíduos não normalmente distribuídos, variâncias não homogêneas, resíduos não independentes e rejeição da hipótese H₀ ($p > 0,05$)

O pulverizador hidropneumático proporcionou maiores deposições de calda no terço inferior do cafeeiro, sendo que às taxas de aplicação de 400 e 500 L ha⁻¹ apresentaram maiores valores de deposição não havendo diferença estatística entre os valores 0,969 µg cm⁻² e 1,012 µg cm⁻², respectivamente. Miranda, et al., (2013) observaram tendência semelhante em estudo que avaliou a qualidade da pulverização com pulverizadores de jato transportado hidráulico e pneumático associados a diferentes volumes de calda utilizados na cultura do café.

A dificuldade de cobrir de maneira igualitária a parte superior e inferior da planta pode refletir em uma deficiência no controle dos problemas fitossanitários. Em trabalho realizado por Ferreira, et al., (2013) estudando a cobertura e deposição da calda fitossanitária com e sem ramal, observaram que essas foram maior e menor nas posições inferiores e superiores da planta, respectivamente, em todos tratamentos que avaliaram, tendo uma pulverização mais uniforme entre os terços da planta somente ao utilizar o ramal auxiliar na parte traseira do pulverizador.

O posicionamento correto do pulverizador, assim como a distribuição correta do número de pontas no arco de pulverização e a adequação das vazões por altura de distribuição são a razão da desuniformidade da distribuição ao longo do dossel da planta. Silva, et al., (2014) chegaram à conclusão que, após a aplicação com diferentes taxas utilizando um pulverizador tipo hidropneumático em citros e em cafeeiro, respectivamente, a deposição foi maior no terço inferior da planta seguida do terço médio e do terço superior, para todos os tratamentos.

Em avaliação a deposição de calda em folha do cafeeiro com pulverização hidropneumática com e sem carga eletrostática Gitirana Neto, et al., (2015) notaram que as folhas superiores tiveram uma menor deposição da calda, devido a serem alvos mais distantes do ponto de lançamento das gotas, ao contrário do terço inferior, que tem maior exposição aos bicos do equipamento, já Silva, et al., (2016), obtiveram o mesmo resultado e atribuíram tal, ao fato do bico mais alto do pulverizador não ter altura adequada para o tamanho médio das plantas.



Citação (APA): Côvre, P. Z., Freitas, I. L. de J., Locatelli, T., & Vitória, E. L. da (2020). Deposição da pulverização e endoderiva no cafeeiro conilon com diferentes taxas de aplicação. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 64-71.

Os resultados indicam a viabilidade do uso de menores taxas de aplicação com pulverizador pneumático, a taxa de 400 L ha⁻¹ pode ser indicada quanto à deposição de produtos em folhas nos terços médio e inferior. Silva, et al., (2014), indicaram que mesmo com a ausência de um teste de eficácia biológica, as análises de dados de depósitos 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.

Usando diferentes taxas de aplicação e tipo de ponta de pulverização, Silva, et al., (2016) obtiveram resultados de deposição na metade superior da planta abaixo do limite de controle utilizando o volume de 200 L ha⁻¹ independente da ponta utilizada, enquanto para a deposição na metade inferior, todos os volumes testados apresentaram deposições médias dentro dos limites de controle

Gitirana Neto, et al., (2016) indicam que a taxa de aplicação pode ser reduzida pela metade no controle de pragas e doenças do cafeeiro, desde que empregada tecnologia de aplicação adequada. Com isso tem-se ainda ganho de rendimento na pulverização, devido ao aumento da capacidade operacional do conjunto trator-pulverizador (Gitirana Neto, et al., 2015), além da redução da quantidade de produto utilizado, tendo menor custo ao produtor e também menor agressão ao meio ambiente, sem redução da eficiência no controle do problema fitossanitário.

Os pulverizadores pneumáticos promoveram maiores volumes de deposição de calda na parte superior do cafeeiro, sendo que não foi observado diferença significativa na deposição para as taxas de 500 e 600 L ha⁻¹, no entanto, a deposição na parte inferior foi 42,7% e 32,8% significativamente menores quando comparadas ao terço superior. A menor movimentação de ar proporcionada pela pulverização pneumática quando comparada com a pulverização hidropneumática faz com as gotas geradas tenham menor potencial de penetração no interior do cafeeiro, assim como nos terços médio e inferior da planta.

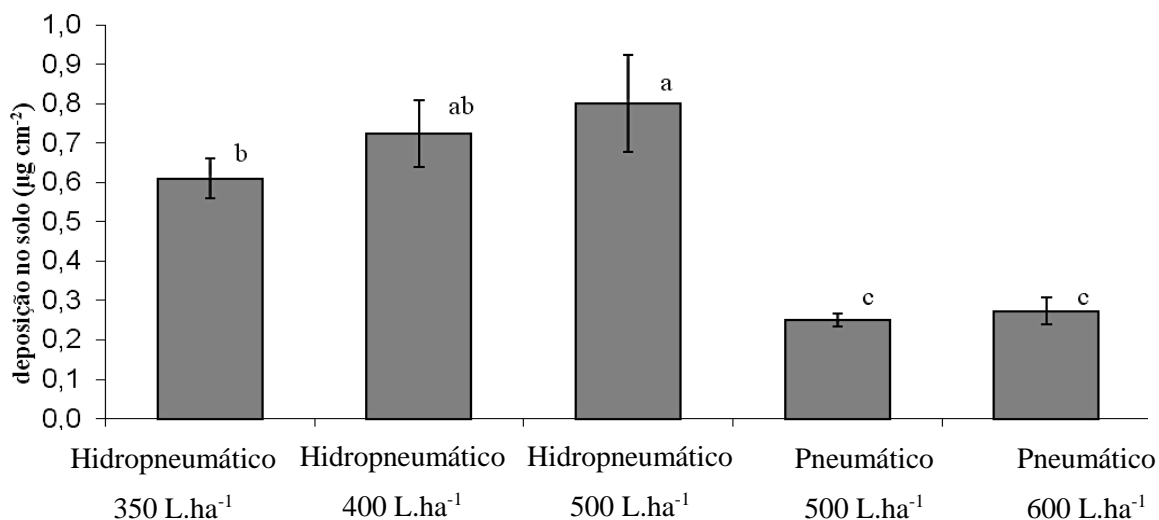
Bócoli, et al., (2012) em experimento para determinação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional concluíram que a maior quantidade de depósitos na pulverização com pulverizador do tipo canhão é encontrada na parte superior do cafeeiro, corroborando com os resultados encontrados.

A forma como a gota é lançada durante a pulverização em cada um dos pulverizadores, proporciona a maior deposição da calda em diferentes terços na planta, independente do volume de calda utilizado. Mesmo sem ter uma deposição uniforme em todo o dossel da planta, alguns trabalhos observaram eficiência no controle de praga e doença no cafeeiro, durante a aplicação de defensivos com o pulverizador tipo canhão atomizador (Matiello, et al., 2005).

Os maiores valores de deposição no solo ocorreram com o uso do pulverizador hidropneumático nas taxas de 400 e 500 L ha⁻¹, indicando maiores valores de escorrimento para o solo quando comparado com os demais tratamentos (Figura 1). A geração de gotas grossas pode favorecer o escorrimento nas folhas localizadas na parte superior e média do cafeeiro. Czaczyk, et al., (2012) afirmam que gotas grandes podem ressaltar, quebrar e escorregar das folhas ou outros alvos. Em alguns casos, as gotas maiores têm uma maior deposição externa, por não conseguirem penetrar no dossel da planta, gerando assim a endoderiva (Leite, & Serra, 2013).



Figura 1. Deposição de calda nas placas de petri em função do equipamento/taxa de aplicação



Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

A maior deposição da calda do terço inferior da planta, proporcionada pelo pulverizador hidropneumático, pode constituir excesso de depósito (Ferreira, et al., 2013), favorecendo o escoamento da calda. Ainda vale ressaltar a proximidade do lançamento das gotas das pontas mais baixas do pulverizador com o solo, podendo ter deposição da calda diretamente no momento no momento da pulverização.

A taxa de pulverização de 500 L ha⁻¹ promoveu um escoamento três vezes maior no hidropneumático que o pulverizador pneumático na mesma taxa de pulverização, 0,801 µg cm⁻² do primeiro contra 0,251 µg cm⁻² do segundo. O pulverizador pneumático proporciona maior deposição no terço superior do cafeeiro, diminuindo consideravelmente nos terços inferiores, resultando num menor escoamento para o solo. Entretanto, a desuniformidade de distribuição do produto pode ocasionar baixa eficácia no controle, além disso, a tecnologia de pulverização pneumática é susceptível as condições climáticas no momento da aplicação. Embora não tenha sido o objetivo deste trabalho, as perdas por exoderiva são maiores com o uso destes equipamentos. Miranda (2013) afirma que a pulverização com pulverizador do tipo canhão apresenta deposição desuniforme, o que corrobora com os resultados desse trabalho, onde o pulverizador hidropneumático apresentou uma deposição mais igualitária nos três terços da planta, em relação ao pulverizador pneumático.

3. Conclusão

O pulverizador hidropneumático, independente da taxa de aplicação, proporcionou maiores deposições no terço inferior da planta, sendo que a utilização de uma menor taxa de aplicação no pulverizador hidropneumático mostrou-se viável para deposição de produtos em folhas nos terços médio e inferior.

Também, o pulverizador hidropneumático proporcionou a maior escoamento no solo e a pulverização com a utilização do pulverizador pneumático revelou-se mais desuniforme quanto a deposição da calda no dossel da planta em relação ao pulverizador hidropneumático.



Citação (APA): Côvre, P. Z., Freitas, I. L. de J., Locatelli, T., & Vitória, E. L. da (2020). Deposição da pulverização e endoderiva no cafeeiro conilon com diferentes taxas de aplicação. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(4), Edição Especial "Tecnologia & Inovação na Agricultura", 64-71.

4. Referências

- Bócoli, M. A., Miranda, G. R. B., Carvalho, A. R. C., & Alves, A. D. (2012). Quantificação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional. *Revista Agrogeambiental*, 4(2), 1-9.
- Carvalho, V. L. de., Cunha, R. L. da., & Silva, N. R. N. (2012). Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. *Coffee Science*, 7(1), 42-49. doi:[10.25186/cs.v7i1.200](https://doi.org/10.25186/cs.v7i1.200)
- Czaczyk, Z., Kruger, G., & Hewitt, A. (2012). Droplet size classification of air induction flat fan nozzles. *Journal of Plant Protection Research*, 52, 415-420. doi:[10.2478/10045-012-0068-6](https://doi.org/10.2478/10045-012-0068-6)
- Ferreira, M. C., Leite, G. J., & Lasmar, O. (2013). Cobertura e depósito de calda fitossanitária em plantas de café pulverizadas com equipamento original e adaptado para plantas altas. *Bioscience Journal*, 29, 1539-1548. Recuperado de <http://200.19.146.79/index.php/biosciencejournal/article/view/15220>
- Gitirana Neto, J., Cunha, J. P. A. R. da, Almeida, V. V., & Alves, G. S. (2015). Spray deposition on coffee leaves from airblast sprayers with and without electrostatic charge. *Bioscience Journal*, 31(5), 1296-1303. doi:[10.14393/BJ-v31n5a2015-26876](https://doi.org/10.14393/BJ-v31n5a2015-26876)
- Gitirana Neto, J., Cunha, J. P. A. R., Marques, R. S., Lasmar, O., & Borges, E. B. (2016). Deposição de calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. *Coffee Science*, 2, 267-275. Recuperado de <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8071>
- Leite, M. F., & Serra, J. C. V. (2013). Avaliação dos impactos ambientais na aplicação dos agrotóxicos. *Ambiência*, 9(3), 675-682. doi:[10.5935/ambiencia.2013.03.16](https://doi.org/10.5935/ambiencia.2013.03.16)
- Matiello, J. B., Freitas J. L., & Gouvêa, L. F. (2005). Controle da ferrugem do cafeeiro via canhão-atomizador com formulações de triazóis e estrubirulinas. *Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira- Coffea*, 2(5).
- Miranda, G. R. B., Raetano, C. G., Cunha, M. D. Q., Pinheiro, J. M. P., Lopes, P. R., Prado, A. S. P., Carvalho, R. H., & Gonçalves, M. P. (2013). Equipamentos de pulverização associados a volumes de calda e avaliados por alvos artificiais em cafeeiro. *Revista Agrarian*, 6(22), 448-459. Recuperado de <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1870/1595>
- Rodrigues, G. J., Texeira, M. M., Fernandes Filho, E. I., & Pinanço, M. C. (2008). Características do fluxo de ar de um pulverizador hidropneumático para aplicação de agroquímicos em plantas arbustivas. *Engenharia na Agricultura*, 16(2), 199-207. doi:[10.13083/reveng.v16i2.17](https://doi.org/10.13083/reveng.v16i2.17)
- Ruas, R. A. A., Sichoeki, D., Dezordi, L. R., Carvalho Filho, A., & Gog, P. I. V. G. (2015). Proposta de método para inspeção em pulverizadores hidropneumáticos. *Coffee Science*, 10(1), 76-82. Recuperado de http://sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8106/Coffee%20Science_v10_n1_p76-82_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Silva, J. E. R., Cunha, J. P. A. R. da, & Nomelini, Q. S. S. (2014). Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(12), 1302-1306. doi:[10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1302-1306](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n12p1302-1306)
- Silva, J. E. R. da, Cunha, J. P. A. R. da, & Nomelini, Q. S. S. (2016). Controle estatístico de processo em pulverização hidropneumática na Cultura do Café. *Coffee Science*, 11(1), 11-21. Recuperado de http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8168/Coffee%20Science_v11_n1_p11-21_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

