

ESPECTRO DE GOTAS E UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE CALDA EM CAFEIEIRO CONILON APLICADA POR PULVERIZAÇÃO PNEUMÁTICA

Pablo Souto Oliveira²; Edney Leandro da Vitória³; Deborah Hoffmam Crause⁴; Alex Campanharo⁵

¹Parte da dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical do primeiro autor

²Engenheiro Agrônomo, DCAB/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, pablosouto13@hotmail.com

³Engenheiro Agrícola, Professor Associado PPGAT/UFES, São Mateus-ES, edney.vitoria@ufes.br

⁴Engenheira Agrônoma, Mestranda PPGAT/UFES, São Mateus-ES, deborahlife2014@hotmail.com

⁵Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agricultura Tropical, Fazenda Experimental CEUNES/UFES, alex.companharo@ufes.br

RESUMO: O Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo a cultura do café uma das atividades agrícolas mais importantes para o agronegócio brasileiro. Objetivou-se neste trabalho, avaliar o diâmetro da mediana volumétrica DMV, a amplitude relativa (AR), a densidade de gotas (DEN) gotas cm⁻², a cobertura (%) da pulverização pneumática realizada por equipamento tipo canhão na copa de cafeeiros da variedade Conilon, na região norte do Espírito Santo. Para o experimento, foram demarcadas as plantas alinhadas na direção do jato pulverizado, perpendicularmente às linhas de cultivo. Foi utilizado um esquema fatorial simples com quatro repetições, sendo oito linhas de plantio de cafeeiro e três terços das plantas (inferior, médio e superior). Foram coletadas três folhas do lado frontal ao conjunto trator pulverizador e colocadas etiquetas de papel hidrossensível para cada terço avaliado. A área foliar foi obtida por meio de um medidor de área foliar e todas etiquetas foram submetidas às análises de cobertura, espectro de gotas e densidade de gotas. Conclui-se que, o pulverizador pneumático tipo canhão pode ser utilizado de forma eficiente para aplicação de fitossanitários em lavouras de café Conilon, devendo-se utilizar faixa de aplicação de no máximo 10,80 m para aplicações de produto de contato, após 10,80 m é necessário à utilização de produtos sistêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação, eficiência de aplicação, cobertura da pulverização.

DROP SPECTRUM AND UNIFORMITY OF CONILON COFFEE GRILL APPLIED BY PNEUMATIC SPRAY

ABSTRACT: Brazil is the world's largest coffee producer, accounting for 30% of total production, the culture of coffee one of the most important agricultural activities for the Brazilian agribusiness, because it generates wealth to producers and foreign exchange for the country. The aim of this study was to evaluate the volumetric median diameter DMV, relative amplitude (RA), drops density (DEN) drops cm⁻² coverage (%) of Pneumatic spraying carried out by equipment type cannon on the coffee cup of variety Conilon, in the northern region of Espírito Santo. 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 experimental area consisted of 16 consecutive plants selected by line of coffee, and the four useful plants in eight consecutive lines and parallel to the coffee spray tractor set traversal. Data were paste tados in December 2015 a simple factorial design was used with four replications and eight rows of coffee planting and two thirds of the plants (lower, middle and higher). They collected three sheets to the front side sprayer tractor set and placed water sensitive paper labels for each ava-sessed third. The leaf area was obtained by means of a leaf area meter mark LI-COR LI-3100C model, individual reading and all labels were subjected to analyses cover droplet spectrum and density drops by ImageTool software version 3 ®. In conclusion, the type pneumatic spray gun can be used from the efficiently for application of pesticides in Conilon coffee plantations, should be used application range of up to 10.80 m for contact product applications after 10,80 m using systemic products is necessary.

KEY WORDS: Application technology, application efficiency, spray coverage.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, responsável por 30% da produção total, sendo a cultura do café uma das atividades agrícolas mais importantes para o agronegócio brasileiro, pois gera riquezas aos produtores e divisas para o país. A safra de café beneficiado no país em 2014 atingiu produção de 45,3 milhões de sacas de 60 quilos, sendo 32,3 milhões de café arábica e 13,0 milhões de conilon, em área total plantada de 2,25 milhões de hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015). A agricultura desenvolveu novas técnicas de cultivo durante anos, visando principalmente o aumento da produtividade com o intuito de alimentar a população mundial em constante crescimento. Porém, junto a essas técnicas, surgiram também patógenos limitando a produção, necessitando assim evolução constante nos métodos de produção (CALVI, 2015), e por consequência, melhoria no processo de pulverização. O sucesso na aplicação de defensivos agrícolas envolve uma série de fatores, como a grande diversidade

de equipamentos e métodos de pulverização, diferenças entre produtos químicos, diversidade de culturas e hábitos de crescimento, condições meteorológicas, segurança do trabalhador, volume de calda, tamanho da copa e relação custo-benefício das aplicações (LLORENS et al., 2010; XU et al., 2010; JEON et al., 2011). A tecnologia de aplicação se desenvolveu muito especificamente nas áreas de máquinas e técnicas de aplicação na cultura do cafeeiro, a despeito da pequena importância atribuída a essa ciência no passado (SCUDELER et al., 2004). Uma pulverização é condicionada pelo momento em que ela é realizada e por sofrer influência dos fatores meteorológicos e biológicos. Sua eficiência é afetada pela forma, tamanho e posição do alvo, pela densidade, diâmetro de gota, velocidade de deslocamento e direção do fluxo de ar (BALAN et al., 2006). Uma das principais técnicas utilizadas na cafeicultura é a pulverização pneumática, que é obtida pelo choque da calda, que se escoia por gravidade ou sujeita a uma pressão baixa, com uma corrente de ar, que assegura igualmente o seu transporte, resultando, à semelhança do processo anterior, a intensidade da pulverização da diferença entre a velocidade da corrente de ar e a do líquido. Alguns parâmetros são necessários de serem avaliados para uma aplicação eficiente. O estudo das características da população de gotas lançadas nas pulverizações tem sido utilizado para compreender melhor a eficiência biológica de um tratamento (BUENO et al., 2011). Os parâmetros mais utilizados na caracterização da população de gotas são o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro da mediana numérica (DMN), a amplitude relativa (AR) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Conjuntamente, esses parâmetros determinam o diâmetro representativo das gotas produzidas por determinada ponta ou equipamento de pulverização, a homogeneidade da população de gotas e o potencial de deriva. A homogeneidade da população de gotas será maior, quanto menor for o valor da amplitude relativa. O DMV, isoladamente, é apenas um valor de referência, devendo ser analisado juntamente com a amplitude relativa (AR) para a caracterização da população de gotas pulverizadas (VIANA et al., 2010). Em uma pulverização, o emprego de gotas com diâmetros reduzidos possibilita uma melhor dispersão das gotas sobre a superfície foliar, aumentando a densidade de gotas depositadas no alvo e a redução do volume de calda a ser aplicado por unidade de área (SASAKI, 2013). Objetivou-se neste trabalho, avaliar o diâmetro da mediana volumétrica DMV, amplitude relativa (AR), densidade de gotas (DEN) gotas cm^{-2} , cobertura (%) da pulverização pneumática realizada por equipamento tipo canhão na copa de cafeeiros da variedade Conilon, na região norte do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no mês de dezembro de 2015, em uma propriedade rural particular no município de Nova Venécia, norte do estado do Espírito Santo. Situada na latitude $18^{\circ} 22' 38,33''$ S e longitude de $40^{\circ} 34' 5,72''$ 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) com seis anos de idade, com irrigação localizada do tipo microspray e produtividade média de 100 sacas ha^{-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 quatro centrais úteis. A parcela experimental foi constituída por uma planta, utilizando para as análises, somente o lado frontal ao caminhamento do conjunto trator pulverizador. Foi utilizado um esquema fatorial simples com quatro repetições, sendo oito linhas de plantio de cafeeiro cafeeiros, distantes de 0,00 m (Fileira 1), 3,60 m (Fileira 2), 7,20 m (Fileira 3), 10,80 m (Fileira 4), 14,40 m (Fileira 5), 18,00 m (Fileira 6), 21,60 m (Fileira 7), 25,20 m (Fileira 8) e os três terços das plantas Inferior (0,70 m), médio (1,40 m) e superior (2,10 m). Foram coletadas três folhas do lado frontal ao conjunto trator pulverizador e colocadas etiquetas de papel hidrossensível para cada terço avaliado. Para aplicação foliar da calda, foi utilizada uma solução marcadora, contendo água e corante Azul Brilhante (FD & C nº 1) na 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 $5,8 \text{ km h}^{-1}$, tendo acoplado 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 35,00 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 $30,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar entre 57,6 e 58,0% e, velocidade do vento entre 0 e $0,3 \text{ m.s}^{-1}$. As etiquetas de papel hidrossensível foram acondicionadas em envelopes devidamente identificados por suas posições nas fileiras, sendo posteriormente, digitalizadas a 600 dpi de resolução em uma impressora multifuncional “HP Photosmart D110 Series”. Após a digitalização, todas etiquetas foram submetidas às análises de cobertura, espectro de gotas e densidade de gotas pelo software ImageTool versão 3® (WILCOX et al., 2002), obtendo-se os seguintes parâmetros para avaliação da técnica de aplicação: Diâmetro da mediana volumétrica (DMV ou $D_{v0,5}$): diâmetro de gota tal que 50 % do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor, sendo expresso em micrômetro (μm); Amplitude relativa (AR): coeficiente que determina a homogeneidade de uma população de gotas, dado pela equação $AR = (D_{v0,9} -$

$D_{v0,1} / D_{v0,5}$. Este valor é adimensional e tende a zero quando o espectro de gotas for homogêneo; Densidade de gotas (DEN): refere-se ao número de impactos da pulverização por unidade de área, expresso em gotas cm^{-2} , obtido em função do diâmetro de gotas (μm) e do volume de pulverização (L/ha) e; Cobertura: corresponde à parte da superfície do alvo coberta pela calda pulverizada, sendo expressa em porcentagem (%). 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 terço das plantas” foi significativa a 1% de probabilidade, pelo teste F, apenas para a variável cobertura. Aplicando-se o teste Tukey às médias do diâmetro da mediana volumétrica obtido das leituras das etiquetas de papel hidrossensível, para as diferentes médias gerais dos três terços das plantas e distância, observou-se que, o diâmetro da mediana volumétrica diferiu significativamente nas médias gerais dos três terços com maiores valores de diâmetro da mediana volumétrica nas entre 0,0 m e 10,80 m (Tabela 1). Na passagem do pulverizador, os maiores valores de diâmetro da mediana volumétrica quantificados estão nas distâncias mais próximas do pulverizador, devido ao posicionamento do bocal secundário presente no equipamento. Os valores variaram entre 383,84 μm para a distância de 25,20 m e 1277,79 μm para a distância 7,20 m, apresentando um diâmetro de mediana volumétrica de até 32% a mais em relação à última distância. Isso se dá devido que, quanto maior a distância das linhas de cafeeiro em relação ao jato pulverizado maior a interferência dos fatores climáticos. Cunha et al. (2003) ressaltam que valores de diâmetro da mediana volumétrica maiores que 500 μm sugerem problemas de escoamento, que normalmente ocorrem com gotas maiores que 800 μm , entretanto, para Mewes et al. (2013), gotas abaixo de 100 μm são muito suscetíveis à deriva. A deposição das gotas formadas por um pulverizador pneumático ocorre através de um processo de sedimentação e seguem um movimento balístico onde as gotas de maiores diâmetros, com maior peso e inércia, não acompanham a corrente de ar a longas distâncias, depositando-se em alvos mais próximos. Por outro lado, gotas menores, com menor peso e inércia, continuarão sendo movimentadas através da corrente de ar, aumentando seu peso e sua velocidade sendo maior que a força de arraste, sendo assim depositadas nas superfícies mais distantes. O que pode explicar um menor valor de diâmetro da mediana volumétrica das gotas pulverizadas com o aumento da distância entre a fileira e a passagem do pulverizador.

Tabela 1. Valores das médias de diâmetro da mediana volumétrica (μm) dos terços das plantas de cafeeiro, de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador.

Distância (m)	DMV (μm)
0,00	871,05 b
3,60	776,52 b
7,20	1277,79 a
10,80	849,63 b
14,40	587,25 bc
18,00	518,45 bc
21,60	399,73 c
25,20	383,84 c
CV% = 39,92	

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

O diâmetro da mediana volumétrica apenas indica pontualmente a qualidade da pulverização e, portanto, não deve ser usado isoladamente como requisito para determinação de pontas ou na avaliação de aplicações de agrotóxicos (MEWES et al., 2013). A análise de variância aplicada aos dados experimentais mostrou que a interação “distância x terços das plantas” foi significativa a 1% de probabilidade, pelo teste F, para cobertura. Aplicando-se o teste Tukey às médias gerais dos terços das plantas para a variável analisada obtida das leituras das etiquetas de papel hidrossensível, observou-se que houve uma maior cobertura no terço superior em relação ao terço inferior e médio das plantas, com maiores valores percentuais de cobertura no terço superior com 109% de cobertura a mais para o terço médio e 319% a mais para o terço inferior, isso ocorre devido a aplicação pneumática ser sempre acima das copas das plantas isso faz que, quando a nuvem pulverizada ir de encontro ao alvo a ser atingido encontre algumas barreiras além das climáticas, como por exemplo a densidade vegetativa da copa, tamanho das plantas, adensamento entre plantas, isso promove uma maior cobertura nos terços superiores e médio, por ser uma aplicação de cima para baixo (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios gerais de cobertura (%) em diferentes partes das plantas de cafeeiro, em relação à passagem do pulverizador.

	Terços das plantas		
	Inferior	Médio	Superior
COB (%)	8,93 B	13,66 B	28,55 A
CV%= 83,51			

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

Os valores médios das coberturas variaram entre 8,93 e 28,55 % corroborando com estudos feitos por Mewes et al. (2013), sendo eficiente para aplicação de inseticidas na forma de bacilo (*Bacillus thuringiensis*) para controle de lagartas. Assim como na quantificação dos depósitos, maiores níveis de cobertura foram observados no terço superior das plantas, fato que para Scudeler et al. (2004), demonstra haver coerência entre os diferentes métodos de avaliação da pulverização. A percentagem de cobertura foi maior na distância de 7,20 m quando comparado os terços das plantas (Tabela 3). Há uma discrepância de cobertura entre o terço superior e os demais terços, ocorrendo sempre uma maior deposição no terço superior em relação às distâncias. Fato explicado aos diversos fatores que estão envolvidos na hora da aplicação.

Tabela 3. Valores das médias gerais de cobertura (%) dos três terços das plantas de cafeeiro, de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador.

Distância (m)	Cobertura		
	Terço da malha		
	Inferior	Médio	Superior
0,00	22,69 Aa	14,66 Ab	15,71 Abc
3,60	7,08 Ba	7,85 Bb	46,35 Aab
7,20	26,49 Ba	54,56 Aa	73,95 Aa
10,80	8,26 Ba	19,77 Bb	72,73 Aa
14,40	3,73 Aa	8,55 Ab	15,36 Abc
18,00	1,40 Aa	0,83 Ab	1,38 Ac
21,60	1,68 Aa	2,89 Ab	2,52 Ac
25,20	0,08 Aa	0,15 Ab	0,43 Ac
CV% = 83,51			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade ($p < 0,05$).

Esse resultado difere do obtido por Scudeler et al. (2004) e Miranda et al. (2012), que verificaram maior cobertura na posição inferior do cafeeiro no lado exposto a pulverização, na utilização de pulverizadores hidropneumáticos. Melhores níveis de cobertura na parte inferior do cafeeiro também foram observados por Ferreira et al. (2013) avaliando as plantas em quadrantes, mesmo com a adaptação de um ramal auxiliar para plantas altas no pulverizador hidropneumático. Esses autores atribuem esse resultado a maior exposição da parte inferior das plantas à calda pulverizada pelo equipamento. O percentual de cobertura na distância 25,20 m é quase insignificante com 0,08% de cobertura, o que reforça a preocupação de uma nova aplicação de fitossanitários com o pulverizador pneumático no sentido contrário à primeira aplicação. De maneira similar a deposição da calda, a partir de 10,80 m a cobertura também diminui à medida que se aumenta a distância em relação ao pulverizador e, além disso, a porcentagem de cobertura um pouco menor na distância de 0,00 m, também é devido a maior altura e proximidade dos difusores do pulverizador em relação as plantas de cafeeiro, no momento da pulverização. Queiroz et al. (2011) verificaram em trabalho de influência da temperatura da calda durante a pulverização que a eficiência de cobertura pode reduzir a até 45% com o aumento da temperatura de 3 a 33°C. Analisado as médias de cobertura dos três terços para cada uma das distâncias, foram observados uma maior cobertura entre as distâncias 0,00 e 10,80 m. Ocorrendo uma maior cobertura na distância de 7,20 m em relação à passagem do pulverizador pneumático com 51,67% (Tabela 4), a partir da distância 10,80 m até a distância de 25,20 m há uma menor deposição.

Tabela 4. Valores das médias gerais de cobertura (%) dos três terços das plantas de cafeeiro, de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador.

Distância (m)	Cobertura (%)
0,00	17,68 bcd
3,60	20,43 bc
7,20	51,67 a
10,80	33,59 ab
14,40	9,22 cd
18,00	1,21 d
21,60	2,36 cd
25,20	0,22 d
CV% = 83,51	

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

A capacidade do jato de ar em transportar as gotas pulverizadas diminui rapidamente com a distância a partir da saída do pulverizador, pois ocorre uma redução da velocidade do fluxo de ar, que vai se tornando desuniforme, espalhando as gotas durante sua trajetória (FOX et al., 2008). A variação de percentagem de cobertura foi entre 0,22% para 25,20 m e 51,67% para 7,20 m (Tabela 4). O alto valor do coeficiente de variação está relacionado à fatores ambientais, como (acrescente os fatores), e também fatores ligados ao conjunto trator-pulverizador, tais como (acrescente esses fatores). O valor do coeficiente de variação foi de 83,51%, corroborando com Chen (2010) que em estudos realizados mencionou que os pulverizadores podem não produzir deposição e cobertura uniforme ao longo da faixa de aplicação.

O R^2 com valor baixo para a curva de regressão se dá porque quanto maior o número de níveis (neste caso, 8 distâncias) maior a tendência do R^2 ser menor. Aplicando-se o teste Tukey às médias gerais dos terços das plantas em relação às distâncias da passagem do pulverizador para a variável densidade de gotas (DEN) (gotas cm^{-2}) obtida das leituras das etiquetas de papel hidrossensível, observou-se que houve desuniformidade, com maiores valores até a distância 14,40 m (Tabela 5).

Tabela 5. Valores das médias gerais de densidade de gotas (gotas cm^{-2}) dos três terços das plantas de cafeeiro, de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador.

Distância (m)	DEN (gotas cm^{-2})
0,00	21,54 ab
3,60	10,54 bc
7,20	30,58 a
10,80	22,74 ab
14,40	13,29 abc
18,00	2,12 c
21,60	8,06 bc
25,20	0,62 c
CV% = 107,43	

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

Para Ferreira (2003), é provável que uma distribuição uniforme da densidade de gotas em um determinado diâmetro possibilite o sucesso da aplicação, mesmo com a utilização de baixos volumes de calda, o que aumenta a importância de se conhecer a melhor combinação entre densidade e diâmetro de gotas, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, cujo controle é realizado via pulverização. A densidade e o diâmetro das gotas constituem-se nos principais parâmetros técnicos para se estabelecer a qualidade de uma aplicação. Para Cunha et al. (2004), aplicações eficientes requerem distribuição uniforme de adequada densidade de gotas com tamanho apropriado sobre a superfície-alvo. O maior valor de densidade de gotas (gotas cm^{-2}) foi na distância de 7,20 m com valor igual 30,58 e o menor valor 0,62 gotas cm^{-2} ocorreu na distância 25,20 m, não atendendo aos critérios estabelecidos por Barthélemy et al. (1990) para o controle de pragas e doenças, em que, para inseticida necessita-se de 20 a 30 gotas cm^{-2} e, para fungicidas, de 50 a 70 gotas por cm^2 . Essa informação deve ser considerada com cautela ao estimar a cobertura do alvo, pois para Vásquez Minguella; Cunha (2010), a interpretação desse parâmetro pode induzir a erros por desconsiderar o tamanho das gotas. Pode-se verificar esse fato nesse trabalho, pois na distância entre 0,00 e 25,20 m os valores médios do DMV foram elevados, apresentando-se na faixa de 383,84 e 1277,79 μm , justificando os resultados observados na porcentagem de baixa cobertura com baixa densidade de gotas nas linhas de cafeeiros mais distantes da passagem do pulverizador. Aplicando-se o teste Tukey às médias gerais dos terços das plantas em relação às distâncias da passagem do pulverizador para a amplitude relativa obtida das leituras das etiquetas de papel hidrossensível, observou-se que não houve diferença estatística entre os valores encontrados (Tabela 6). Corroborando com Miranda et

al. (2013) que ao utilizarem pulverizadores hidropneumático e pneumático adaptado para cafeeiros, não verificaram diferença significativa na amplitude relativa nas diferentes partes do cafeeiro, para um mesmo lado da planta.

Tabela 6. Valores das médias gerais de amplitude relativa dos três terços das plantas de cafeeiro, de acordo com a distância em relação à passagem do pulverizador.

Distância (m)	AR
0,0	0,85 a
3,6	2,00 a
7,2	1,13 a
10,8	1,70 a
14,4	0,72 a
18,0	0,68 a
21,6	0,83 a
25,2	0,71 a

CV% = 140,79

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

A amplitude relativa ao DMV também chamado de SPAN, é mais uma referência no estudo de gotas à variação dos diâmetros das gotas pulverizadas. Entre as distâncias de 0,00 até 25,20 m, a maior amplitude encontrada foi de 2,00 em 3,60 m. Calculando-se a média geral das amplitudes relativas, o valor de 1,07 se aproxima do ideal para pulverização pneumática tipo canhão. Segundo Mewes et al. (2015), o valor ideal para a amplitude relativa é zero, em que teriam todas as gotas com o mesmo diâmetro, porém, para pulverizador pneumático tipo canhão, e devido este equipamento promover uma maior variação de gotas, o valor próximo de 1,0 está adequado.

CONCLUSÕES

1. A distância de 10,80 m, houve desuniformidade no sentido vertical da pulverização para todos os parâmetros avaliados, com maiores valores no terço superior dos cafeeiros, seguindo o sentido da pulverização, de cima para baixo;
2. Todos os parâmetros tiveram decréscimo de seus valores a partir de 10,80 m conforme modelo cúbico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, v. 36, n. 3, p. 731-738, 2006.
- BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outils de pulvérisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160 p.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Estudo do espectro de gotas produzidas nas pulverizações aérea e terrestre na cultura da batata. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 3, p. 225-234, 2011.
- 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.
- CHEN, Y. **Development of an Intelligent Sprayer to Optimize Pesticide Applications in Nurseries and Orchards**. 2010. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola e Biológica). Ohio State University, Ohio, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: café** - v. 2, n. 4 - Brasília: Conab, 2015. p. 1-60.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 285 p.
- CUNHA, R. L. DA.; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S.M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 990-996, 2004.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURRY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 325-332, 2003.
- 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**, v. 29, n. 1, p. 1539-1548, 2013.
- FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros**. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- FOX, R. D.; DERKSEN, R. C.; ZHU, H.; BRAZEE, R. D.; SVENSSON, S. A. A history of air-blast sprayer development and future prospects. **Transactions of the ASABE**, v. 51, n. 2, p. 405-410, 2008.
- JEON, H.Y. Evaluation of ultrasonic sensor for variable-rate spray applications. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 75, n. 1, p. 213-221, 2011.

LLORENS, J. Variable rate dosing in precision viticulture: use of electronic devices to improve application efficiency. **Crop Protection**, v. 29, n. 3, p. 239-248, 2010.

MEWES, W. L. C.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZANUNCIO, J. C.; TIBURCIO, R. A. S. Parâmetros característicos da pulverização pneumática em copas de árvores de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 635-640, 2015.

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**, 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**, 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**, v. 4, n. 1, p. 15-20, 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, 2000.

QUEIROZ, H.S.; REIS, E.F.; WRUCK, E. Influência da temperatura da calda nas características das gotas de pulverização hidráulica. **Revista Agrotecnologia**, v. 2, n. 2, p.6881, 2011.