

## QUALIDADE DE PULVERIZAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA NA CULTURA DA MACADÂMIA

*Luis Felipe Oliveira Ribeiro e Edney Leandro da Vitória\**

Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo (DCAB/UFES), Campus São Mateus. Rod. BR 101, km 61 B. Litorâneo, 29932-540, São Mateus-ES.

\*Autor para correspondência: edney.vitoria@ufes.br

O presente trabalho visa avaliar a qualidade de pulverização com diferentes volumes de calda aplicada por um pulverizador hidropneumático sobre as características da pulverização em folhas da noqueira macadâmia. A área experimental utilizada foi em lavoura comercial de macadâmia das variedades 'Haes 344' e 'Haes 660' no município de São Mateus - ES. Foram avaliados quatro volumes de calda (419, 481, 535 e 582 L ha<sup>-1</sup>) e o depósito, cobertura e espectro de gotas nos terços inferiores, médio e superior da planta. A utilização do volume de calda de 535 L ha<sup>-1</sup> mostrou-se mais eficiente, com valores superiores aos demais avaliados tanto no terço superior para deposição quanto no terço médio para cobertura. Portanto, diante das condições avaliadas, para o controle de pragas e doenças almejando uma boa qualidade de pulverização, indica-se a utilização do volume de calda de 535 L ha<sup>-1</sup>, as maiores médias de DMV para terço inferior, terço médio e terço superior foram com 535 L ha<sup>-1</sup> de calda de pulverização, os valores entre 1,04 a 3,85 para o CH indicam que o tamanho de gotas produzido é homogêneo, estando nas condições aceitáveis para aplicação.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, deposição de gotas, cobertura, *Macadamia integrifolia* Maiden e Betcher.

**Quality of hydropneumatic spraying in macadamia nut.** This study aimed to evaluate the effect of different volumes of solution applied by airblast spraying on the characteristics of macadamia leaves. The experimental area was used in commercial farming macadamia varieties 'Haes 344' and '660 Haes' in São Mateus - ES. They evaluate four spray volumes (419, 481, 535 and 582 L ha<sup>-1</sup>) and the deposit and coverage in the lower, middle and upper plant. The use of spray volume 535 L ha<sup>-1</sup> was more efficient, with higher values than the other evaluated both the upper third deposition as the middle third for coverage. Therefore, given the evaluated conditions for the control of pests and diseases aiming a good quality spray, indicates the use of the spray volume of 535 L ha<sup>-1</sup>, the highest average DMV to lower third, middle third and upper third were with 535 L ha<sup>-1</sup> of spray solution, values between 1.04 to 3.85 for the CH indicate that the size of droplets produced is homogeneous, with in acceptable conditions for application.

**Key words:** Application technology, drops deposition, cover, *Macadamia integrifolia* Maiden and Betcher.

## Introdução

A noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) é uma planta originária da Austrália da família *Proteaceae*, nativa das florestas tropicais costeiras do sul dos estados de Queensland e Nova Gales do Sul, porém, desenvolve-se melhor em regiões de clima subtropical. É a única planta australiana cultivada comercialmente para produção de alimentos e sua semente é considerada por muitos a mais saborosa noz do mundo (Sacramento e Pereira, 2003; Perdoná et al., 2014).

No Brasil, as primeiras plantas da noqueira macadâmia foram introduzidas em meados de 1940, porém a sua expansão ocorreu somente na década de 1990, em que os produtores viram grande interesse econômico em cultivar a planta (Sobierajski et al., 2006). Sendo assim, a noz-macadâmia tem grande potencial de mercado, mas ainda é pouco explorada no Brasil (Schneider et al., 2012). O Brasil, tem uma área de cerca de 6.500 hectares cultivados com macadâmia, sendo o sétimo produtor mundial da noz, representando sete por cento da produção mundial (Piza e Moriya, 2014), tendo a produção concentrada nos Estados de São Paulo (33 %), Espírito Santo (31 %), Bahia (18 %) e Rio de Janeiro (10 %) (Perdoná et al., 2014).

Por se tratar de uma cultura recente no país, são escassos os estudos sobre o controle fitossanitário da noqueira macadâmia. Sendo assim, a planta é suscetível ao ataque de pragas como, o percevejo verde (*Nezera Veridula*), broca-da-Noz (*Hypothenemus obscurus*) e broca da amêndoa (*Cryptophlebia illepidata*) (Furlaneto, 2002), e doenças como, antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, podridão radicular, causada principalmente pelo fungo *Phytophthora cinnamomi*, seca de flores, originada pelo fungo *Botrytis cinerea*, mancha do fruto, causada pelo fungo *Pseudocercospora macadamiae* (Fischer, Perdoná e Cruz, 2014). Torna-se imprescindível a adoção de um sistema de proteção sobre a cultura, que seja eficiente para manter o controle fitossanitário na lavoura (Meng et al., 2020).

É fato que em condições ambientais adequadas, são favoráveis todos os cultivos de culturas, assim acontece na cultura da macadâmia em ambiente tropical, entretanto à ocorrência de pragas e doenças

ao longo do ciclo produtivo da cultura (Mottes et al., 2017). Em condições tropicais, a maioria dos agricultores usa uma grande diversidade de pesticidas, muitas vezes em alta dosagem e frequência para controlar pragas e garantir altos rendimentos das colheitas (Lewis et al., 2016), o que pode acarretar sérios problemas potenciais relacionados aos impactos ambientais e à saúde humana (Lesueur et al., 2016).

Com o objetivo de promover uma alta eficiência de pulverização na lavoura, fatores como, dosagem ideal, volume e deposição de calda na planta, e condições meteorológicas (temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, horas de aplicação) apresentam importância significativa no processo de aplicação de defensivos agrícolas (Gentil-Sergent et al., 2021). Por conseguinte, outros fatores como, pontas de pulverização objetiva uma distribuição homogênea, espectro de gotas uniforme e tamanho de gota adequada, que quando bem ajustadas permitirá uma maior eficiência na pulverização (Kliopova et al., 2016; Yang, Zhu & Wan (2020), de modo a evitar o risco de deriva que resulta em uma baixa eficiência na pulverização sobre a cultura.

Tratando-se de uma cultura perene, a noqueira macadâmia apresenta características da arquitetura como altura da copa, galhos, ramos e folhas, que dificultam a penetração e distribuição de defensivos agrícolas na planta e funcionaram como barreira física na pulverização, reforçando a necessidade de pesquisas referentes a qualidade da aplicação de defensivos agrícolas. No norte do estado do Espírito Santo, vem sendo utilizados pulverizadores hidropneumáticos, que apresentam uma boa realização da operação de pulverização entre a linha de plantio e aplicação da calda na copa da planta. No entanto, são escassos os estudos técnico-científicos que fundamentam o uso destes equipamentos nas lavouras de macadâmia.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes volumes de calda aplicados por pulverizador hidropneumático sobre as características da pulverização em folhas da noqueira macadâmia.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em uma lavoura comercial de macadâmia das variedades ‘Haes 344’ e ‘Haes 660’, com 28 anos de idade, plantada em

espaçamento de 9,0 x 5,5 m e com plantas de altura média de 5,5 m, localizada no município de São Mateus - ES, cujas coordenadas são latitude 18°42'01" S, longitude 39°59'54" O e elevação de 67 m. O clima da região se enquadra no tipo Aw, com inverno seco e estação chuvosa concentrada no verão.

Selecionou-se uma área da plantação em que se observou plantas com estrutura de dossel homogêneo em relação à largura, comprimento e altura de copa, sem falhas na linha de plantio, procurando-se, dessa forma, reduzir a interferência de fatores relacionados à desuniformidade das copas na análise dos resultados.

Foi utilizado um pulverizador hidropneumático cujo tanque tem capacidade para 4000 litros, bomba centrífuga de 200 L min<sup>-1</sup>, rotação da turbina de ar igual 2200 rpm, equipado com ventilador de dois lados com velocidade média do ar de 190 km h<sup>-1</sup> e vazão 1400 m<sup>3</sup> min<sup>-1</sup>. O ramal utilizado possui 40 bicos na turbina, sendo 20 de cada lado. O pulverizador hidropneumático foi tracionado por um trator de potência nominal 55,2 kW (75 cv), potência máxima na TDP de 49,3 kW (69 cv). A velocidade média de deslocamento do conjunto trator pulverizador foi de 6,0 km h<sup>-1</sup> (3ª marcha reduzida). O pulverizador estava equipado com pontas tipo jato cônico cheio, cerâmico, filtro de malha 50, indicadas para pressão superior 340 kPa.

O experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, referentes aos quatro volumes de calda: 419 L ha<sup>-1</sup>, 481 L ha<sup>-1</sup>, 535 L ha<sup>-1</sup> e 582 L ha<sup>-1</sup> correspondentes às pressões de 414 kPa, 552 kPa, 690 kPa e 828 kPa, respectivamente, segundo informações fornecidas pelo fabricante. As unidades experimentais foram constituídas por uma planta, com quatro repetições totalizando 16 plantas.

As condições climáticas foram monitoradas durante o experimento por meio de um Thermo-hidro-anemômetro da marca AKROM, modelo KR825. A temperatura do variou entre 25,5 e 26,6 °C, umidade relativa média igual a 60% e velocidade do vento entre 0,9 a 2,1 m s<sup>-1</sup>, 3,24 a 7,56 km h<sup>-1</sup> respectivamente, no momento da aplicação.

Para as aplicações, quatro plantas-padrão foram selecionadas e marcadas em uma mesma linha, tendo a pulverização sido iniciada pelo menos três plantas antes da primeira e concluída pelo menos três plantas após a última selecionada. Ao final das aplicações uma

amostra de cerca de 50 mL de calda foi retirada do tanque, para posterior diluições e determinação da curva padrão, necessário para a quantificação de depósito.

A solução pulverizada em todos os tratamentos foram preparados com o corante alimentício azul brilhante (FD & C n° 1) a na dose de 2000 mg L<sup>-1</sup> (Palladini, Raetano & Velini, 2005), após a pulverização, três folhas de cada terço (inferior, superior e médio) foram coletadas com auxílio de luvas cirúrgicas e acondicionadas em sacos plásticos identificados, colocados em caixa de isopor e imediatamente levado ao Laboratório Agrônomo de Análise de Solo, Folha e Água (LAGRO) do Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES, da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

A cada folha adicionou-se 50 ml de água destilada, mantendo-a por agitação por cerca de 30 segundos para remoção do corante. A solução resultante foi usada para quantificar o depósito por um espectrofotômetro pela leitura de absorbância no comprimento de onda de 630 nm conforme Quirino (2010). Os valores de absorbância lidos pelo espectrofotômetro proporcionaram a sua transformação em mg L<sup>-1</sup> conforme a equação da curva-padrão estabelecida pelas diluições das amostras (1/50, 1/100, 1/200, 1/300, 1/400, 1/500) da calda de pulverização coletada no campo

Após a remoção do corante, calculou-se a área das folhas em centímetro quadrado (cm<sup>2</sup>) com o medidor de área foliar Li-Cor Li-3100C.

Em seguida, determinou-se o volume depositado nas folhas através da equação 1:

$$C_i.V_i = C_f.V_f \quad (1)$$

Em que, C<sub>i</sub> = concentração inicial da calda (2000 mg L<sup>-1</sup>); V<sub>i</sub> = volume inicial a ser calculado; C<sub>f</sub> = concentração final que corresponde à concentração encontrada na leitura do espectrofotômetro, e V<sub>f</sub> = volume utilizado para lavar as folhas.

Com o volume depositado, calculou-se a deposição em microlitros de calda por centímetro quadrado (μL cm<sup>-2</sup>) de superfície foliar.

A amostragem de gotas para a determinação do tamanho, nos diferentes tratamentos, foi realizada com papéis hidrossensíveis. Os papéis foram colocados na posição vertical, posicionados nas alturas

correspondentes ao terço inferior, médio e superior da planta. O tamanho das gotas foram determinadas por análise de imagem por meio do software ImageTool®.

Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas foram processados e tabulados diretamente pelo software, apresentados de forma tabelada. Foram processadas quatro leituras, referentes às quatro etiquetas hidrossensíveis do tratamento, para cada volume de calda utilizado e realizada a média dos resultados das análises, utilizadas para avaliar os seguintes parâmetros:  $D_{v,0,1}$  – diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor;  $D_{v,0,5}$  – diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro da mediana volumétrica (DMV);  $D_{v,0,9}$  – diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor; AR – amplitude relativa; CH – coeficiente de homogeneidade; e DMN – diâmetro da mediana numérica diâmetro de gota tal que 50% do número de gotas pulverizadas é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor.

Para fins de análise estatísticas dos resultados obtidos, estes foram submetidos à análise de variância, (ANOVA) e posteriormente submetidos ao teste de média de Tukey a 5% de significância, para comparação das médias, usando o programa GENES (Cruz, 2013).

## Resultados e Discussão

Na quantificação do corante marcador das amostras diluídas, na determinação de depósito, foi estabelecida a equação:  $y = 71,564x - 0,0095$ , com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,999$ , em que “x” representa a leitura da densidade óptica (absorbância) e “y” representa a concentração em  $\text{mg L}^{-1}$ , dado que a concentração de corante foi igual em todos os tratamentos. Pelo valor do coeficiente de determinação  $R^2$ , verifica-se que a equação explica com precisão os valores da concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  das soluções em função da absorbância lidos no espectrofotômetro, dado que 99% da variação do volume depositado pode ser explicado pela concentração.

Os valores médios de deposição de calda em folhas ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ ) nos terços inferior e médio das plantas, não diferiram estatisticamente para todos os volumes de calda testados (Tabela 1).

Em relação aos valores médios da cobertura de pulverização, não houve diferença estatística para todos os volumes de calda para o terço inferior e superior (Tabela 2).

Os valores do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro da mediana numérica (DMN) e coeficiente de homogeneidade (CH) são parâmetros importantes a serem observados durante as pulverizações. Os valores obtidos nas pulverizações de quatro volumes de pulverização (419, 481, 535 e 582  $\text{L ha}^{-1}$ ) são apresentados na Tabela 3.

As maiores médias de DMV para terço inferior, terço médio e terço superior foram com 535  $\text{L ha}^{-1}$  de calda de pulverização (890,50, 980,09 e 822,86  $\mu\text{m}$  respectivamente) em relação aos demais volumes de calda (419, 481 e 582  $\text{L ha}^{-1}$ ).

Tabela 1. Valores médios de deposição de calda em folhas ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )

Volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Deposição em folhas ( $\mu\text{L cm}^{-2}$ )		
	Terço Inferior	Terço Médio	Terço superior
419	2,05	0,57	0,42 b
481	2,18	0,64	0,27 b
535	2,52	0,78	0,85 a
582	2,23	0,52	0,28 b
Média Geral	2,11	0,52	0,45
CV (%)	29,16	35,3	31,09

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras indica que não houve significância pelo teste F.

Tabela 2. Valores médios da cobertura de pulverização por terço da planta

Volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Cobertura (%)		
	Terço Inferior	Terço Médio	Terço superior
419	13,30	1,91b	2,15
481	9,99	4,40 ab	1,60
535	19,31	20,16 a	19,12
582	5,76	4,47 ab	1,99
Média Geral	12,09	7,73	6,21
CV (%)	93,05	108,54	150,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras indica que não houve significância pelo teste F.

Os valores médios de  $D_{v0,1}$ ,  $D_{v0,9}$  ( $\mu\text{m}$ ), AR e seus respectivos tratamentos estão representados na Tabela 4. Dentre os volumes de caldas observados, os volumes 481 e 535 L ha<sup>-1</sup>, no terço superior (TS), não apresentaram diferença estatística entre si, contudo, diferiram dos outros dois volumes utilizados no trabalho.

No caso da equação de estimativa de quantificação de depósitos, valores similares do coeficiente de determinação  $R^2$  foram encontrados por outros autores que utilizaram a mesma técnica para quantificação de depósitos (Beck et al., 2018; Gil et al., 2018; Baio et al., 2019; Gentil et al., 2020).

No que se refere aos depósitos, os valores encontrados diferem aos observados por Fernandes, Ferreira e Oliveira (2010) que verificaram valores de deposição no terço inferior do cafeeiro, crescentes com os volumes de calda acaricida (250 L, 400 L, 550 L e 700 L). A quantificação dos depósitos de defensivos agrícolas é importante na ação eficaz de produtos

fitossanitário, e quando as culturas apresentam alto índice de área foliar em que a dificuldade de penetração é ainda maior, a eficiência na deposição é essencial (Kliopova et al., 2016; Garcerá, Molto & Chueca, 2017; Soheilifard et al., 2020).

Quanto ao terço superior o tratamento com volume de calda de 535 L ha<sup>-1</sup> foi estatisticamente superior aos demais (Tabela 1), ressaltando que este volume é o ideal para o controle de pragas e doenças na cultura da macadâmia e proporcionou o maior valor de depósito de calda nas folhas. Estes resultados corroboram com os obtidos por Rodrigues et al. (2010) avaliando a quantidade e qualidade da deposição da calda de pulverização em *Commelina benghalensis*, analisando volumes de aplicação, pontas de pulverização e ângulo dos bicos na barra de pulverização, os autores chegaram a conclusão que independentemente da ponta utilizada, o volume de 200 L ha<sup>-1</sup> proporcionou os maiores depósitos médios e pontuais nas plantas.

Tabela 3. Médias do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro da mediana numérica (DMN) e coeficiente de homogeneidade (CH) em função dos volumes de caldas aplicados, no terço inferior (TI), terço médio (TM) e terço superior (TS) da planta

Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	DMV ( $\mu\text{m}$ )			DMN ( $\mu\text{m}$ )			CH		
	TI	TM	TS	TI	TM	TS	TI	TM	TS
419	737	737	428	283	307	301	3,0	2,1	1,5
481	715	477	414	321	319	319	2,5	1,6	1,3
535	890	980	822	375	334	334	2,9	3,8	2,8
582	721	578	291	335	269	269	2,4	2,2	1,0
Média geral	766	693	489	328	307	306	2,7	2,4	1,6
CV (%)	40	45	52	22	21	38	44	56	56

Tabela 4. Distribuição volumétrica por classe de tamanho e amplitude relativa (AR) de gotas pulverizadas em função dos volumes de caldas aplicados, no terço inferior (TI), terço médio (TM) e terço superior (TS) da planta

Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	$D_{v0,1}$ ( $\mu\text{m}$ )			$D_{v0,9}$ ( $\mu\text{m}$ )			AR		
	TI	TM	TS	TI	TM	TS	TI	TM	TS
419	391	370	175 b	1088	834	584	0,9	0,7	0,9
481	372	288	295 ab	1141	631	533	1,0	0,6	0,5
535	477	439	462 a	1250	1169	1140	0,8	0,9	0,8
582	392	240	106 b	965	874	413	0,8	1,2	0,5
Média geral	408	335	259	1111	877	668	0,9	0,9	0,7
CV (%)	39	49	46	40	50	55	28	30	48

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A ausência de letras indica que não houve significância pelo teste F.

De acordo com Yang, Zhu & Wan (2020), a heterogeneidade do alvo nas plantações de frutíferas impede a aplicação uniforme nas diversas partes das plantas e aplicações direcionadas a face inferior e superior promovem os maiores níveis de cobertura (Oliveira et al., 2012; Baio et al., 2019).

Gouda et al. (2018) comparando a eficiência da aplicação entre diferentes pulverizadores quanto à porcentagem de cobertura proporcionada junto às folhas do cafeeiro, observaram que a parte inferior apresentou menor cobertura em comparação com a mediana. Bócoli et al. (2012) verificou com uso de corantes traçadores, que o volume de calda atingido na parte inferior do cafeeiro é maior que o volume de calda atingido na parte superior em pulverização com pulverizador hidropneumático e pulverizadores costais.

Para o terço médio das plantas o volume de 419 L ha<sup>-1</sup> foi estatisticamente inferior aos volumes de 481, 535 e 582 L ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). O volume de calda que apresentou o melhor resultado para cobertura foi o de 535 L ha<sup>-1</sup>.

Conforme Ruas, Balan e Saab (2011), a porcentagem de cobertura é de suma importância, pois o aumento da área coberta pelo espectro de gotas tende a propiciar maior nível de controle pelos produtos químicos. Entretanto, valores de porcentagem de cobertura muito altos indicam tendência ao escoamento de produto, por coalescimento de várias gotas menores que, unidas, dão origem a gotas de maior diâmetro e maior peso, que ultrapassam a capacidade de retenção de gotas (Quirino, 2010).

Cunha e Peres (2010) observaram que a variação do volume de calda não influenciou na severidade da ferrugem da soja e na produtividade da cultura. Quando se pode utilizar o menor volume de calda testado, aumenta capacidade operacional dos pulverizadores, reduz os custos operacionais e ainda aumenta o aproveitamento de boas condições climáticas (Cunha, e Peres, 2010; Souza, Cunha e Pavanin, 2012; Chen, et al., 2020). Estes dados corroboram com os obtidos neste trabalho, pois a melhor cobertura de pulverização (20,19 %) foi proporcionada em um volume de calda intermediário (535 L ha<sup>-1</sup>) dentre os testados. Esta cobertura foi 15,69 % superior à encontrada para o maior volume de calda (582 L ha<sup>-1</sup>).

Segundo Vitória e Campanharo (2016), gotas com valores de DMV menores que 100 µm sofrem maior influência do vento. Quirino et al. (2013) relatam que a pulverização de gotas com diâmetro de maiores que 400 µm são consideradas do tipo muito grossa.

De acordo com Baesso et al. (2014), gotas grossas maiores que 400 µm são menos arrastadas pelo vento e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo. Porém, proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm<sup>2</sup>; apresentam baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escoamento do produto nas folhas.

O alto coeficiente de variação na porcentagem de cobertura em todos os terços pode ser justificado pelo tipo de pulverizador usado, que não teve boa uniformidade no tamanho de gotas, o que também afetou o DMV (Tabela 3).

Para DMN as maiores médias para terço inferior, terço médio e terço superior foram com 535 L ha<sup>-1</sup> de calda de pulverização (375,80, 334,85 e 334,85 µm respectivamente) em relação aos demais volumes de calda (419, 481 e 582 L ha<sup>-1</sup>).

Os valores do CH variaram de 1,04 a 3,85 (Tabela 3), indicando que o tamanho de gotas produzido é homogêneo, estando nas condições aceitáveis para aplicação. Vitória et al. (2018), considerou como homogêneas as pulverizações cujos valores de CH são menores que 1,4. Outros autores consideram ideal o valor de CH correspondente a um, significando que todas as gotas têm o mesmo diâmetro.

Os valores de DMV são esperados, pulverizadores pneumáticos não usam um bico pulverizador para fracionar a calda e gerar a gota e, com o seu ventilador é produzida uma corrente de ar, e esse tipo de fracionamento é menos eficiente que as pontas pulverizadoras. Com um maior fracionamento de seu volume, há tendência de as gotas serem maiores e em maior número, e isso eleva o valor de DMV (Tabela 3).

Gotas médias (200 - 400 µm) apresentam características intermediárias às de gotas grande e das gotas pequenas. Podem ser caracterizadas como menor incidência de arrasto pelo vento, menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, melhor cobertura do alvo, maior quantidade de deposição de gotas por cm<sup>2</sup> e alta capacidade de penetração na cultura (Bueno et al., 2016; Bueno, Cunha & Santana, 2017).

Chechetto e Antuniassi (2012) avaliando o comportamento do espectro de gotas gerados por diferentes pontas de pulverização e diferentes adjuvantes, observaram que a ponta de pulverização com indução de ar (AI 8003 VS) apresentou AR entre 1,92 e 2,34, valor superior a ponta com pré-orifício (DG 8003 VS) que ficou entre 1,47 a 1,60. Geralmente, quanto menor o valor da AR, maior possibilidade de eficácia na aplicação. Não foi observado no trabalho diferença estatística entre os tratamentos no aspecto AR. O volume de calda 535 L ha<sup>-1</sup> apresentou distribuição equivalente entre os terços das plantas (TI, TM e TS), o que presume melhor eficácia de aplicação comparado com os demais tratamentos (Chen et al., 2020).

## Conclusões

Na avaliação de deposição e cobertura em folhas de plantas de macadâmia, a utilização do volume de calda de 535 L ha<sup>-1</sup> mostrou-se mais eficiente, com valores superiores aos demais avaliados tanto no terço superior para deposição quanto no terço médio para cobertura. Portanto, diante das condições avaliadas,

para o controle de pragas e doenças almejando uma boa qualidade de pulverização, indica-se a utilização do volume de calda de 535 L ha<sup>-1</sup>. As maiores médias de DMV para terço inferior, terço médio e terço superior foram com 535 L ha<sup>-1</sup> de calda de pulverização, os valores entre 1,04 a 3,85 para o CH indicam que o tamanho de gotas produzido é homogêneo, estando nas condições aceitáveis para aplicação.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES).

### Literatura Citada

- BAESSO, M. M. et al. 2014. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. *Revista Ceres (Brasil)* 61(s/n):780-785.
- BAIO, F. H. R. et al. 2019. Factors affecting aerial spray drift in the Brazilian Cerrado. *PloS One* 14(6):e0217957.
- BECK, H. E. et al. 2018. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1km resolution. *Science* 5:180214.
- BÓCOLI, M. A. et al. 2012. Quantificação de depósitos do pulverizador tipo canhão em lavoura cafeeira com espaçamento convencional. *Revista Agrogeoambiental* 4(2):1-9.
- BUENO, M. R. et al. 2016. Drift curves from spray applications on common bean crop. *Ciência e Agrotecnologia* 40(6):621-632.
- BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; SANTANA, D. G. 2017. Assessment of spray drift from pesticide applications in soybean crops. *Biosystems Engineering* 154 (s/n):35-45.
- CHECHETTO, R. G; ANTUNIASSI, U. R. 2012. Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização. *Energia na Agricultura* 27(3):130-142.
- CHEN, S. et al. 2020. Effect of droplet size parameters on droplet deposition and drift of aerial spraying by using plant protection UAV. *Agronomy* 10(2):195.
- CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. 2010. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. *Acta Scientiarum Agronomy* 32(4):597-602.
- CRUZ, C. D. 2013. GENES. A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35(3):271-276.
- FISCHER, I. H.; PERDONÁ, M. J.; CRUZ, J. C. S. 2014. Doenças da Macadâmia. *Pesquisa & Tecnologia*. São Paulo, Nota Técnica nº 1. 5p.
- FERNANDES, A. P.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, C. A. L. 2010. Eficácia de diferentes ramais de pulverização e volumes de calda no controle de *Brevipalpus phoenicis* na cultura do café. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(1):130-135.
- FURLANETO, F. A. 2002. Macadâmicultura no Estado de São Paulo. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*. São Paulo, Nota Técnica nº2. 5p.
- GARCERÁ, C., MOLTO, E., CHUECA, P. 2017. Spray pesticide applications in Mediterranean citrus orchards: canopy deposition and off-target losses. *Science of The Total Environment* 599-600 (s/n):1344-1362.
- GENTIL-SERGENT, C. et al. 2021. Quantifying pesticide emission fractions for tropical conditions. *Chemosphere* 275(s/n):130014.
- GENTIL, C. et al. 2020. Challenges and ways forward in pesticide emission and toxicity characterization modeling for tropical conditions. *International Journal of Life Cycle Assessment* 25(s/n):1290-1306.
- GIL, E. et al. 2018. First attempts to obtain a reference drift curve for traditional olive grove's plantations following ISO 22866. *Science of the Total Environment* 627(s/n):349-360.
- GOUDA, A. I. et al. 2018. Comparison of drift of two types of sprayers used in cotton production in Benin. *Biotechnology Agronomy Society* 22(2):94-105.
- KLIOPOVA, I. et al. 2016. Possibilities of increasing resource efficiency in nitrogen fertilizer production. *Clean Technologies and Environmental Policy* 18(s/n):901-914.

- LESUEUR, J. M. et al. 2016. Crisis Management of Chronic Pollution: Contaminated Soil and Human Health, first ed. CRC Press. ISBN 9780367658373. 312p.
- LEWIS, S. E. et al. 2016. Pesticide behavior, fate, and effects in the tropics: an overview of the current state of knowledge. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(20):3917-3924.
- MENG, Y. et al. 2020. Experimental evaluation of UAV spraying for peach trees of different shapes: Effects of operational parameters on droplet distribution. *Computers and Electronics in Agriculture* 170(s/n):1-12.
- MOTTES, C. et al. 2017. Relationships between past and present pesticide applications and pollution at a watershed outlet: the case of a horticultural catchment in Martinique, French West Indies. *Chemosphere* 184(s/n):762-773.
- OLIVEIRA, G. M. de et al. 2012. Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento. *Ciência Rural* 42(4):581-586.
- PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. 2005. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Scientia Agrícola* 62(5):440-445.
- PERDONÁ, M. J. et al. 2014. Abortamento de frutos da noqueira macadâmia sob influência da adubação mineral. *Revista Ceres (Brasil)* 61(3):392-398.
- PIZA, P. L. B. de T.; MORIYA, L. M. 2014. Cultivo da macadâmia no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36(1):39-45.
- QUIRINO, A. L. S. 2010. Parâmetros técnicos para aplicação do Glyphosate visando o aumento da eficácia segurança ambiental e do aplicador. Dissertação Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 75p.
- QUIRINO, A. L. S. et al. 2013. Parâmetros da pulverização de defensivos agrícolas visando a redução da contaminação ambiental e do aplicador. *Revista Agrarian* 6(20):161-166.
- RODRIGUES, A. C. P. et al. 2010. Avaliação qualitativa e quantitativa na deposição de calda de pulverização em *Commelina benghalensis*. *Planta Daninha* 28(2):421-428.
- RUAS, J. M. F.; BALAN, R.; SAAB, O. J. G. A. 2011. Comparação da cobertura de pulverizadores costais de acionamento manual e motorizado. *Semina: Ciências Agrárias* 32(4):1417-1422.
- SACRAMENTO C. K.; PEREIRA F. M. 2003. Fenologia da floração da noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche) nas condições climáticas de Jaboticabal. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25(1):19-22.
- SCHNEIDER L. M. et al. 2012. Zoneamento agroclimático de noqueira-macadâmia para o Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(2):515-524.
- SOBIERAJSKI, G. da R. et al. 2006. Noz-macadâmia: produção, mercado e situação no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas* 36(5):25-36.
- SOHEILIFARD, F. et al. 2020. Chemical footprint of pesticides used in citrus orchards based on canopy deposition and off-target losses. *Science of the Total Environment* 732(s/n):139118.
- SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. 2012. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. *Revista Ciência Agronômica* 43(1):78-85.
- VITÓRIA, E. L. et al. 2018. Pulverização hidropneumática usando equipamentos com e sSem Assistência Eletrostática em cafeeiro conilon. *Revista Engenharia na Agricultura-Reveng* 26(3):217-228.
- VITÓRIA, E. L. da; CAMPANHARO, A. 2016. Water sensitive sample for determination of drops spectrum in spraying in coffee canephora. *Coffee Science* 11(3):367-373.
- YANG, Q.; ZHU, Y.; WANG, J. 2020. Adoption of drip fertigation system and technical efficiency of cherry tomato farmers in Southern China. *Journal of Cleaner Production* 275(s/n):13980.