

COBERTURA E DENSIDADE DE GOTAS PROVOCADAS POR DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO CAFEIEIRO CONILON

Deborah Hoffmam Crause¹; Joice Paraguassú Rodrigues²; Edney Leandro da Vitória³; Debora Moro Soelo⁴

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agricultura Tropical (PPGAT/UFES), São Mateus-ES deborahlife2014@hotmail.com

²Engenheira Agrônoma, MS, PPGAT/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, contatcanalluc@hotmail.com

³Professor Adjunto, DSc, PPGAT/CEUNES/UFES, São Mateus-ES, edney.vitoria@ufes.br

⁴Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agricultura Tropical (PPGAT/UFES), São Mateus-ES, deboramoro.s@gmail.com

RESUMO: O Brasil é o maior produtor e exportador de café (*Coffea* sp.) do mundo, sendo 27,6% da produção nacional representada pelo café Conilon (*Coffea canephora*). O Espírito Santo destaca-se como o maior produtor dessa espécie, sendo responsável por aproximadamente 75% de todo Conilon produzido no país. Porém, a cultura enfrenta dificuldades constantes, principalmente devido à ocorrência de problemas fitossanitários, como fungos, insetos, ácaros e plantas daninhas, fatores que podem ser limitantes na produção. Dentre estes, a principal doença que atinge o cafeeiro é a ferrugem, de natureza biótica causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. No processo produtivo do café, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários torna-se cada vez mais importante, ainda mais devido ao fato de que o controle químico, comumente mais utilizado, se dá na maioria das vezes por via líquida. O objetivo deste trabalho foi avaliar a cobertura e a densidade de gotas provocadas por diferentes pontas de pulverização na cultura do cafeeiro Conilon, sob duas pressões diferentes na aplicação de fungicida no controle da ferrugem. Os fatores estudados foram cinco pontas de pulverização de jato cônico cheio e jato cônico vazio sob duas pressões de trabalho (414 kPa e 828 kPa). As pontas de jato cônico vazio proporcionaram maior cobertura e densidade de gotas depositadas sobre a superfície-alvo. Dentre estas, a MAG 2 apresentou valores superiores de cobertura e densidade, sob a pressão de trabalho de 828 kPa.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea canephora*, pontas de pulverização, tecnologia de aplicação.

DROP COVERAGE AND DENSITY CAUSED BY DIFFERENT SPRAYING POINTS ON THE CONILON COFFEE CULTURE

ABSTRACT: Brazil is the largest producer and exporter of coffee (*Coffea* sp.) In the world, with 27.6% of national production represented by Conilon coffee (*Coffea canephora*). Espírito Santo stands out as the largest producer of this species, being responsible for approximately 75% of all Conilon produced in the country. However, the crop faces constant difficulties, mainly due to the occurrence of phytosanitary problems, such as fungi, insects, mites and weeds, factors that may be limiting in production. Among these, the main disease that affects coffee is rust, of biotic nature caused by the fungus *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. In the coffee production process, the application technology of phytosanitary products is becoming increasingly important, especially due to the fact that the chemical control, most commonly used, is mostly liquid. The objective of this work was to evaluate the coverage and droplet density caused by different spray nozzles on Conilon coffee crop under two different pressures on fungicide application in the control of rust. The factors studied were five full cone spray tips and empty cone spray tips under two working pressures (414 kPa and 828 kPa). The empty tapered jet tips provided greater coverage and droplet density deposited on the target surface. Among these, MAG 2 presented higher values of coverage and density, under the working pressure of 828 kPa.

KEY WORDS: *Coffea canephora*, spray tips, application technology.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a área total plantada com a cultura de café (espécies arábica e robusta) totaliza 2.267.577,8 hectares. No estado do Espírito Santo está a segunda maior área plantada com a cultura cafeeira, totalizando 488.583 hectares, sendo 310.088 hectares com a espécie robusta e 178.495 hectares com a arábica. O estado é o maior produtor da espécie Conilon, com participação de aproximadamente 75% da produção nacional brasileira. (CONAB, 2014). Embora no país e no estado do Espírito Santo os números sejam favoráveis, a cultura enfrenta dificuldades constantes, principalmente devido à ocorrência de problemas fitossanitários, como fungos, insetos, ácaros e plantas daninhas, fatores que podem ser limitantes na produção. Dentre estes, a principal doença que atinge o cafeeiro é a ferrugem, de natureza biótica causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. Ocorre de forma generalizada em todo país, principalmente nas regiões com maior intensidade da cultura, sendo capaz de afetar a vida útil dos cafezais. Devido sua praticidade, eficiência e até mesmo a necessidade, o controle químico tem sido o método mais utilizado pelos produtores de café no controle desta doença. No processo produtivo do café, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários torna-se cada vez mais importante, ainda mais devido ao fato de que o controle químico se dá na maioria das vezes por via líquida. Esta modalidade de aplicação vem sofrendo há décadas uma pressão por parte dos usuários e da sociedade no

sentido de manter a eficiência biológica dos tratamentos, de melhorar o desempenho operacional dos equipamentos, de diminuir os volumes de calda e os custos das aplicações e de minimizar a contaminação ambiental (FERREIRA et al., 2013). Estudos relacionados à qualidade da aplicação e à diminuição do volume de calda utilizados na cafeicultura são ainda escassos e merecem atenção devido ao grande número de pulverizações que são realizadas para minimizar os problemas fitossanitários. O manejo fitossanitário em culturas arbóreo-arbustivas como café conilon e tantas outras espécies frutíferas deve-se basear em alguns aspectos da tecnologia de aplicação, em especial, num correto alcance do dossel das plantas, na escolha do equipamento e no volume de aplicação utilizado. O tamanho da planta, densidade da copa, deriva, tamanho de gota, volume de calda pulverizado, velocidade de deslocamento do pulverizador, vento, tipo de equipamento utilizado, combinação de bicos no pulverizador, volume de saída de ar, velocidade do ar e distância do pulverizador até o alvo podem influenciar a distribuição e os depósitos dos produtos fitossanitários quando aplicados com turbo pulverizador (ALVARENGA & CUNHA, 2010). Segundo Miranda (2009), a arquitetura do cafeeiro, diferença de altura, comprimento de ramos, quantidade e tamanho de frutos, idade da planta e à densidade foliar da planta pode constituir-se em sério obstáculo à penetração das gotas de pulverização. De acordo com Fritz et al. (2012), o tamanho das gotas é indiscutivelmente um fator decisivo na deposição das gotas resultantes da pulverização, tanto dentro como fora do alvo. O tamanho das gotas produzidas tem importância por diversas razões, entre as quais a possibilidade de se controlar o volume de líquido gasto em uma aplicação e a seleção do equipamento que produza um determinado tamanho de gota para uma aplicação específica, uma vez que gotas muito pequenas poderão não se depositar sobre a superfície a ser tratada, devido ao arrastamento por ventos ou à evaporação. Para a avaliação de pulverizações agrícolas, existem diversas opções de metodologias. As determinações da cobertura do alvo e espectro de gotas podem ser realizadas através da utilização de alvos artificiais como os papéis hidrossensíveis e de alvos naturais como as próprias folhas das plantas. O uso da pulverização com a finalidade de controle fitossanitário depende não somente de produtos de ação comprovada, mas também da tecnologia desenvolvida para sua aplicação. Ramos et al. (2002), mencionam que estudos de adequação de equipamentos de aplicação poderiam minimizar significativamente o desperdício de tempo e de produto existentes nesta operação. A necessidade de reduzir os custos de produção e a poluição do ambiente exige racionalização no uso de produtos fitossanitários e isto pode ser conseguido através de uma tecnologia de aplicação mais eficiente, ou seja, que atinja o alvo adequadamente de forma que os desperdícios de caldas e os riscos à saúde do homem e do ambiente sejam diminuídos, sem comprometer o objetivo do tratamento realizado (FERREIRA et al., 2013). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o percentual de cobertura e a densidade de gotas provocadas por diferentes pontas de pulverização na aplicação de fungicida no controle químico da ferrugem do cafeeiro Conilon, sob duas pressões diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Sítio Refrigério, localizado no município de Nova Venécia, (18°42' 38" S e 40° 24' 02" W) região noroeste do Estado do Espírito Santo. A aplicação do fungicida foi realizada em lavoura composta por plantas clonais da variedade Vitória Incaper 8142, com espaçamento de 3,0 x 1,0 metros e altura média de 1,55 metros e com aproximadamente dois anos de idade. O experimento foi instalado a campo, segundo o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as parcelas dispostas no esquema fatorial 5 x 2. Envolvendo cinco pontas de pulverização, descritas na Tabela 1, e duas pressões de trabalho (414 kPa e 828 kPa). As parcelas experimentais constituíram-se de três linhas de plantio com dez plantas cada, onde apenas a linha central foi pulverizada dos dois lados, sendo úteis quatro plantas centrais previamente selecionadas, considerando a uniformidade do enfolhamento, onde se buscou a representatividade da lavoura. As demais linhas foram consideradas bordadura. O fungicida foliar de ação sistêmica utilizado foi o Rubric®, cujo princípio ativo é o epoxiconazole, na dose de 0,6 L ha⁻¹ (75 g i.a. ha⁻¹) e volume de calda de 500 L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas no dia 12 de novembro de 2013 e as condições ambientes médias durante a aplicação foram: temperatura 23,7 °C, UR 83,5 % e ventos de 7,02 km h⁻¹. As aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador hidropneumático montado (Figura 1), modelo ARBO 480 da empresa Montana, contendo 14 bicos e capacidade de tanque de 400 L, acionado por trator.



Figura 1. Pulverizador hidropneumático montado utilizado para realizar a aplicação de fungicida na lavoura de café Conilon.

Foram utilizadas pontas de pulverização, selecionadas dentre àquelas mais usadas pelos produtores e que proporcionam volumes de aplicação de calda compatíveis com a recomendação para o controle da ferrugem. (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição das pontas de pulverização utilizadas.

Ponta	Descrição	Fabricante	Classe de gotas
MAG 1	Jato cônico vazio	Magno Jet	Fina
MAG 2	Jato cônico vazio	Magno Jet	Fina
MAG 3	Jato cônico vazio	Magno Jet	Fina
CH 100 1	Jato cônico cheio – sem indução de ar	Magno Jet	Fina-média
CH 100 8	Jato cônico cheio – sem indução de ar	Magno Jet	Fina-média

A qualidade de pulverização foi avaliada com o uso de papéis hidrossensíveis que, antes da aplicação, foram dispostos na altura média das plantas selecionadas, em estacas dispostas à mesma altura dos ramos plagiotrópicos. Após a pulverização, os papéis hidrossensíveis foram retirados e acondicionados em recipientes de plástico com tampa, e encaminhadas ao Laboratório de Mecanização e Defensivos Agrícolas da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus CEUNES, São Mateus-ES, para análise do espectro de gotas pelo software ImageTool®. Os valores relacionados ao espectro de tamanho de partículas foram processados e tabulados diretamente pelo software, sendo apresentados de forma tabelada. Foram processadas quatro leituras, referentes às quatro etiquetas hidrossensíveis do tratamento, para cada ponta e realizada a média dos resultados das análises, utilizadas para avaliar os seguintes parâmetros: $D_{v0,1}$ – diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor; $D_{v0,5}$ – 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); $D_{v0,9}$ – diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor; e AR – amplitude relativa. As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico “Assistat 7.7 beta” (SILVA & AZEVEDO, 2009), por meio de análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível verificar que a amplitude relativa do tamanho das gotas (AR) em sua maioria, foi mais favorável quando se trabalhou com a pressão de 414 kPa (Tabela 2). A maior pressão avaliada (828 kPa) ocasionou maiores valores de AR. A mesma tendência foi observada por Fernandes et al. (2007) e Viana et al. (2010), no entanto estes autores avaliaram pontas de pulverização de jato plano. Os valores referentes de AR no presente trabalho variaram de 0,76 a 1,28 (Tabela 2). Sendo estes inferiores aos encontrados por Cunha et al. (2004) que ao trabalharem com a pressão de 400 kPa, encontraram valores de AR de 2,08 e 1,37, respectivamente, para pontas ATR Red e ATR Brown, ambas de jato cônico. Viana et al. (2010) também encontraram valores superiores, sendo estes 1,57 e 1,60, respectivamente, para as pontas TTI 110015 e AI 110015, trabalhando com a pressão de 400 kPa. Esses valores evidenciam uma boa homogeneidade do tamanho das gotas no presente trabalho, quando comparado com a literatura, pois numericamente, quanto menor o valor da amplitude relativa, menor será a faixa de tamanho das gotas pulverizadas. À medida que se deseja aumentar a qualidade da pulverização, deve-se exigir mais do desempenho dos bicos e, especialmente, da homogeneidade do espectro de gotas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa tendendo à zero. A amplitude relativa indica a homogeneidade do tamanho das gotas. Portanto, uma maneira simples de se evitar a deriva consiste em trabalhar com pontas de pulverização em pressões mais baixas, próximas ao limite inferior indicado pelos fabricantes para a boa uniformidade de distribuição das pontas (CUNHA et al., 2003).

Tabela 2. Amplitude relativa de gotas pulverizadas com pontas de jato cônico vazio e jato cônico cheio, em diferentes pressões.

Ponta	Vazão (L min ⁻¹)		AR*	
	414 kPa	828 kPa	414 kPa	828 kPa
MAG 1	0,32	0,50	1,06	0,76
MAG 2	0,64	1,00	0,77	1,15
MAG 3	0,88	1,34	0,94	0,99
CH 100 1	0,75	0,94	1,00	0,76
CH 100 8	3,42	4,45	1,22	1,28

*AR – amplitude relativa.

Ao avaliar a influência da ponta de pulverização e pressão de trabalho nas médias da porcentagem de cobertura (Tabela 3), observam-se diferenças para cada tipo de ponta, principalmente devido suas características técnicas. As pontas MAG 1 e MAG 2 apresentaram um aumento na porcentagem da cobertura com o incremento da pressão. As maiores porcentagens de cobertura, tanto na pressão de 414 kPa quanto na de 828 kPa, foram encontradas na ponta MAG 2,

sendo esses valores respectivamente, 12,42 e 21,57%. O incremento na pressão aumentou a cobertura para estas pontas, devido ao aumento da densidade de gotas e reduzindo o tamanho destas. Viana et al. (2008) trabalhando com pressões de 276, 552 e 827 kPa encontraram a mesma tendência, assim como Viana et al. (2010) trabalhando com pressões de 200, 300 e 400kPa, indicando que o incremento na pressão proporcionou maior cobertura do alvo. Conforme Fernandes et al. (2007), o tamanho da gota formada em bicos hidráulicos é determinado por fatores que estão devidamente relacionados à cobertura do alvo pela calda pulverizada, uma vez que, a cobertura poderá ser melhorada com a diminuição do diâmetro das gotas. Silva (2013) destaca que a qualidade da cobertura do alvo está condicionada, além do diâmetro de gotas, a fatores climáticos, como umidade, vento e temperatura, bem como da planta, como altura, arquitetura e densidade de folhas. Em geral, gotas menores proporcionam melhor cobertura, além de maior capacidade de penetração no dossel da planta. No que diz respeito à densidade, as pontas MAG 1, MAG 2 e MAG 3 de jato cônico vazio não apresentaram diferença quando comparadas entre si, apenas quando houve incremento na pressão nas pontas MAG 1 e MAG 2. Porém, quando comparadas às pontas de jato cônico cheio (CH 100 1 e CH 100 8), estas apresentaram valores superiores com a pressão de 828 kPa. Segundo Silva (2013), as pontas tipo cone vazio são largamente utilizadas na cafeicultura para aplicações foliares em função da boa densidade e cobertura proporcionadas, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Tabela 3. Médias das coberturas (%) e densidades (gotas cm⁻²) avaliadas com o uso de papel hidrossensível.

Ponta	Vazão (L min ⁻¹)		Cobertura (%)		Densidade (gotas cm ⁻²)	
	414 kPa	828 kPa	414 kPa	828 kPa	414 kPa	828 kPa
MAG 1	0,32	0,50	5,98 Bbc	17,99 aAB	12,39 bA	22,02 aA
MAG 2	0,64	1,00	12,42 Ba	21,57 aA	12,87 bA	21,13 aA
MAG 3	0,88	1,34	12,04 Aab	13,03 aB	13,13 aA	17,89 aA
CH 100 1	0,75	0,94	5,58 Ac	4,75 aC	14,58 aA	4,90 bB
CH 100 8	3,42	4,45	7,84 Aabc	3,40 bC	9,64 aA	5,93 aB

Para cada ponta, médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas colunas. e médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

- 1 - As pontas de jato cônico vazio proporcionaram maior cobertura e densidade de gotas depositadas sobre a superfície-alvo.
- 2 - Dentre estas, as ponta MAG 1 e MAG 2 apresentaram valores superiores de cobertura e densidade, sob a pressão de trabalho de 828 kPa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.3, p.555-562, 2010.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café: Segundo Levantamento. Brasília: CONAB, v. 1, n. 1, 2014. 61p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>> Acesso em: 10 de julho 2014.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; COURY, J. R.; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. Planta Daninha, Viçosa, v.21, n.2, p.325-332, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.10, p.977-985, 2004.
- FERNANDES, A. P.; PARREIRA, R. S.; FERREIRA, M. C.; ROMANI, G. N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 3, p. 728-733, 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, Supplement 1, p. 1539-1548, 2013.
- FRITZ, B.K.; HOFFMAN, W.C.; CZACZYK, Z.; BAGLEY, W.; KRUGER, G.; HENRY, R. Measurement and classification methods using the ASAE S572.1 reference nozzles. Journal of Plant Protection Research, [Poznan, Polonia], v.52, n.4, p447-457, 2012
- MIRANDA, G.R.B. Distribuição de inseticidas em frutos do cafeeiro. 2009. 143 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia). – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- RAMOS, H. H.; MATUO, T.; BERNARDI, J. A.; MAZIERO, J. V. G. Características da pulverização produzida por pontas yamaha da série 'D'. Bragantia, Campinas, v. 61, n. 3, 285-290, 2002.

- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, J. E. R. Deposição de calda aplicada em folhas de cafeeiro com diferentes volumes e pontas de pulverização. 2013. 41f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fitotecnia). – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; SOUZA, G. V. R. Deposição de gotas no dossel da soja por diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.16, n.4, 428-43, 2008.
- VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A.F.L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. Planta Daninha, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.