

BRUNNO GABRIELL OLIVEIRA SANTOS

**EFICIÊNCIA DE UMA BARRA DE PULVERIZAÇÃO FRONTAL PARA
APLICAÇÃO EM CAFÉ EM FORMAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título *Magister Scientiae*.

Orientador: Renato Adriane Alves Ruas

Coorientadores: Ezio Marques da Silva
Vinicius Ribeiro Faria

**RIO PARANAÍBA - MINAS GERAIS
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

T

S237e
2022 Santos, Bruno Gabriell Oliveira, 1997-
Eficiência de uma barra de pulverização frontal para aplicação em café em formação / Bruno Gabriell Oliveira Santos. – Rio Paranaíba, MG, 2022.
41 f.: il.

Orientador: Renato Adriane Alves Ruas.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Pós graduação, 2022.
Referências bibliográficas: f. 37-41.

1. Deposição. 2. mecanização. 3. tecnologia. I. Ruas, Renato Adriane Alves , 1975-. II. Universidade Federal de Viçosa. Pós graduação. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal). III. Título.

631

BRUNNO GABRIELL OLIVEIRA SANTOS

**EFICIÊNCIA DE UMA BARRA DE PULVERIZAÇÃO FRONTAL PARA
APLICAÇÃO EM CAFÉ EM FORMAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 09 de dezembro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 BRUNNO GABRIELL OLIVEIRA SANTOS
Data: 28/02/2023 09:02:04-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Brunno Gabriel Oliveira Santos
Autor

Documento assinado digitalmente
 RENATO ADRIANE ALVES RUAS
Data: 27/02/2023 10:58:39-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Renato Adriane Alves Ruas
Orientador

DEDICO

Aos meus pais Adilson e Catia pelo apoio, dedicação e companhia em todas as etapas da minha vida. Aos meus padrinhos Tereza e Joelmar pelo amor, carinho e cuidado que sempre me dedicaram. Aos meus amigos pelo apoio e companheirismo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela participação diária na minha vida.

Aos meus pais Adilson e Catia, pelo exemplo de honestidade, caráter, persistência e apoio em todos os momentos.

Ao meu irmão Carlos pelo companheirismo e carinho.

Ao professor Renato Adriane Alves Ruas pela orientação, confiança, conselhos e amizade.

Ao professor Ezio Marques da Silva e Vinicius Ribeiro Faria pelos ensinamentos, apoio e orientações durante a execução do trabalho.

Ao proprietário da Fazenda o Senhor Michel por ceder o espaço para a execução do trabalho.

Ao Gerente da Fazenda o Senhor Pedro Porfirio pelo acompanhamento na execução do trabalho, por ceder os implementos e equipamentos da Fazenda e por todo o suporte prestado.

Ao técnico de laboratório, Vinicius Nasser pela sua ajuda.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização do mestrado.

A todos que, de alguma forma, participaram da realização deste trabalho.

RESUMO

SANTOS, Brunno Gabriell Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2022. **Eficiência de uma barra de pulverização frontal para aplicação em café em formação**. Orientador: Renato Adriane Alves Ruas. Coorientadores: Ezio Marques da Silva e Vinicius Ribeiro Faria.

A maior competitividade da produção do café se dá em função dos avanços oriundos das pesquisas realizadas, técnicas de cultivos e desenvolvimento de equipamentos para serem utilizados em vários estádios da lavoura. Pesquisadores têm buscado aprimorar tecnologias e procedimentos, visando de maneira técnica, segura, eficiente e cuidadosa, a aplicação dos produtos sobre os alvos selecionados. No cafeeiro em formação, a aplicação encontra diversos obstáculos, como por exemplo: tamanho reduzido da planta e a elevada densidade de folhas. Essas características dificultam a dispersão uniforme pelo alvo, promovendo, ora sobreposição de gotas, ora deriva dos produtos aplicados. Para as aplicações tratorizadas, o desafio é ainda maior pela falta de equipamentos testados cientificamente como sendo eficazes para essas condições. Portanto, este trabalho teve como objetivo geral, avaliar a eficiência de uma barra de pulverização frontal tratorizada para aplicação em café em formação. O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Serra do Salitre (MG). O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas sub-subdivididas 2 x 3 x 3, sendo as parcelas, duas pontas de pulverização (jato duplo com ponta leque 12002 e jato simples com ponta leque 12002), e as subparcelas três pressões (100; 200 e 300 kPa), as sub-subparcelas foram três velocidades (3,0; 6,0 e 9,0 km h⁻¹). Foram realizadas quatro repetições, totalizando 18 tratamentos e 72 parcelas experimentais. Utilizou-se o inseticida comercial VERTIMEC 18EC, recomendado para controle do bicho-mineiro, na dose de 400 mL/ha. Avaliou-se a deposição de calda coletando-se oito folhas de café no percurso de 50 metros, sendo: dossel da planta, nos extratos dos terços (superior, mediana e inferior) e em duas regiões (externa e interna). Após a pulverização, foram analisadas as características técnicas da deposição das gotas nas plantas, comparando-se o efeito das pontas, velocidade e pressão. Os resultados das médias de diâmetro de gotas (μm), densidade de gotas (N/cm^2), deposição de calda ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$), DMV (Diâmetro da Mediana Volumétrica), potencial risco de deriva (%)

e SPAN, obtiveram diferenças significativas, o que evidencia a influência da velocidade e pressão nas duas pontas utilizadas na barra de pulverização frontal. Conclui-se que a barra de pulverização frontal para café em formação é eficaz para o controle do bicho mineiro. O melhor conjunto de calibração para a barra de pulverização frontal e com a ponta de jato duplo, pressão de 300kPa e velocidade de 6km/h. O inseticida comercial VERTIMEC 18EC aplicado com a barra de pulverização frontal proporciona alta taxa de mortalidade para o bicho mineiro.

Palavras-chave: Deposição de calda. Mecanização do cafeeiro. Tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

SANTOS, Brunno Gabriell Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December 2022. **Efficiency of a frontal spray bar for application in growing coffee. Advisor:** Renato Adriane Alves Ruas. Co-advisors: Ezio Marques da Silva and Vinicius Ribeiro Faria.

The greater competitiveness of coffee production is due to the advances arising from the research carried out, cultivation techniques and the development of equipment to be used in various stages of the crop. Researchers have sought to improve technologies and procedures, aiming at the application of products on selected targets in a technical, safe, efficient and careful manner. In the growing coffee tree, the application encounters several obstacles, such as: reduced plant size and high leaf density. These characteristics make uniform dispersion by the target difficult, sometimes promoting droplet overlapping, sometimes drifting of the applied products. For tractor applications, the challenge is even greater due to the lack of equipment scientifically tested as being effective for these conditions. Therefore, this work had as general objective, to evaluate the efficiency of a tractorized frontal spray bar for application in coffee in formation. The experiment was conducted at Fazenda Boa Vista, located in the municipality of Serra do Salitre (MG). The experimental design used was randomized blocks (DBC), in a 2 x 3 x 3 sub-subdivided plot scheme, with the plots having two spray nozzles (double jet with fan nozzle 12002 and single jet with fan nozzle 12002), and the subplots were three pressures (100; 200 and 300 kPa), the sub-subplots were three speeds (3.0; 6.0 and 9.0 km h⁻¹). Four replications were performed, totaling 18 treatments and 72 experimental plots. The commercial insecticide VERTIMEC 18EC, recommended for leaf miner control, was used at a dose of 400 mL/ha. Syrup deposition was evaluated by collecting eight coffee leaves along a 50-meter course, namely: plant canopy, in thirds extracts (upper, middle and lower) and in two regions (outer and inner). After spraying, the technical characteristics of the deposition of the drops on the plants were analyzed, comparing the effect of the tips, speed and pressure. The results of the mean droplet diameter (μm), droplet density (N/cm^2), spray deposition ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$), DMV (Volumetric Median Diameter), potential risk of drift (%) and SPAN, showed differences significant, which shows the influence of speed and pressure on the two ends used in the front spray boom. It is concluded that the front spray bar for the coffee crop is effective in controlling the leaf miner. The best

calibration set for front spray boom and dual jet tip, 300kPa pressure and 6km/h speed. The commercial insecticide VERTIMEC 18EC applied with the front spray boom provides a high mortality rate for the leaf miner.

Keywords: Syrup deposition. Coffee mechanization. Application technology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivo específico	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local de estudo	14
3.2 Delineamento experimental.....	14
3.3 Construção da barra de pulverização hidráulica tratorizada frontal	14
3.4 Avaliação de deriva e deposição de calda em café em formação.....	17
3.5 Avaliação do efeito das pontas hidráulicas de jato simples e duplo na cobertura das folhas de café novo	19
3.6 Avaliar a eficiência do inseticida VERTIMEC 18EC aplicado com barra de pulverização tratorizada frontal	19
3.7 Análises estatísticas.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 Avaliação da eficiência da barra de pulverização frontal com o uso do inseticida VERTIMEC 18EC.....	31
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, como principal produtor e exportador mundial de café, tem investido esforços nos avanços tecnológicos nas lavouras cafeeiras, principalmente, em processos mecanizados para enfrentar os desafios diante da crescente competitividade e exigência dos mercados consumidores. Para o sucesso de uma boa pulverização e correta aplicação é preciso verificar alguns fatores, como por exemplo, utilizar pulverizador em boas condições de calibração e regulagem, produto químico com dose efetiva, operador treinado, boa qualidade de água, pH ideal, dentre outros. Além disso, espera-se que o alvo seja atingido, atentando-se para o tamanho e deposição da gota, adotando-se meios para reduzir o risco de deriva (RODRIGUES; ALMEIDA; DUARTE, 2019); (SOARES, 2022).

Quando se observa as lavouras de café em formação nota-se um aumento do ataque de pragas, doenças e plantas invasoras, o que eleva o desafio das pulverizações para manter a sanidade das plantas, visto a falta de equipamento para o estágio inicial da planta, pois o seu porte e a sua densidade foliar é baixa quando se compara com uma planta de café já desenvolvida. Entretanto, o café em formação também está submetido a fatores bióticos e abióticos, e são mais suscetíveis ao ataque de pragas, doenças e condições climáticas adversas, o que exige mais atenção para realizar um bom manejo no café em formação (SILVA, 2014); (LOPES, 2014).

Um bom manejo no café em formação está ligado em manter a planta com adequada fitossanidade. Portanto, a utilização de produtos preventivos possibilita a sanidade da planta e conserva a manutenção do seu potencial produtivo, além da qualidade dos grãos. A utilização de insumos agrícolas também é muito importante, pois, ao serem aplicados de forma correta irá fornecer à planta a quantidade de nutrientes necessários para se desenvolver de forma saudável. (ALVES, 2020). No entanto, o que se vê no campo, ainda é a falta de informação sobre a tecnologia de aplicação, sobretudo em lavouras de café em formação.

A tecnologia de aplicação é uma ciência destinada a desenvolver tecnologias e procedimentos, visando a aplicação de produtos agroquímicos sobre um alvo biológico definido de forma segura e eficiente, sem danos ao aplicador, consumidor ou meio ambiente (RITTER, 2017). Na cafeicultura, não raro, as práticas utilizadas são desatualizadas em termos de melhorias na escolha dos equipamentos, regulagem

e tipo de bicos, que são de fundamental importância para a aplicação dos agrotóxicos. Segundo RODRIGUES, ALMEIDA E DUARTE (2019), quanto mais adequada é a tecnologia de aplicação, menor é a dose necessária para controle efetivo, o princípio ativo é depositado nos alvos biológicos no momento correto, quantidade correta e com o mínimo de desperdício, sendo máxima a eficiência e sustentabilidade das operações, com conseqüente redução de custos na aplicação.

Com enfoque na redução de gastos, um dos principais fatores que demandam controle e técnica é o volume da aplicação. Quanto maior o volume utilizado, maior será a quantidade de gotas de maior diâmetro e menor será a densidade delas por área. (CRAUSE, 2019).

No entanto, ao contrário do conceito generalizado de que um maior volume de aplicação permite melhor pulverização, o procedimento correto é utilizar o menor volume, mas produzindo a maior quantidade possível de gotas, principalmente, em cultivos com alta densidade foliar, como a da cultura do café (CRAUSE, 2019).

Na cafeicultura, em geral, utilizam-se volumes de caldas entre 200 a 600 L ha⁻¹ (SOUSA JUNIOR, 2016). No entanto, essa recomendação deve levar em conta o estágio da cultura, uma vez que a lavoura ainda em formação apresenta porte baixo e baixa quantidade de área foliar capaz de reter os líquidos aplicados.

Segundo ALVES (2020), o volume de calda de aplicação em culturas arbóreas são altos, muitas vezes, com o objetivo de compensar perdas exodermivas e endodermivas, além de aumentar o alcance do produto. Nas lavouras jovens de café, essa calda precisa ser ajustada para permitir uma umidificação satisfatória do dossel da planta, com perdas mínimas por endoderiva para o solo.

Tradicionalmente, os pulverizadores hidropneumáticos (turbo atomizadores) são os mais utilizados para pulverização nas lavouras de café velho. Eles utilizam pontas de jato cônicas vazias, com gotas finas, que são posicionadas para cultivos com grande massa foliar, nas quais a penetração e a cobertura são essenciais para um bom manejo fitossanitário (LEÓN, 2021). No entanto, a pulverização realizada por esses equipamentos muitas vezes resulta em aplicações ineficientes, além do alto risco de deriva causado pela corrente de ar gerada, o que pode resultar em baixa eficácia biológica dos tratamentos além de contaminação ambiental (BAIO, 2019).

Para aumentar a eficiência dos tratamentos culturais das lavouras de café em formação, com o controle da deriva, deve-se adequar o posicionamento da barra de pulverização tratorizada, que pode ser: frontal, central ou traseira. As posições mais

utilizadas são na parte frontal e traseira. A frontal apresenta como vantagens a facilidade de visualizar a pulverização e executar manobras (SENAR, 2018). Entretanto, ocorre maior deposição de produtos na estrutura do pulverizador e do trator, podendo ocasionar oxidação das partes metálicas e maior exposição ao operador.

Já o posicionamento da barra na parte traseira proporciona menor deposição de calda nas partes estruturais do equipamento. Porém, necessita de maior atenção do aplicador, uma vez que resulta em menor visibilidade da pulverização e, também, recebe maiores impactos do eixo traseiro do trator (GUAZZELLI, 2018).

Portanto, a barra de pulverização frontal pode contribuir em melhorias de aplicação, tanto para o controle de pragas e doenças em café em formação quanto a facilidade de operar esse equipamento. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência de uma barra de pulverização frontal, em diferentes regulagens para a aplicação na cultura do café em formação (*Coffea arabica L.*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência de uma barra de pulverização frontal tratorizada para aplicação em café em formação.

2.2 Objetivo específico

- Avaliar a deriva e a deposição de calda em café em formação aplicada com barra de pulverização tratorizada frontal.
- Avaliar o efeito de pontas hidráulicas de jato simples e duplo na cobertura das folhas de café novo pulverizando-se com barra frontal.
- Avaliar a eficiência do inseticida comercial VERTIMEC 18EC aplicado com barra de pulverização tratorizada frontal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Vista, localizada no município de Serra do Salitre (MG). A propriedade está situada na comunidade Abacaxi, próximo ao Km 20 da BR 146, coordenadas 19° 14'04.80''S, 46°48'40.09''W, com altitude de 944 m. O clima da região enquadra-se no tipo Aw, tropical com estação seca segundo a classificação de Köppen-Geiger.

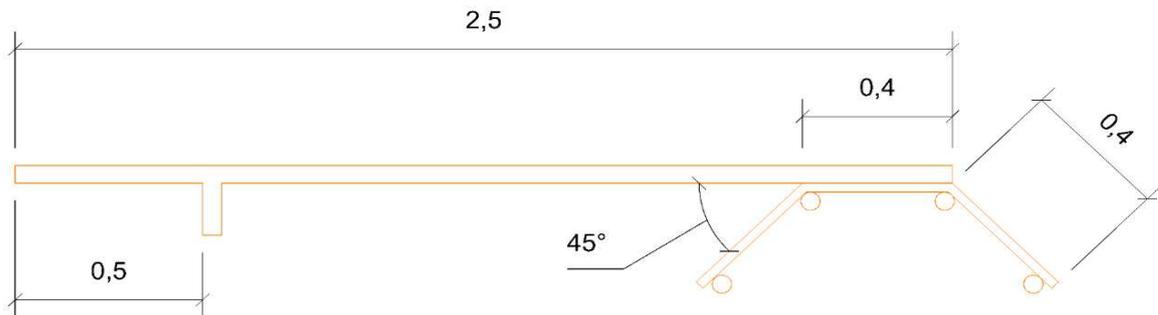
3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas sub-subdivididas 2 x 3 x 3, sendo as parcelas, duas pontas de pulverização (jato duplo e jato simples, ambos 11002, a subparcelas três pressões (100; 200 e 300 kPa), e a sub-subparcelas três velocidades (3,0; 6,0 e 9,0 km h⁻¹). Foram realizadas quatro repetições, totalizando 18 tratamentos e 72 parcelas experimentais.

3.3 Construção da barra de pulverização hidráulica tratorizada frontal

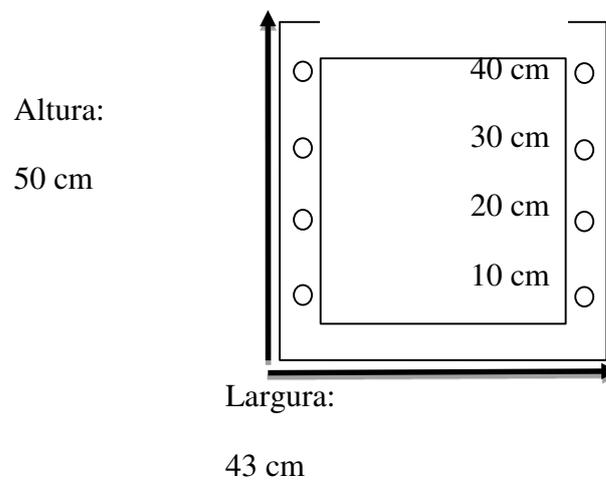
Foi construída uma barra de pulverização utilizando aço galvanizado, com 2,5 metros de comprimento, na extremidade foi soldado três peças de aço galvanizado com 40 cm cada com o ângulo de 45°, para aplicação em café em formação acoplada na parte frontal do trator agrícola. Após a construção, ela foi fixada na parte da frente do trator utilizando os orifícios para colocação do lastro frontal do trator (Figuras 1 e 2.)

Figura 1 – Barra de pulverização desenvolvida para fixação no lastro frontal do trator agrícola



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Figura 2 – Suporte da barra de pulverização desenvolvido com os pontos de fixação da barra acoplado no lastro do trator.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

A altura da barra de pulverização foi definida pela relação entre o espaçamento das pontas e a angulação do jato, de acordo com a Equação 1:

$$H = d \div \tan(y \times 0,5)$$

em que;

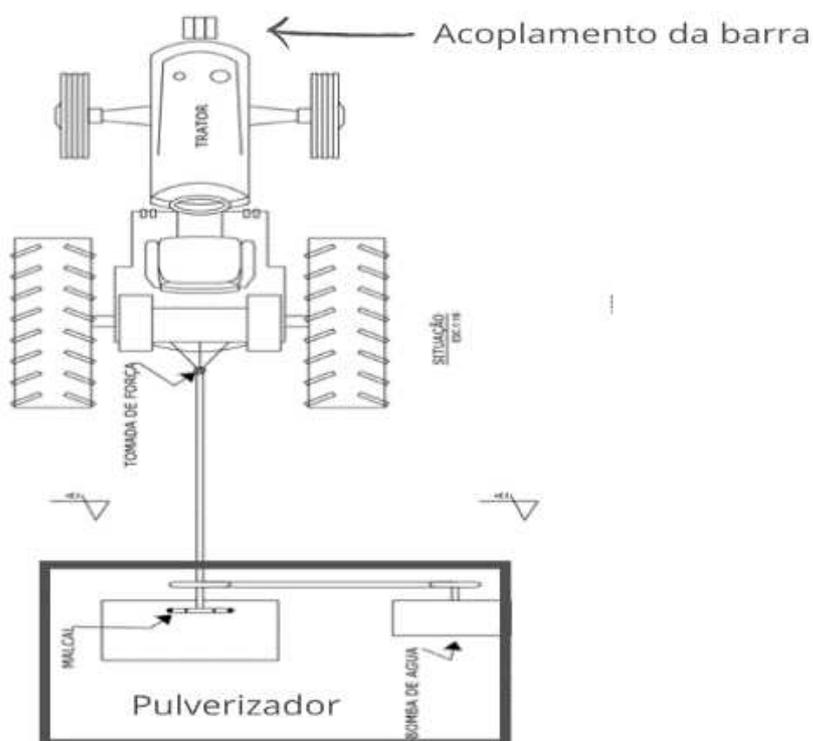
H = altura da barra (m)

D = distância entre pontas (m)

Y = ângulo de abertura do jato (°)

O sistema de pressurização utilizado foi o mesmo do pulverizador hidropneumático com capacidade de tanque de 400 L, acoplado no sistema de levante hidráulico de três pontos do trator. O arco de pulverização do equipamento foi desativado e a mangueira de pulverização foi direcionada para a nova barra na frente do trator (Figura 3).

Figura 3. Esquema de acoplamento da barra de pulverização frontal no trator para aplicação de agrotóxicos.



Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Após a construção e acoplamento da barra de pulverização foi feita a medição da vazão das pontas hidráulicas através da fórmula nas diferentes calibrações, como pode ser observado na (Tabela 1).

$$Q = \frac{q \times 600}{v \times f} \text{ (Eq. 2)}$$

Q = Volume de pulverização (L/ha)

q = Vazão por bico ou do total dos bicos em (L/min)

v = Velocidade de trabalho (Km/h)

f = Faixa de pulverização por bico (m)

Tabela 1. Vazão (L/ha) obtido com a barra de pulverização frontal em diferentes calibrações

Velocidade	Pressão					
	100 kPa		200 kPa		300 kPa	
	PS	PD	PS	PD	PS	PD
3 km/h	450	470	500	520	470	550
6 km/h	250	250	250	290	270	300
9 km/h	170	190	200	230	220	230

*Letras seguidas com PS significa ponta simples, letras seguidas com PD significa Ponta duplo.

3.4 Avaliação de deriva e deposição de calda em café em formação

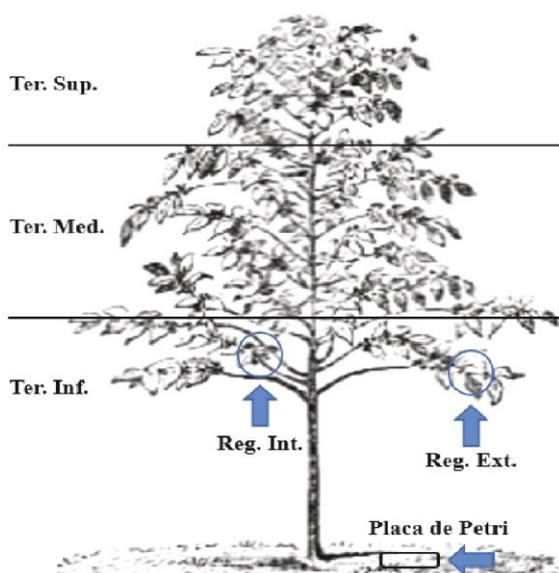
Para a realização das avaliações de deriva e deposição de calda de pulverização, foi utilizada a barra de pulverização frontal que foi construída. O trator utilizado foi o VALTRA^R modelo A750F, cuja potência a 2.300 rpm é de 78cv (57,4KW). O pulverizador foi previamente regulado e calibrado, ajustando-se a velocidade e a pressão de trabalho adequado a cada tratamento. Adicionou-se à calda de pulverização o corante alimentício azul brilhante na dose de 300 mg L⁻¹. As aplicações foram realizadas com as seguintes condições climáticas: temperatura de 23 °C, umidade relativa do ar de 55% e velocidade do vento média de 3 km h⁻¹.

Para verificar a deriva dos tratamentos foram fixados papéis hidrossensíveis em três plantas, nos seguintes locais: segundo par de folhas a partir da extremidade do ramo situado ao lado da pulverização; primeiro par de folhas a partir do ramo ortotrópico no interior no dossel das plantas; primeiro par de folhas a partir da extremidade do ramo situado no lado oposto à pulverização e na linha superior do café na mesma posição. Após a pulverização, os papéis foram coletados e as imagens das impressões das gotas foram analisadas no software DropScope, para determinação do espectro de gotas produzido.

Para a avaliação de deposição da calda foram coletadas em cada tratamento, oito folhas de café no percurso de cinquenta metros, em pontos diferentes da planta: segundo par de folhas a partir da extremidade do ramo situado no lado da pulverização, primeiro par de folhas a partir do ramo ortotrópico no interior no dossel

das plantas; primeiro par de folhas a partir da extremidade do ramo situado no lado oposto à pulverização.

Figura 4 –Estratos e regiões avaliadas quanto ao depósito de calda no cafeeiro.



Fonte: Alves, 2020.

As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos e na sequência, foram levadas para o laboratório. Adicionou-se 50 ml de água destilada para extração da solução das superfícies foliares, agitando-se por 30 segundos. No laboratório, a solução foi analisada por meio da técnica de espectrofotometria, utilizando o equipamento modelo EVOLUTION-300 no comprimento de onda de 625 nm. As áreas das folhas foram mensuradas em (cm²), empregando-se o programa IMAGEJ. Posteriormente, os dados obtidos foram utilizados para análise da deposição de calda por meio da equação matemática sugerida por LIMBERGER (2006), Equação 2.

$$D = \frac{10^6 \times V \times [\text{solução}]}{A \times [\text{calda}]} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

D= Deposição de calda (uL cm⁻²).

V= Volume de água utilizado para lavar as folhas (L).

Solução= Concentrado do corante na solução de lavagem (mg L⁻¹)

A= Área foliar do segmento (cm²)

Calda= Concentrado do corante na calda de pulverização (mg L⁻¹)

3.5 Avaliação do efeito das pontas hidráulicas de jato simples e duplo na cobertura das folhas de café novo

Após a pulverização, foram analisadas as características técnicas da deposição das gotas que impactaram as etiquetas, comparando o efeito das duas pontas. Para isso, foi utilizado o Software DropScope para obter informações sobre a população e sobre o espectro de gotas produzidas, sendo:

- a) Diâmetro da Mediana Numérica (DMN) = Diâmetro da gota que divide o número de gotas em duas partes.
- b) Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV) = Diâmetro da gota que divide o volume total da população de gotas em partes iguais.
- c) Potencial de risco de deriva (PRD) = Proporção do volume aplicado que pode ser deslocado do alvo, ou seja, sofrer deriva.
- d) Coeficiente de dispersão (SPAN) = Amplitude relativa ao diâmetro das gotas, informa o grau de uniformidade dos diâmetros produzidos (Equação 3).

$$SPAN = \frac{DV_{0,9} - DV_{0,1}}{DV_{0,5}} \text{ (Eq. 2)}$$

Em que:

DV_{0,1} = Diâmetro da gota, no qual 10% do volume de calda aplicado é composto de gotas de tamanho menor que esse valor.

DV_{0,5} = Diâmetro da gota, no qual 50% do volume de calda aplicado é composto de gotas de tamanho menor que esse valor.

DV_{0,9} = Diâmetro da gota, no qual 90% do volume de calda aplicado é composto de gotas de tamanho menor que esse valor.

3.6 Avaliar a eficiência do inseticida VERTIMEC 18EC aplicado com barra de pulverização tratorizada frontal

Para a avaliação da eficácia do inseticida Vertimec utilizando barra frontal tratorizada, foi feita aplicação visando o controle do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, (GUÉRIN-MÉNEVILLE, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae). Foi incorporada na calda de pulverização, em todos os tratamentos citados anteriormente, o produto

comercial VERTIMEC 18EC (18 g kg⁻¹ Abamectina), na concentração do ingrediente ativo na proporção de 400 mL ha⁻¹ para uma calda de 400 L ha⁻¹, conforme o recomendado pelo fabricante.

Antes das pulverizações foram feitas amostragens para caracterização da infestação do bicho-mineiro presente na lavoura. Para isso, coletaram-se cinco folhas por planta em um total de 20 plantas por tratamento. Posteriormente, foi determinado o número de folhas minadas (com mina ativa), visando a verificação da porcentagem de ataque da praga. Em seguida, foi feita a pulverização utilizando-se a barra de pulverização frontal e o produto Vertimec 18EC.

Transcorridas 72 horas após a aplicação, folhas com sinal de minas foram colhidas a partir da extremidade dos ramos, na altura equivalente à colocação das etiquetas amostradas.

Efetuada a contagem de larvas vivas e mortas, o resultado foi corrigido segundo a Equação 3, proposta por ABBOTT (1925).

$$Ma = 100x \frac{(Mt - Mc)}{(100 - Mc)}$$

em que;

Ma = mortalidade em função do tratamento testemunha;

Mt= mortalidade observada no tratamento com uso do inseticida;

Mc=mortalidade observada no tratamento testemunha.

3.7 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo que as médias do fator pontas de pulverização foram comparadas pelo teste de Tukey a uma probabilidade de 5% de erro, utilizando o programa R pacote ExpDes.pt.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados obtidos na análise estatística, verificou-se que houve interação significativa entre as pontas de jatos simples e duplo para as variáveis observadas no espectro de gotas. As médias são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Espectro de gotas produzidas pelas pontas de jato simples e duplo

Ponta	Deriva (%)	DMV(μm)	Deposição($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)
Simple	3,786 ^b	337,469 ^a	4,402 ^a
Duplo	5,085 ^a	250,912 ^b	3,665 ^b

*As médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Como pode ser observado, houve diferença significativa quanto à deriva, DMV, diâmetro e deposição de calda quando se comparou as pontas de jatos simples e duplo. Observando primeiramente a deriva, nota-se que a mesma na ponta dupla é maior, o que pode ser explicado pelo tamanho de gotas, as pontas de jato duplo geram gotas menores quando comparadas com as pontas de jatos simples, provocando assim, uma maior perda de produtos por exoderiva, ou seja, perda do produto pelo ar.

Conforme CUNHA et al(2003), o controle de deriva está ligado diretamente ao tamanho das gotas produzidas pelas pontas de pulverização, onde gotas grossas permitem a redução da deriva, reduzindo o arraste delas para locais não desejáveis. Evidenciando o resultado encontrado com a deriva onde a ponta simples obteve menos deriva que a ponta dupla.

Já o fator DMV (Diâmetro da Mediana Volumétrica), também foi significativo entre as pontas, evidenciando que pontas de gotas maiores provocam um maior DMV. O diâmetro da mediana volumétrica é o diâmetro que divide o volume da pulverização em duas partes iguais, onde 50% tem gotas menores que o diâmetro da gota mediana volumétrica e 50% tem gotas maiores do que o diâmetro da gota mediana volumétrica (ANDEF, 2010).

A ponta simples obteve um DMV de 337,469 μm acima do resultado encontrado pela ponta dupla, resultado esse que advém do maior diâmetro das gotas geradas em conformidade com a tabela do fabricante. Nela é informado que a ponta simples

produz gotas médias e a ponta dupla produz gotas finas ou muito finas (SOUZA, CUNHA, PAVANIN, 2012).

O DMV está ligado diretamente ao volume de calda aplicado, pois quanto maior é o DMV, maior é o volume de calda pulverizada, de acordo com estudos feitos por CUNHA et al., (2003). Eles destacam que o diâmetro da mediana volumétrica maior que 500µm possibilita problemas de escorrimento provocando uma endoderiva. Já MEWES et al., (2013), ressalta que gotas abaixo de 100 µm são muito suscetíveis à exoderiva.

O DMV também está relacionado ao fator dispersão de gotas, pois quanto maior for o DMV maior será o diâmetro produzido. Entretanto, a gota que mais sofre dispersão é a gota com menor diâmetro. No caso deste trabalho, a ponta de jato duplo gera maior dispersão que a ponta de jato simples, podendo atingir o dossel da planta mais facilmente.

Quando se avaliou o diâmetro de gotas entre as pontas obteve diferença significativa, onde a ponta simples gerou gotas maiores que a ponta dupla. Conforme os resultados obtidos anteriormente, evidencia-se que quando se tem maior diâmetro de gotas obtém menor perda por deriva e possui um maior DMV, mas possui baixa dispersão da gota.

De acordo com SASAKI et al., (2016), em uma pulverização, o emprego de gotas com diâmetros menores facilita a dispersão das gotas sobre a superfície foliar, aumentando a densidade e depositadas das gotas no alvo e a redução do volume de calda a ser aplicado por hectare. O tamanho da gota formada depende de fatores como densidade do líquido e da pressão do jato hidráulico utilizado. Em diversos estudos, o incremento na pressão está associado com o aumento da densidade das gotas e conseqüentemente, com a redução do tamanho destas e o subsequente aumento da cobertura do alvo (CRAUSE, 2019). Esse tipo de espectro de gotas requer monitoramento rigoroso devido aos elevados riscos de causar deriva, podendo comprometer o ambiente e as pulverizações.

Ademais, segundo CHRISTOFOLETTI (1999), gotas com diâmetro de 200 µm submetidas a temperatura de 20°C a 80% de umidade do ar tem a sua ``vida útil`` em torno de 200 segundos. Já gotas com diâmetro de 100 µm com as mesmas condições tem a sua ``vida útil`` em torno de 50 segundos. E quando submetidas às condições de 30°C e 50% de umidade do ar o tempo de vida dessas gotas são reduzidos para 56 segundos a de 200 µm e 14 segundos aquelas com diâmetros 100 µm.

No entanto, quando observou a deposição de calda entre as pontas obteve diferença significativa, onde a ponta simples obteve maior deposição de calda. O grande fator que influencia na deposição de calda é a ponta de pulverização. Segundo BAUER, RAETANO, (2004) a ponta de pulverização é considerada o item mais importante da pulverização hidráulica, pois ele tem a influência direta na emissão de gotas, diâmetro de gotas e produção de gotas. Caso ocorra a escolha errada da ponta de pulverização, ter-se-á prejudicada toda a eficiência de aplicação, visto que as gotas a serem produzidas podem não ser as mais apropriadas para aquelas condições.

Em discurso semelhante por CUNHA et al., (2006), enfatizam o quanto a escolha da ponta de pulverização é relevante. Mais importante que a escolha do tipo de pulverizador a ser utilizado, seja ele antigo ou moderno, simples ou sofisticado, de arraste ou aplicação aérea. Ou seja, apesar da ponta de pulverização ser um componente pequeno, possui grande importância na pulverização.

Isso evidencia que a barra de pulverização frontal trabalhando com a ponta simples obteve melhor deposição de calda. Pois produz gotas maiores que a ponta dupla, o que fornece maior quantidade de calda de aplicação por hectare. De acordo com WENNEKER e ZANDE (2008), gotas de tamanho maior apresentam uma balística diferente de gotas finas ou muito finas, gerando menos interferência do vento no momento da aplicação, tendendo a ter melhor deposição do líquido nas plantas.

Entretanto, o que se busca em uma boa aplicação não é um grande volume de calda, para o sucesso da aplicação deve observar o alvo biológico, a deposição de calda necessária, a forma de ação do produto fitossanitário e da técnica de aplicação, entre outros fatores (ANTUNIASSI et al., 2004; PROKOP e VEVERKA, 2006). Contudo, o que se busca é a aplicação de menor volume de calda, resultando em maior rendimento de aplicação, menor uso de água e menor tempo de aplicação, gerando menor custo de operação com uma boa eficiência de aplicação (ANTUNIASSI e BOLLER, 2011).

Vale ressaltar que quando se utiliza volumes altos na pulverização, parte da calda pode não atingir o alvo depositando o produto em locais não desejáveis, resultando em baixa eficiência de aplicação aumentando os riscos ambientais, além de aumentar o tempo de trabalho e os custos de operação (CUNHA et al., 2012). Outro fator que pode interferir são os fatores externos como por exemplo umidade relativa, temperatura, resistência do ar. Além disso, também podem influenciar, as

características do cafeeiro, como por exemplo a densidade foliar, que influencia diretamente na penetração e deposição de calda (JUNIOR, 2018).

Portanto, obter a calibração correta é muito importante, pois para obter-se o volume de calda baixo, deve-se produzir uma boa densidade de gotas (N/cm^2) que é o número de gotas por centímetro quadrado. Sendo assim, o uso de gotas finas proporciona maior densidade, mas eleva o risco de perdas por deriva e reduz o volume de calda aplicado (BAYER et al., 2011).

A densidade de gotas entre as pontas de jatos simples e duplo sobre os efeitos de diferentes pressões podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Efeitos da pressão dos jatos sobre as médias de densidade de gotas (N/cm^2)

Jato	Pressão		
	100 kPa	200 kPa	300 kPa
Simplex	352,666 ^{Aa}	333,932 ^{Aa}	256,379 ^{Ba}
Duplo	285,048 ^{Aa}	347,47 ^{Aa}	397,197 ^{Aa}

*As médias seguidas por mesmas letras, maiúsculas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Quando se observa a densidade de gotas apresentadas das pontas hidráulicas, pelo fator pressão, houve diferença significativa em relação à ponta hidráulica utilizada, quando trabalhou-se com a pressão de 300kPa. A densidade encontrada trabalhando com as outras pressões foram consideradas iguais entre as pontas de jato simples e duplo. É importante ressaltar que ao se trabalhar com a pressão de 300kPa a densidade de gotas na ponta simples diminui, podendo ter ocorrido deriva do líquido para atmosfera ou uma endoderiva, que é o escorrimento do líquido para o solo.

A pressão de pulverização influencia no tamanho das gotas, uma vez que, quanto maior a pressão, menor será o tamanho das gotas, promovendo assim, melhores resultados de cobertura (CAMARA, 2008). Já gotas grossas ou médias podem sofrer o escorrimento do líquido para o solo. Quando se observa a ponta de jato simples, a diminuição na densidade pode ser explicada por esse efeito, já que a ponta simples produz gotas médias em diferentes pressões de trabalho, segundo a tabela do fabricante.

De acordo com VIANA et al., (2010), operando com pressões de 200, 300 e 400 kPa, observou-se que o incremento na pressão proporcionou maior cobertura do alvo. Ato que ocorreu quando se trabalhou com a ponta de jato duplo, tendo um aumento de densidade ao aumentar a pressão de trabalho, aplicando assim maior quantidade de gotas por cm². Essa densidade maior, é ocasionada por tamanho de gotas menor sendo o mais adequado para a cultura do café, uma vez que as plantas em formação, devido a sua arquitetura e distribuição das folhas, apresentam dificuldades de penetração para atingir o interior do dossel da planta.

Quando se avaliou as três pressões nos dados de espectro de gotas, obteve-se diferença significativa apenas para a deposição de calda, como pode ser observado na (Tabela 4).

Tabela 4. Deposição de calda em função de diferentes pressões de trabalho produzidas pelas pontas de jato simples e duplo

Pressão	Deposição (μL/cm²)
100 kPa	3,275 ^b
200 kPa	3,702 ^b
300 kPa	5,123 ^a

*As médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Na tabela acima pode-se notar que ao aumentar a pressão interfere diretamente no trabalho da pulverização, pois, quando se aumentou a pressão teve maior deposição de calda, ou seja, maior quantidade de gotas por cm².

Conforme afirmado por CRAUSE (2019), o tamanho de gotas e a pressão de trabalho são fatores que influenciam diretamente na densidade, segundo os seus estudos o incremento na pressão de trabalho está associado na redução do tamanho de gotas e aumento de densidade, subsequente ao aumento da cobertura do alvo.

Também informado por MADUREIRA (2017), que ao aumentar a pressão espera-se uma projeção de um número maior de gotas por área, sendo as gotas cada vez menores em diâmetro, tendo maior cobertura do alvo.

Entretanto, como pode ser observado na Tabela 4, ao se trabalhar com a barra de pulverização para café em formação com a pressão de 100 e 200kPa não obteve diferença significativa, apenas trabalhando com a pressão de 300kpa que se

diferenciou das demais. Ou seja, trabalhando com pressões de 100 ou 200 kPa as densidades a serem obtidas são iguais.

Uma boa aplicação deve-se ter alta densidade, pois quanto maior for a quantidade de gotas que conseguir obter em um cm² maior será a eficiência de aplicação. Contudo, quando se obtém gotas de diâmetro baixas, estas podem sofrer maior influência do clima, e também maior exoderiva, ou seja, as gotas não vão atingir o alvo, devido ao deslocamento ocorrido pelo vento no momento da aplicação.

A tendência do número de gotas não apresenta padrão uniforme, uma vez que depende de fatores diversos como o clima e a ação do vento, entre outros fatores que levam a perdas das gotas por deriva ou até mesmo evaporação. Contudo, com o aumento da pressão, espera-se projeção de número maior de gotas por área, sendo as gotas cada vez com menor diâmetro (MADUREIRA, 2017).

Quando foram observados os efeitos de velocidade nos dados de espectro de gotas, obteve diferença significativa em todos os valores observados, como pode ser visto a seguir:

Tabela 5. Deposição de calda em função de diferentes velocidades de trabalho produzidas pelas pontas de jato simples e duplo

Velocidade	Densidad e (N/cm ²)	Deriva (%)	DMV (µm)	Diâmetro (µm)	SPAN	Deposição (µL/cm ²)
3 km/h	445,624 ^a	2,936 ^a	362,597 ^a	154,628 ^a	1,308 ^a	5,153 ^a
6 km/h	292,572 ^b	5,080 ^b	275,723 ^b	133,630 ^b	1,114 ^b	3,897 ^b
9 km/h	248,151 ^b	5,290 ^b	244,252 ^b	129,248 ^b	1,002 ^b	3,050 ^c

*As médias seguidas por mesmas letras, minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

Como pode ser visto na tabela acima, houve diferença significativa em todos os parâmetros. Analisando um a um, no que se refere o efeito da velocidade nos dados encontrados, pode se notar que, para densidade de gotas ao trabalhar com a velocidade menor obteve diferença significativa dos demais tratamentos, isso evidencia que ao aumentar o tempo de deslocamento de um ponto ao outro, há aumento da quantidade de calda a ser aplicada, e conseqüentemente, aumentar a densidade de gotas por cm².

Em contrapartida, quando se aumenta muito o tempo de deslocamento de um ponto ao outro obtém-se grande perda de eficiência, pois aumenta os custos e o tempo da aplicação, deixando a pulverização desuniforme. Proporcionando alto volume de calda aplicado, provocando escorrimento do líquido para o solo, podendo prejudicar o meio ambiente com concentrações elevadas em determinados pontos.

Entretanto, trabalhando com a velocidade de 3km/h obteve-se o menor valor de deriva, diferenciando estatisticamente das demais velocidades de trabalho 6 km/h e 9 km/h. BOLLER (2011) ressalta que ao aumentar a velocidade de pulverização, diminuiu-se o tempo de deslocamento exercendo efeito sobre o caimento das gotas geradas pelas pontas de pulverização e favorecendo o efeito de evaporação e deriva, principalmente, por gotas finas e muito finas.

De acordo com BALAN, ABI SAAB e SILVA (2006), em uma aplicação de calda com velocidade muito alta, o produto é soprado através e acima dos alvos. Por isso, é muito importante definir as regulagens antes das pulverizações, observando as condições climáticas antes e durante as aplicações, pois mesmo trabalhando com velocidades baixas, mas com condições climáticas desfavoráveis, pode-se provocar perda de produto.

Estudos realizados por COSTA et al., (2007) informam que o aumento da deriva é um fenômeno confirmado de acordo com a intensidade do vento, ou seja, ao aumentar a velocidade de trabalho aumenta a intensidade do vento sobre as gotas, provocando aumento de deriva. Também constatado por LUND (2000) que o aumento da velocidade do vento resultou no incremento de deriva para as pontas de pulverização.

Observando os valores de DMV em função da velocidade obteve diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento com a velocidade de aplicação de 3 km/h diferenciou dos demais tratamentos onde se utilizou a velocidade de 6 e 9 km/h, obtendo um maior DMV (Diâmetro da mediana volumétrica).

Segundo NETO et al., (2016) observou-se que quanto maiores as taxas de aplicação (L/ha) maiores são os valores de DMV nas pulverizações do cafeeiro, uma vez que, em um mesmo sistema pode gerar gotas maiores. Contudo, para obter esse resultado apresentado por Neto, o fator velocidade foi muito importante influenciando na taxa de aplicação (L/ha).

Portanto, quando se trabalha com velocidade de aplicação muito baixa, obtém um maior DMV das gotas de pulverização, podendo proporcionar um excesso de aplicação e alta concentração de produtos fitossanitários.

Contudo, o diâmetro da mediana volumétrica não deve ser observado isoladamente como requisito para determinação das pontas ou da velocidade de aplicações de agrotóxicos (MEWES, 2013). Como pode ser observado, o DMV é influenciado tanto pela velocidade quanto pela pressão e também o tipo de ponta utilizada.

De acordo com a Tabela 5, sobre o diâmetro das gotas em função das velocidades de aplicação, nota-se diferença significativa ao se trabalhar com a velocidade de 3km/h diferenciando dos demais tratamentos, onde se trabalhou com a velocidade de 6 e 9 km/h, fator esse que já correlaciona com os dados obtidos de densidade e DMV, onde também teve diferença significativa trabalhando com a velocidade de 3km/h.

Exercer a aplicação com a velocidade de 3km/h, proporciona maior período de tempo em um determinado ponto, quando se compara com os demais tratamentos, possibilitando uma sobre posição tendo o aumento do diâmetro de gotas.

Assim, ambos os modelos de pontas vão sofrer influência no diâmetro de gotas com a alteração da velocidade de aplicação, observando que ao se trabalhar com a velocidade de 3km/h, proporciona a produção de gotas com o diâmetro maior, que conseqüentemente gera maior quantidade de volume aplicado por hectare.

Embora a velocidade afete o diâmetro de gotas, deve ficar atento na escolha da ponta, pois ao utilizar a ponta de jato simples com uma velocidade baixa, vai produzir gotas com diâmetro maior comparando com a utilização de ponta de jato duplo. Também deve ficar atento com o relevo da terra, e o estágio da cultura do café. Para o café em formação utilizando a barra de pulverização frontal, o ideal é que seja feito uma aplicação rápida, uniforme e que atinja o dossel da planta.

Observado o SPAN que é a amplitude relativa ao diâmetro das gotas, informando o grau de uniformidade, os valores médios (coeficiente de dispersão) em função da velocidade apresentou diferença significativa conforme a Tabela 5, onde o SPAN obtido com a velocidade de 3km/h diferenciou dos demais dados obtidos trabalhando com a velocidade de 6 e 9 km/h.

Apesar da velocidade de 3km/h proporcionar menor perda do produto aplicado por deriva, apresentou menor grau de uniformidade entre as gotas de 1,308,

provocando assim uma maior desuniformidade entre as gotas, característica essa não desejável para uma boa aplicação. Já o SPAN obtido nas demais velocidades são de 1,114 e 1,002, valores esses considerados estatisticamente iguais são próximos do desejável.

Segundo DECARO (2018), o SPAN indica a uniformidade no diâmetro da população de gotas, de modo que, quanto mais próximo de um, menor a variação do diâmetro em relação ao DMV. O SPAN igual a um, indica uniformidade absoluta. Essa maior uniformidade é interessante, pois permite que as aplicações sejam feitas com gotas com diâmetro mais próximo do escolhido, sem ter gotas muito finas ou muito grossas, que podem ser perdidas por deriva e por escorrimento, respectivamente (FERGUSON, 2015).

Analisando a velocidade em função da deposição obteve-se diferença significativa, diferenciando todos os tratamentos obtendo a maior deposição com a velocidade de 3km/h de 5,153 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, com a velocidade de 6km/h de 3,897 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ e 3,050 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, esses resultados corroboram com estudos feitos por CUNHA (2006), onde turbulência na massa de ar provocam atrito com as gotas de pulverização, podendo provocar em caso de velocidades altas a dispersão dessas ou o deslocamento para locais não desejáveis.

Apesar de sempre buscar adequada deposição como a obtida trabalhando com a velocidade de 3km/h, pode se perceber que ao se trabalhar nessa velocidade além de ter tido valor de deposição maior que os demais, teve também todos os demais valores obtidos pelo espectro de gotas maiores.

Segundo SANTIAGO (2016), o aumento da vazão de calda promove aumento na densidade de gotas, onde, em vazões altas, tem maior volume de calda pulverizada e também uma melhor cobertura do alvo.

Embora a melhor deposição de calda seja a desejável, o café em formação apresenta baixo porte das plantas e também baixa densidade foliar, por isso é importante entender da planta e o seu estágio fisiológico, pois a densidade foliar influencia diretamente na penetração e deposição de calda JUNIOR (2017). Visto que plantas com baixa densidade foliar e alta deposição de calda tendem a proporcionar maior escorrimento do líquido para o solo podendo contaminar o meio ambiente, concentrar doses de aplicação e provocar uma seleção de pragas e doenças indesejáveis.

Portanto, na escolha da ponta de pulverização, pressão e velocidade são ambos fatores importantes, ademais tem outro fator que é a escolha do tipo de pulverizador a ser utilizado, pois este também é de suma importância, podendo provocar grande perda de produtos por deriva, junto com uma baixa eficiência de aplicação, outro fator que deve ser observado é o local de acoplamento desse pulverizador.

O local de fixação da barra do pulverizador interfere em todo o manejo adotado. Atualmente utilizam-se diversas possibilidades na parte frontal e traseira. Sendo, a traseira a mais utilizada que possibilita algumas vantagens como menor deposição de produtos na máquina e no operador (GUAZZELLI, 2018). Já na parte frontal fornece maior visibilidade para o aplicador, facilidade nas manobras, mas possibilita maior deposição de produtos na máquina e no aplicador.

Entretanto ao se utilizar a barra de pulverização frontal para café em formação, mostra que teve baixa deriva de produtos, alta densidade de gotas por cm^2 , tamanho médio de diâmetro de gotas acima de $100 \mu\text{m}$, sendo que gotas abaixo disso são consideradas muito finas com alta possibilidade de evaporação e sofrer deslocamento pelo vento (CUNHA et al., 2003),. Esses dados podem ser vistos na Tabela 5, comprovando assim a eficiência da barra de pulverização frontal com diferentes calibrações testadas.

Ademais, buscou-se obter na pulverização de café em formação a calibração mais eficiente onde junto com a barra de pulverização frontal, possibilitou o melhor conjunto de aplicação. Fazendo uma comparação com os dados obtidos entre as pontas de pulverização, pressão e velocidade, pode-se perceber que o bico de jato simples teve maior valor nos dados de espectro de gotas na maioria dos parâmetros observados na Tabela 2. Correlacionado com os dados obtidos com a velocidade de 3km/h na Tabela 5, e com aumento da pressão de trabalho na Tabela 3, com exceção apenas para a pressão de trabalho de 300Kpa que obteve uma menor densidade de gotas

Desta forma, a depender do estágio vegetativo, haverá a necessidade de adaptação na aplicação, aumentando ou diminuindo o diâmetro médio das gotas para que estas possam penetrar no dossel e proporcionar aplicação eficiente. OLIVEIRA et al (2012), também reforça em seus trabalhos de avaliação de deposição de calda que as pontas hidráulicas que geram gotas menores, proporcionam maior cobertura e penetração. Isso ocorre basicamente por que elas são produzidas com mais energia

cinética e com isso, conseguem desviar melhor dos obstáculos e atingir alvos de mais difíceis acessos, como por exemplo as partes mais baixas e inferiores das plantas (CAMARA, 2008).

Como o café em formação possui seu porte baixo, mas com valor exponencial de quantidade de folhas, o mesmo também se encontra em desenvolvimento produzindo cada vez mais folhas e galhos. O desejável então é aplicar gotas finas, com baixa deriva e boa cobertura do alvo. Entretanto, um fator que influencia na deriva é a velocidade de aplicação, portanto para reduzir a influência do vento sobre as gotas deve-se abaixar a velocidade da aplicação (SASAKI et al., 2011). Dessa maneira não dá para afirmar qual é a melhor calibração para a pulverização e sim a mais eficiente para determinado estágio vegetativo da planta.

4.1 Avaliação da eficiência da barra de pulverização frontal com o uso do inseticida VERTIMEC 18EC.

Considerando a eficiência do inseticida para o controle do bicho mineiro a barra de pulverização frontal para café em formação obteve valores médios conforme pode ser observado na (Tabela 6).

Tabela 6. Avaliação da eficiência da barra de pulverização frontal com o uso do inseticida VERTIMEC 18EC.

Velocidade	Pressão					
	100 kPa		200 kPa		300 kPa	
	BS	BD	BS	BD	BS	BD
3 km/h	87,931 Aab β	66,667 Bcy	84,056 Ab $\alpha\beta$	77,194 Ba β	91,162 Aa α	76,431 Ba β
6 km/h	93,761 Aa α	83,871 Bb β	86,871 Ab α	78,361 Bc β	84,559 Bb β	92,647 Aa α
9 km/h	80,556 Bby	88,487 Aa α	80,083 Bb β	82,478 Ab α	92,457 Aa α	75,309 Bc β

*As médias seguidas por mesmas letras, maiúscula dentro de cada pressão e velocidade, as letras maiúsculas dentro de cada ponta e cada velocidade é as letras grega dentro de cada ponta e pressão, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Como pode ser notado na Tabela 6, quando se compara as pontas de pulverização dentro de cada pressão e velocidade aplicada, pode-se perceber que

houve diferença significativa entre eles em todos os tratamentos. A PONTA de jato simples proporcionou taxa de mortalidade superior, ao se trabalhar com a pressão de 100kPa nas velocidades de 3 km/h e 6 km/h, já na velocidade de 9 km/h a ponta de jato duplo apresentou taxa mortalidade superior de 88,487%.

Corroborando com (FREITAS et al., 2005), pressões de pulverização abaixo de 100 kPa possibilita baixa velocidade do fluido dentro da mangueira de pulverização o que pode prejudicar a abertura do ângulo do jato resultando em irregulares, isso pode ter ocorrido na ponta de jato duplo devido ela ter dois orifícios de saída.

Ademais, comparando as pontas com a pressão de 200kPa em diferentes velocidades, todos os tratamentos também obtiveram diferenças significativas entre as pontas simples e duplos. A ponta de jato simples gerou resultados maiores quando se utilizou a velocidade de 3 km/h e 6 km/h, já quando se observou a velocidade de 9 km/h a ponta de jato duplo teve maior taxa de mortalidade de 82,478%, correlacionando com os resultados obtidos trabalhando com a pressão de 100kPa.

Esse resultado era esperado visto que a ponta de jato simples apresenta gotas maiores que a ponta de jato duplo, sendo assim a ponta de jato duplo ao sofrer o impacto do vento causado pela alta velocidade de deslocamento proporciona dispersão da gota causando uma melhor cobertura do alvo.

Entretanto, quando se compara as pontas utilizando a pressão de 300kPa obteve diferença significativa nas três velocidades, observando a velocidade de 3km/h ao aplicar o jato simples teve melhor taxa de mortalidade sendo de 91,162% quando comparado com a ponta de jato duplo.

Já na velocidade de 6 km/h, a ponta dupla apresentou valor de taxa de mortalidade de 92,647% superior ao obtido na ponta de jato simples e na velocidade de 9 km/h não obteve o mesmo resultado encontrado utilizando as pressões de 100kPa e 200kPa, pois nesta teve diferença significativa, porém a ponta de jato simples apresentou melhor taxa de pulverização de 92,457%.

Em estudos feitos por CUNHA e SILVA (2007), constataram que altas pressões de pulverização vão pressionar o líquido dentro do canal que irão causar variações no tamanho de gotas, tendo a produção de gotas finas ou muito finas. Apesar de gotas finas ou muito finas estarem sujeitas ao deslocamento para locais indesejáveis, essas apresentam melhores capacidades de penetração no dossel das plantas (NASCIMENTO et al., 2009).

Comparando a pressão dentro de cada ponta de jato simples nas três velocidades, obteve diferença significativa quando utilizou a ponta simples com a velocidade de 3 km/h variando a pressão. Ao se utilizar a pressão de 100 kPa obteve uma taxa de mortalidade de 87,931%, com a pressão de 200 Kpa a taxa de mortalidade foi de 84,096%, e com a pressão de 300 kPa foi de 91,162%, expressado o melhor resultado com a pressão de 300 kPa.

Na velocidade de 6 km/h a ponta de jato simples também teve diferença significativa, mas ao utilizar a pressão de 200 kPa e 300 kPa foram considerados iguais, diferenciando apenas da pressão de 100 kPa que obteve uma taxa de mortalidade de 93,761%.

Com a velocidade de 9 km/h teve diferença significativa entre os tratamentos, mas quando utilizou a pressão de 100 kPa e 200 kPa as taxa de mortalidade obtidas foram consideradas iguais diferenciando apenas da obtida com a utilização da pressão de 300 kPa que obteve a taxa de mortalidade de 92,457%.

Obteve resultados diferentes quando utilizou a ponta de jato duplo, onde também teve diferença significativa na velocidade de 3 km/h. O tratamento com a pressão de 100 kPa obteve o menor valor de taxa de mortalidade de 66,667%, sendo considerado diferente estatisticamente dos demais tratamentos com 200 kPa e 300 kPa.

Já com a velocidade de 6 km/h todos os tratamentos utilizando a ponta de jato duplo obteve diferença significativa, em que o tratamento com a pressão de 300 kPa apresentou melhor taxa de mortalidade com 92,647%. Entretanto, quando utilizou a velocidade de 9 km/h os tratamentos com 100 kPa e 200 kPa foram considerados iguais, diferenciando estatisticamente apenas do tratamento com 300 kPa.

Por fim, foi comparado as velocidades dentro das pontas de jato simples e duplo e em cada pressão de trabalho. A ponta de jato simples com a pressão de 100 kPa obteve diferença significativa nas três velocidades avaliadas, onde pode-se perceber a maior taxa de mortalidade na velocidade de 6 km/h de 93,761%.

A ponta de jato simples na pressão de trabalho de 200 kPa também obteve diferença significativa nas três velocidades avaliadas, em que obteve a maior taxa de mortalidade com a velocidade de 6 km/h de 86,871%, correlacionando com a calibração anterior.

No entanto, quando utilizou a pressão de trabalho de 300 kPa a taxa de mortalidade obtida com a velocidade de 3 km/h e 9 km/h foram consideradas iguais

estatisticamente, variando estas da taxa de mortalidade encontrada com a velocidade de 6 km/h.

Na comparação, das velocidades com a ponta de jato simples, as duas primeiras calibrações apresentaram a maior taxa de mortalidade com a velocidade de 6 km/h, entretanto, quando utilizou uma pressão maior, teve maior taxa de mortalidade com as velocidades de 3 km/h e 9 km/h.

Ademais, comparando as velocidades dentro da ponta de jato duplo em cada pressão de trabalho, obteve os resultados semelhantes quando se trabalhou com a pressão de 100 kPa, onde todos os tratamentos foram diferentes estatisticamente, mais pode-se notar um aumento na taxa de mortalidade conforme teve o aumento da velocidade, obtendo a maior taxa quando utilizou a velocidade de 9 km/h.

Em semelhança aos resultados obtidos com a pressão de trabalho a 100 kPa obteve a utilização da pressão de 200 kPa, em que os tratamentos foram diferentes significativamente atingindo um aumento na taxa de mortalidade ao aumentar a velocidade de aplicação, obtendo a maior taxa de mortalidade de 82,478% na velocidade de 9 km/h.

Entretanto, comparando as velocidades com a ponta duplo na pressão de 300 kPa, obteve valores considerados estatisticamente iguais entre as velocidades de 3 km/h e 9 km/h, se diferenciando da taxa de mortalidade de 92,647% encontrada na velocidade de 6km/h.

As possíveis razões para ter ocorrido esse fato quando utilizou a pressão de 300 kPa é que o aumento da pressão de trabalho aumentou a velocidade das gotas o que proporcionou maior movimentação das folhas, podendo influenciar em maiores níveis de deposição de caldas. Outro fator que pode proporcionar essa ação é o aumento da velocidade de deslocamento (BAUER e RAETANO, 2004).

A eficiência da barra de pulverização frontal para café em formação está diretamente ligado na escolha da ponta de pulverização, pressão de trabalho e velocidade de aplicação, visto que ao realizar diferentes calibrações obteve uma grande gama de espectro de gotas com diferentes taxas de mortalidade do bicho-mineiro.

Visto que o produto utilizado (Vertimec 18EC) já obtém 100% no controle da praga observada e também estudos feitos por REIS et al., (2004), avaliaram o efeito da abamectina (Vertimec 18 CE) em condições de campo, no controle do *B. phoenicis*

em cafeeiro e verificaram que o produto apresentou eficiência acima de 80% no controle de todas as fases pós-embrionárias do ácaro da leprose.

Em estudos semelhantes, observando a traça do tomateiro e traça das crucíferas, utilizando diferentes inseticidas para o controle, mostraram que na traça do tomateiro ao utilizar Abamectin causou a mortalidade de 90% e na traça das crucíferas causaram mortalidade superior a 96%, CASTELO et al., (2001).

Isso concretiza a eficácia do princípio ativo para o controle de pragas da ordem da Lepidoptera, ordem essa que é a do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), traça do tomateiro (*Tuta absoluta*) e traça das crucíferas (*Plutella xylostella*). Todas essas pragas possuem em comum o seu ciclo de vida, sendo ovo, lagarta, pupa, mariposa e hábitos semelhantes, provocando redução da área foliar e queda das folhas na sua fase larval.

Sendo assim, barra de pulverização frontal para café em formação em diversas calibrações, proporcionou elevadas taxas de mortalidade acima de 80%, evidenciando que a escolha da calibração é de suma importância pois na pulverização não se tem uma regra linear para se utilizar, tudo vai depender de diversos fatores que juntos vão proporcionar uma boa pulverização.

5 CONCLUSÃO

A barra de pulverização frontal para café em formação é eficaz para o controle do bicho-mineiro em café em formação.

O melhor conjunto de calibração para a barra de pulverização frontal, que atinge melhor eficiência de pulverização, é utilizando a velocidade de 6km/h, pressão de 300 kPa e ponta de pulverização de jato duplo.

O inseticida comercial VERTIMEC 18EC aplicado com barra de pulverização frontal proporciona uma alta taxa de mortalidade para o bicho-mineiro.

REFERÊNCIAS

- ABBOT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.3, p.265-267, 1925.
- ALVES, T. C. **OTIMIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS NA CAFEICULTURA**. 2020. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2020.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 221-229.
- ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. **Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de bicos**. In Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Botucatu: Fepaf, 2004. p. 48-51.
- BAIO, F. H. R. et al. Factors affecting aerial spray drift in the Brazilian Cerrado. **PloS one**, vol. 14,2 e0212289. 19 Feb. 2019, doi:10.1371/journal.pone.0212289.
- BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G. Depósito e perdas de calda em sistemas de pulverização com turboatomizador em videira. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p.470-477, 2006.
- BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelos bicos de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.22, n.2, p.265-293, 2004.
- BAYER, T.; COSTA, I. F. D.; LENZ, G.; ZEMOLIN, C.; MARQUES, L. N.; STEFANELO, M. S. Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 171-188, 2011.
- BOLLER, W. **Avanços tecnológicos em bicos de pulverização**. Cuiabá, MT: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação, P. 20, 2011.
- CAMARA, F. T., et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR 11003. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 740-749, 2008.
- CASTELO BRANCO, M. et al. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 60-63, março, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, p.15, 1999.
- COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes bicos de pulverização e adjuvantes**. 2006. 94 p. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2006.

CRAUSE, D. H. et al. COBERTURA E DENSIDADE DE GOTAS PROVOCADAS POR DIFERENTES BICOS DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO CAFEEIRO CONILON. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil - 2019.**

CUNHA, J. P. A. R. CHUECA, P.; GARCERÁ, C.; MOLTÓ, E. **Risk assessment of pesticide spray drift from citrus applications with air-blast sprayers**, in Spain. *Crop Protection*, London, v. 42, p. 116 – 123, 2012.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1360-1366, 2006.

CUNHA J. P. A. R. E SILVA RAM (2007) Uniformidade de distribuição volumétrica de bicos de pulverização em função da pressão de trabalho e altura da barra. **Bioscience Journal**, 26:52-58.

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. **Revista Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 319-329, 2003.

DECARO, R. A. **ESPALHAMENTO DE GOTAS DE FUNGICIDAS EM ASSOCIAÇÃO COM ADJUVANTES SOBRE SUPERFÍCIES VEGETAIS E ARTIFICIAIS.** 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Jaboticabal-SP, 2018.

FERGUSON, J. C. et al. Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. **Crop Protection**, v. 76, p. 1–6, 2015.

FRANCESCHI, G.P. et al. Estudo da praticabilidade e eficácia agrônômica do produto abamectin nortox (abamectina), no controle do ácaro-da-mancha-anular *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) na cultura do café (*Coffea arabica*). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, 22, 2008, Uberlândia. Resumos... Uberlândia: Sociedade Entomológica do Brasil, 2008. CD-ROM.

FREITAS, F.C.L.; TEIXEIRA, M.M.; FERREIRA, L.R.; MACHADO, A.F.L.; VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de bicos de pulverização turbo-teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.1, p.161-7, 2005.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese). R package version 1.1.2. 2013

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola.** 10.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GUAZZELLI, T. M. **PULVERIZADOR PNEUMÁTICO AUTOPROPELIDO CONTROLADO E MONITORADO À DISTÂNCIA PARA O TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO DE TOMATEIROS.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2018

JUNIOR, E. C. C. et al. INCIDÊNCIA DE FERRUGEM, CERCOSPORIOSE E MANCHA DE *Phoma* EM CAFEIEIRO SOB DIFERENTES TIPOS DE PODA. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, nº. 3, Edição Especial, 2018, p. 1.

JÚNIOR, J. M. S. et al. Determinação do índice de volume de pulverização para cultura do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 82 - 90, jan./mar. 2017.

LEÓN, R. P. P. **ESTUDO DE FATORES QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DAS APLICAÇÕES TERRESTRES DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2021.

LIMBERGER, A. R. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função do tipo de bico e do volume aplicado na cultura do feijão**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2006.

LOPES, P. R. et al. UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA AGRICULTURA CONVENCIONAL E DAS OPÇÕES DE MODELOS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO – AGRICULTURA ORGÂNICA E AGROFLORESTAL. **REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.8, n.1 e 2. 2014.

LUND, I. **Nozzles for drift reduction**. Aspects Appl. Biol., v. 57, p. 97-102, 2000.

MADUREIRA, R. P. **Pulverização à taxa variável em citros com auxílio do sensor lidar**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2017.

MEWES, W. L. C. et al. Aplicação de agrotóxicos em eucalipto utilizando pulverizador pneumático. **Revista Árvore**, v. 37, n. 2, p. 347-353, 2013.

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. 337-363, 2013.

NASCIMENTO JM, Souza CMA, Gavassoni WL, Bacchi LM & Fengler GW (2009) **Controle de ferrugem asiática da soja utilizando-se diferentes bicos de pulverização em Maracaju-MS**. Ciências Técnicas Agropecuarias, 18:1-6

NETO, J. G. et al. DEPOSIÇÃO DE CALDA PROMOVIDA POR PULVERIZADORES EMPREGADOS NA CAFEICULTURA DE MONTANHA. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 267 - 275, abr./jun. 2016.

OLIVEIRA, G. M. et al. Sentidos de aplicação e bicos de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento. **Ciência Rural**, v.42, p.581-586, 2012.

REIS, P. R. et al. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (acarí: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto

sobre ácaros benéficos. I - abamectin e emamectin. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p.269-281, 2004.

RITTER, et al. **Aplicação aérea x aplicação terrestre**. In: 4º Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos - AGROTEC, 2017.

RODRIGUES, A. A. F.; ALMEIDA, G. R. R.; DUARTE, T. R. TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NA CULTURA DO CAFEEIRO. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas** - ISSN: 2674-9661, v. 1, n. 1, p. 77 - 90, 8 out. 2019.

RODRIGUES, G. J. **CRITÉRIOS RASTREÁVEIS NA APLICAÇÃO DE INSETICIDA NO CONTROLE DO BICHO MINEIRO DO CAFEEIRO**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.

SANTIAGO, H. **SIMULAÇÃO DE PERDAS POR EVAPORAÇÃO NA PULVERIZAÇÃO AÉREA**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2016.

SASAKI, R. S. et al. ESPECTRO DAS GOTAS PRODUZIDAS POR BICOS DE JATO PLANO DUPLO DEFASADO COM INDUÇÃO DE AR. **Engenharia na agricultura**, viçosa - mg, V.23 N.3, Maio / Junho 2016.

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M.M.; ALVARENGA, C.B.; QUIRINO, A.L.S.; TIBURCIO, R.A.S. Uniformidade de distribuição volumétrica de bicos de pulverização hidráulica em diferentes condições operacionais. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.19, n.6, p.541-547,2011.

SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Mecanização: operação de pulverizadores de barras tratorizados**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018. 184 p.

SILVA, A. V. **Cafeicultura: manejo de pragas, doenças e plantas invasoras do cafeeiro**. — 1. ed. Muzambinho, MG: IFSuldeMinas, 2014.191 p. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1005/LIVRO_Manejo_Prag_Plant_I nv_Caf_BR_Grafica.pdf?sequence= 1 & isAllowed=y. Acesso em: 11 out 2022.

SIRQUEIRA NETO, M. A. **Volumetria de copa do cafeeiro por processamento digital de imagens aéreas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SOARES, W. P. et al. Atividade inseticida de extratos botânicos sobre a Broca-do-café *Hypothenemus hampei*(Ferrari) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). **Rev Agro Amb**,v. 15, n. 1, e 8064, 2022.

SOUSA JÚNIOR, J. M. **Determinação do índice de volume de pulverização para a cultura do café**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, 2016.

Souza, L. A., Cunha, J. P. A. R., & Pavanin, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e bicos de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v. 43, n. 1, p.78-85, 2012. Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF). (2010). **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2004.

VIANA, R. G., et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos de pulverização de baixa deriva. **Revista Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

WENNEKER, M.; ZANDE, J. C. Drift reduction in orchard spraying using a cross flow sprayer equipped with reflection shields (Wanner) and air injection nozzles. **CIGR eJournal**, [S.l.], v. 10, p. 1-10, 2008.