

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Ademar Tavares Da Silva Neto

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA PARA MANEJO DO BICHO
MINEIRO NA CULTURA DO CAFÉ

Monte Carmelo
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Ademar Tavares Da Silva Neto

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA PARA MANEJO DO BICHO
MINEIRO NA CULTURA DO CAFÉ

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador (a): Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga

Monte Carmelo
2020

ADEMAR TAVARES DA SILVA NETO

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA PARA MANEJO DO
BICHO MINEIRO NA CULTURA DO CAFÉ

Trabalho de Conclusão apresentado
ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção
do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 10 de setembro 2020.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cleyton Batista de Alvarenga
Orientador

Prof. Dra. Paula Cristina Natalino Rinaldi
Membro da Banca

Eng. Agrônomo MSc. Renan Zampiroli
Membro da Banca

Monte Carmelo
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele, nada seria possível na minha vida. Ao meu orientador Professor Cleyton Batista de Alvarenga, que me concedeu a oportunidade de integrar o grupo do Laboratório de Máquinas e Mecanização - LAMM, contribuindo diretamente para minha formação acadêmica e futuro profissional, na área de mecanização agrícola e tecnologia de aplicação. Aos meus colegas do Grupo de Investigação em Mecanização Agrícola – GRIMA, Renan, Tulio e Pablo, que sempre me ajudaram nas realizações e tomadas de decisões em todo o decorrer do projeto.

Agradeço ao meu pai, Aleverson Tavares, minha mãe, Aline Rosa e irmãs, Amanda e Amiliane, pelo amor, incentivo, confiança e apoio incondicional durante toda minha graduação.

SUMÁRIO

RESUMO	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO GERAL.....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
4 MATERIAL E MÉTODOS	12
4.2 Descrição dos equipamentos e processo de avaliação.....	14
4.3 Amostragem	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

RESUMO

Com o grande número de pragas e doenças no café, o uso de novas moléculas e métodos de aplicação, visando a cobertura adequada do alvo se tornou eficaz para o manejo nas lavouras do Cerrado Mineiro. Objetivou-se avaliar o desempenho e eficiência da aplicação e controle fitossanitário na população de bicho-mineiro, utilizando a pulverização hidropneumática com diferentes pontas de pulverização, volumes de calda e a presença de adjuvantes. O trabalho foi conduzido em área experimental no município de Monte Carmelo (MG), com a avaliação da eficiência de aplicação hidropneumática em diferentes volumes de calda, 200 e 400 L ha⁻¹, duas pontas de pulverização jato cônico vazio (JA-01 e TVI-800075), presença/ausência de adjuvante agrícola na calda de aplicação. A ponta TVI-80075 teve maior eficiência de aplicação comparada com a ponta JA-1, devido ao maior tamanho de gotas produzidas e maior porcentagem de cobertura na parte superior do dossel do cafeeiro. A densidade de gotas com volume de calda maior de 400 L.ha⁻¹ contribuiu na eficiência de controle do bicho mineiro. A utilização do adjuvante interferiu nos parâmetros densidade e amplitude de gotas, sendo assim nem sempre promove benefícios ao volume de calda.

Palavras-Chave: Pragas do cafeeiro; fitossanitário; pontas de pulverização.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira é a mais competitiva do mundo. Aportes significativos na qualidade do café produzido, como certificação de origem, métodos de preparo empregados e cultivares apropriadas têm sido implementados nos últimos anos, levando a um produto com alto valor adicionado e comercializado no mercado (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020).

Segundo o primeiro levantamento da CONAB (2020), a safra 2020 prevê, em quase todas as regiões produtoras de café do país, a influência da bienalidade positiva; estimando assim uma produção maior que aquela obtida em 2019. Deve-se alcançar entre 57,2 e 62,02 milhões de sacas beneficiadas. A área destinada a essa produção, 1.885,5 mil hectares, apresenta crescimento de 4% e o volume a ser produzido entre 15,9% e 25,8% em relação à safra 2018/2019.

Com o aumento no número de pragas e doenças no café nos últimos anos, o uso de novas moléculas e métodos de aplicação, visando a cobertura adequada do alvo, em conjunto com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), são fundamentais para a eficiência do controle (DECARO JUNIOR, 2012).

O bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) destaca-se como a principal praga foliar nas lavouras cafeeiras, principalmente na região do Cerrado Mineiro, responsável por cerca de 5,82 e 6,07 milhões de sacas beneficiadas de café (CONAB, 2020).

Segundo Ramiro et al. (2004), as perdas de produção causadas pelo inseto-praga podem chegar a 40%, dado que as larvas se alimentam dos tecidos das folhas, provocando desfolha. Para que as práticas fitossanitárias sejam realizadas, no sentido de diminuir a ocorrência de *L. coffeella* nas lavouras, é imprescindível que os conceitos de

tecnologia de aplicação sejam aplicados e, simultaneamente, intercorra reduções nos custos da atividade (MATUO, 1990).

A utilização de pontas de pulverização e de pulverizadores, em determinadas configurações, podem se adequar a situações específicas de campo no controle de pragas, resultando em reduções no volume de calda necessária para um controle eficiente, produzindo gotas menos suscetíveis às perdas por deriva, ou por proporcionar um trabalho com velocidade mais elevada (SOUSA JÚNIOR et al., 2017).

Dentre os equipamentos utilizados nas aplicações de produtos fitossanitários destacam-se os pulverizadores pneumáticos, também conhecidos como “canhões atomizadores” (SCAPIN et al., 2015). De acordo com Matiello et al. (2005), a eficiência de aplicação do equipamento é muito questionada, por exigir maiores volumes de calda, em torno de 500 L ha⁻¹ e, principalmente por apresentar gotas pequenas, que aplicadas por cima da copa das plantas, em grandes distâncias, tende a aumentar a deriva e a evaporação das gotas.

É possível uma distribuição uniforme de calda com determinado diâmetro e número de gotas alcançar sucesso mesmo em aplicações com menor volume aplicado em relação aos convencionais (VIANA et al., 2010). No entanto, há uma escassez de estudos que evidenciam a quantidade e a distribuição da calda aplicada em toda as configurações da copa do cafeeiro, informações estas que são necessárias para o controle satisfatório de pragas e doenças na cafeicultura, principalmente quando se trata de pragas foliares.

2 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se avaliar o desempenho e eficiência da aplicação e controle fitossanitário na população de bicho-mineiro, utilizando a pulverização hidropneumática com diferentes pontas de pulverização, volumes de calda e a presença de adjuvantes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre as tecnologias empregadas na agricultura, a tecnologia de aplicação surge como alternativa para acertar o alvo e, concomitantemente, reduzir os custos operacionais. Os produtos fitossanitários possuem elevado custo na produção agrícola e as crescentes preocupações ambientais obrigam, cada vez mais, o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas para a sua aplicação, visando reduzir a quantidade necessária e os riscos de contaminação ambiental (CUNHA; TEIXEIRA, 2003).

Nas últimas décadas, muitos produtos foram desenvolvidos pela indústria agroquímica para o controle fitossanitário das culturas, mas poucas mudanças têm ocorrido na tecnologia de aplicação. A eficiência do tratamento fitossanitário não depende somente da quantidade de produto ativo depositado na planta, mas também da uniformidade e distribuição deste produto sobre a superfície alvo (SOUZA; LORENZANI; QUEIROZ, 2010).

Neste sentido, para determinar o alvo a ser atingido, o produto deve exercer a sua ação sobre o patógeno que se quer controlar. Uma aplicação adequada é realizada no momento correto, proporcionando uma cobertura suficiente para atingir o alvo e nele depositar a quantidade de defensivo necessária para eliminar ou abrandar, com segurança, um determinado problema, a fim de que sejam evitados danos econômicos (MATUO, 1990).

Segundo Derksen et al. (2012), a qualidade de uma aplicação de agrotóxicos pode ser analisada pela deposição, cobertura, deriva e eficácia do controle desejado. Relacionado à aplicação, a definição de parâmetros como volume de aplicação e tamanho de gotas dependem do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação e eficiência de operação. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação dentre outros fatores (ANTUNIASSI, 2004). O tamanho das gotas utilizadas é fundamental para garantir a eficiência (YASIN, 2012). A maior cobertura superficial e melhor uniformidade de distribuição da calda, geralmente é encontrada em aplicações com gotas menores que possui bastante problemas com deriva; e gotas grandes podem escorrer da superfície da folha antes mesmo de o produto ser absorvido pelo alvo (CUNHA et al., 2005).

De acordo com Cunha e Ruas (2006), dentre as principais características relacionadas à tecnologia de aplicação, destaca-se a seleção e a correta utilização das

pontas de pulverização para geração de quantidades e classes de tamanho de gotas adequadas a cada tratamento fitossanitário.

O mercado de pontas de pulverização hidráulicas possui vários tipos e usos definidos para diferentes e específicas condições técnicas operacionais. As pontas de pulverização são divididas quanto a forma do jato e distribuição, jato plano com orifício em forma de fenda e deposição em forma de jato leque e com deposição linear; e pontas de jato cônico com orifício e deposição circular (MATUO et al., 2002)

Uma das principais pragas do cafeeiro é o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella* Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842). As lagartas, após a eclosão, penetram na folha e alojam-se entre a epiderme superior e inferior, alimentando-se do parênquima foliar, formando as minas. Quando em altos níveis populacionais há queda na produção que pode atingir até 50% (SCALON; MATEUS; ZACARIAS, 2013).

O ciclo evolutivo do bicho-mineiro varia de 19 a 87 dias (COSTA et al., 2015), de acordo com as condições climáticas, principalmente temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, necessitando de períodos de estiagem prolongados para surtos na infestação. A intensidade de infestação varia de ano para ano em uma mesma lavoura, entre lavouras de uma mesma região e entre diferentes regiões cafeeiras (MATIELLO; FREITAS; GÔVEA, 2005).

A identificação dos níveis de intensidade do ataque do bicho-mineiro ao longo do ano produtivo é decisiva para o estabelecimento de um programa eficaz no controle do inseto praga em uma lavoura cafeeira. De posse destas informações, Felipe et al. (2005) afirmam que pode ser estabelecido um programa de manejo fitossanitário capaz de reduzir o impacto ambiental dos produtos fitossanitários, reduzindo o custo de produção e, conseqüentemente aumentando o retorno econômico da cafeicultura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área Experimental

O experimento foi conduzido na fazenda Santa Barbara situada no município de Monte Carmelo – Minas Gerais, nas Coordenadas 18° 46' 14,81'' Sul e 47° 33' 5,61'' Oeste, altitude de 980 metros e nas dependências do laboratório de Máquinas e Mecanização (LAMM), vinculado ao Instituto Ciências Agrárias da Universidade

Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo-MG. O Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SIBCS) caracteriza a área da fazenda do tipo LATOSSO VERMELHO DISTRÓFICO.

A região de Monte Carmelo apresenta um clima tropical tipo AW com maior pluviosidade no verão que no inverno. A temperatura média de 21,2 °C e índice pluviométrico de 1.300 mm. As condições psicrométricas de temperatura e umidade relativa durante a amostragem foram monitoradas por estação meteorológica portátil, marca Oregon Scientific, modelo WMR200.

O talhão foi formado pela cultivar Mundo Novo, com cinco anos de idade, com espaçamento de plantio de 3,5 x 0,9 m. O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x2x2, sendo quatro repetições para cada tratamento; totalizando uma área de 20.820 m².

A área total da parcela foi de 157 m², com área útil de 105 m² – esta foi composta por linhas de plantio, com oito linhas úteis, e as linhas laterais foram utilizadas como bordaduras. A área experimental foi constituída por quatro blocos, distribuídos na linha de cultivo do cafeeiro, distanciados por 34 metros entre si e onde as linhas úteis foram distanciadas por 7 metros entre si. Visando a melhor distribuição dos blocos na área, foram considerados os primeiros 34 metros de cada extremidade da área como bordadura, para se iniciar a demarcação dos blocos.

As parcelas experimentais foram constituídas por cinquenta plantas, sendo trinta centrais consideradas úteis. Além disso, dez plantas de cada extremidade das parcelas constituíram a bordadura.

A Aplicação foi realizada utilizando um pulverizador de arrasto da marca jacto hidropneumático, modelo Arbus 2.000 VM, equipado com bomba de pistão JP-150, vazão de 150 L min⁻¹ e ventilador axial 850 mm, com barra de pulverização tipo semicircular com ramal de 12 bicos, totalizando 24 bicos (FIGURA 1).



Figura 1. Pulverizador hidropneumático modelo Arbus 2.000 VM.

O pulverizador foi tracionado por um trator marca Valtra, modelo 685, com 65 cv (47,78 kW) de potência nominal, tomada de potência com rotação 540 rpm aferida pelo tacômetro foto/contato digita, marca Minipa[®], modelo MDT2238A e rotação do motor 1.800 RPM. No controle de pressão de trabalho do pulverizador utilizou o manômetro da marca WIKA, com de escala 0 a 3.922,6 kPa.

4.2 Descrição dos equipamentos e processo de avaliação

Na aplicação hidropneumática, foram utilizados dois volumes de calda (200 e 400 L ha⁻¹); duas pontas de pulverização, marca Jacto[®], modelos JA-01 e TVI-800075, ambas com ângulo de 80°); com presença e ausência de adjuvante na calda de aplicação (Cloridrato de Cartape na dose de 500 g i.a ha⁻¹, sem o adjuvante óleo de laranja, na dose de 75 mL 100 L⁻¹ de calda. Na tabela 1, encontra-se a descrição dos tratamentos utilizados.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos.

Tratamento	Pulverização	Fator A	Fator B	Fator C
		Volume de calda (L. ha ⁻¹)	Ponta	Adjuvante

T1	Hidropneumático	200	JA-1	Ausência
T2	Hidropneumático	400	JA-1	Ausência
T3	Hidropneumático	200	TVI-80075	Ausência
T4	Hidropneumático	400	TVI-80075	Ausência
T5	Hidropneumático	200	JA-1	Presença
T6	Hidropneumático	400	JA-1	Presença
T7	Hidropneumático	200	TVI-80075	Presença
T8	Hidropneumático	400	TVI-80075	Presença

A ponta TVI 80075 de cor rosa, possui jato de cone vazio, produz um jato com angulação de 80° e gera gotas grossa, muito grossa e extremamente grossa, e são indicadas para trabalhar com pressão de 75 a 225 psi e velocidades de 5 até 35 km h⁻¹ (FIGURA 2).



Figura 2: Ponta TVI 80075, cone vazio, da marca Jacto.

A ponta JA-1, de cor azul, possui jato de cone vazio produz um jato de 80°, produz gotas finas, e são indicadas para trabalhar na pressão de 60 a 300 psi e velocidades de 5 até 35 km h⁻¹ (FIGURA 3).



Figura 3. Ponta JA-01, cone vazio, marca Jacto.

Para controle da pressão de trabalho foi utilizado um manômetro, marca WIKA, com fundo de escala de 0 a 3.922,6 kPa, aferido em mesa-padrão, utilizando um gerador de pressão hidráulico, marca Zurich, modelo 800-D, padrão digital classe A3, marca Zurich, modelo Z.10.B, com precisão de $\pm 0,25\%$. A água utilizada na pulverização foi retirada de poço artesiano e a calda de aplicação teve seu pH aferido por um phgâmetro portátil, marca Herbicat, modelo DM-2P, durante a adição e logo após inserir o produto fitossanitário e o adjuvante à calda. O pH em todos os tratamentos foram em torno de 5,5 sendo adequado para realizar aplicação (ASADA; PEREIRA; OLIVEIRA, 2018).

Na avaliação dos processos de aplicação utilizou papéis hidrossensíveis, com medida de 26x76 mm, produzidos pela empresa Syngenta®. Os papéis foram devidamente identificados, fixados com grampos nas folhas e distribuídos no dossel de uma planta em cada parcela em três alturas (superior, mediana e inferior) e cada parte da planta foi subdividida em quatro posições, denominadas P1, P2, P3, P4 totalizando 12 pontos por planta (FIGURAS 3, 4 e 5).

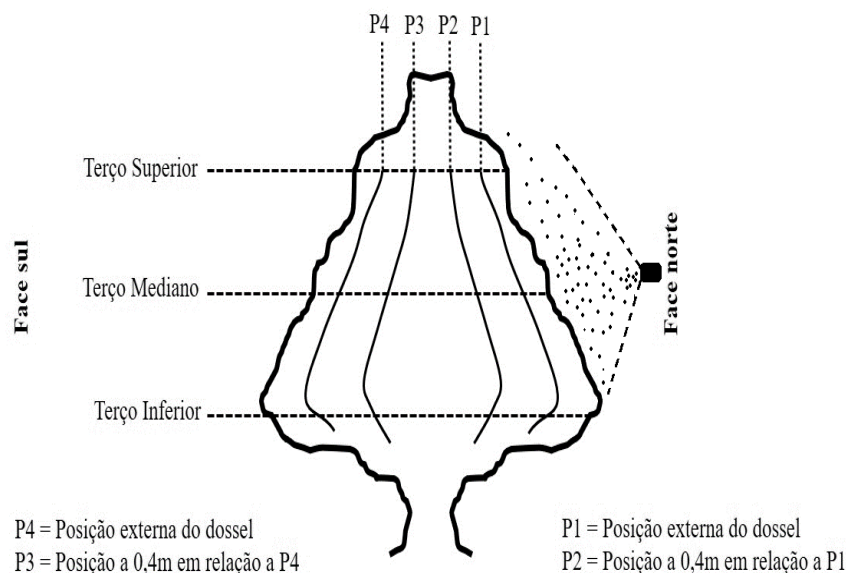


Figura 3. Distribuição dos papéis hidrossensíveis no dossel da planta de café e amostragem de folhas para análise da deposição de calda.

Fonte: Adaptado de Sasaki et al. (2013).



Figura 4. Distribuição dos papéis hidrossensíveis no dossel da planta de café.

As posições P1 e P2 ficaram voltadas para a face norte, onde P1 = posição externa do dossel e P2 = posição a 0,4 m em relação à P1. Já as posições P3 e P4 ficaram voltadas para a face sul, onde P4 = parte externa do dossel e P3 = posição a 0,4 m em relação à P4 (Figura 1) (SASAKI et al., 2013). Os pontos de coletas foram codificados como: INFEX = inferior externo; INFIN = inferior interno; MEDEX = mediano externo; MEDIN = mediano interno; SUPEX = superior externo; e SUPIN = superior interno.



Figura 5. Papéis hidrossensíveis grampeado na folha.

Os papéis hidrossensíveis foram coletados, organizados individualmente em recipiente seco e protegido da umidade ambiente, posteriormente levados ao laboratório para determinação dos estudos de gotas, por meio do equipamento DropScope[®], comercializado pela empresa X-Factory. Para fins de padronização de nomeação de tamanho de gotas foi utilizada norma American Society of Agricultural and Biological Engineers - ASAE S572.1 (ASAE, 2000).

As variáveis analisadas foram densidade de gotas, percentagem de cobertura, diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa e amostragem da dinâmica populacional do bicho-mineiro.

As análises foram processadas com auxílio do *software* estatístico R (R Core Team, 2019), versão gratuita disponibilizada pelo desenvolvedor. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, ao teste F ao nível de 5% de significância. Os dados atenderam aos testes de pressuposições de normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro-Wilk (W), e homogeneidade das variâncias pelo teste de Tukey à nível de 5% de significância. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando o teste F ao nível de 5% de significância.

4.3 Amostragem

No acompanhamento da dinâmica populacional de bicho-mineiro, foram realizadas coletas a cada 15 dias, por um período de 60 dias, antes da aplicação, visando

determinar o momento adequado de aplicação do inseticida de acordo com porcentagem de 3% de infestação da praga na cultura, conforme a recomendação da bula do produto.

Para o acompanhamento populacional do bicho mineiro, para a determinação de incidência de minas intactas, foram coletadas quatro amostragens de folhas, em intervalos quinzenais, no período de agosto de 2018 a setembro de 2018. Para cada amostra foram retiradas uma folha do 3º ou 4º pares de folhas, a partir da ponta dos ramos, retiradas do terço mediano do cafeeiro, nos lados norte (N) e sul (S) da planta, sendo amostrados trinta plantas aleatoriamente do centro da parcela, sendo avaliadas e as demais dez plantas em cada extremidade das parcelas utilizadas como bordadura, totalizou-se sessenta folhas de cada parcela experimental; totalizando 1.920 folhas coletadas por amostragem.

Após a coleta, procedeu-se a contagem do número de folhas minadas do total coletado. Uma folha foi considerada minada quando apresentava pelo menos uma lesão normal de qualquer tamanho. O cálculo da porcentagem de infestação atual do bicho-mineiro no talhão foi determinado a partir da fórmula seguinte: (Equação 1).

$$In_{(\%)} = \frac{N_{FL}^o}{N_{TF}^o} \quad (1)$$

Onde:

$In_{(\%)}$ - infestação (%)

N_{FL}^o – numero de Folhas

N_{TF}^o - numero total de folhas coletadas

As avaliações de eficácia da aplicação, durante o período de ação do produto, cinco, dez e quinze dias após aplicação. Posteriormente, foi feita a contagem de larvas vivas nas plantas do talhão onde foi efetuada a aplicação para o cálculo eficácia de controle nas parcelas testemunhas e tratamentos após aplicação, conforme a seguinte equação (2):

$$E_F_{(\%)} = \frac{T - I}{I} \quad (2)$$

Onde:

$E_F_{(\%)}$ = eficácia, (%);

T = minas vivas observadas antes da aplicação, (%);

I = minas vivas observadas após a aplicação, (%).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da densidade de gotas no dossel das plantas do cafeeiro demonstra que o terço superior interno, obteve valores significativos perante as variáveis analisadas quando comparadas as demais posições e profundidades de copa (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da densidade de gotas nos terços e profundidades de copa das plantas do cafeeiro, Monte Carmelo/2018

F.V.	GL	Posição do dossel					
		INFEX	INFIN	MEDEX	MEDIN	SUPEX	SUPIN
Bloco	3	0,60	0,24	0,26	0,12	0,70	0,40
Adjuvante	1	0,34	0,24	0,17	0,94	0,22	0,82
Ponta	1	0	0,09	0	0	0	0,02*
Volume	1	0,75	0,005*	0,09	0,001*	0,13	0,02*
Adjuvante x Ponta	1	0,04*	0,36	0,79	0,76	0,43	0,40
Adjuvante x Volume	1	0,27	0,42	0,37	0,70	0,24	0,82
Ponta x Volume	1	0,18	0,28	0,31	0,07	0,06	0,26
Adj. x Ponta x Volume	1	0,23	0,27	0,93	0,26	0,60	0,28
Resíduo	21						
Total	28						
C.V(%)		1,41	2,17	0,39	0,82	0,5	3,24

Para o volume de calda as posições INFIN, MEDIN e SUPIN apresentaram resultados significativos. Nota-se que o volume de calda de 400 L ha⁻¹ obtiveram resultados superiores, onde encontrou o maior número de gotas por cm² (Tabela 2)

Tabela 2. Análise do volume de calda para densidade de gotas no dossel do cafeeiro

Volume de calda (L ha ⁻¹)	Densidade de gotas (gotas cm ⁻²)		
	INFIN	MEDIN	SUPIN
400	195,90 a	280,73 a	107,55 a
200	95,74 b	140,56 b	55,84 b

— Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

No momento da aplicação dos produtos fitossanitários, em plantas com alta densidade foliar como o cafeeiro, grande parte das gotas não consegue atingir o interior do dossel (CRAUSE et al., 2019). Neste sentido, as partes interiores do cafeeiro são menos alcançadas durante a aplicação; situação está que explica a diferença significativa entre os volumes de calda utilizados, demonstrando que quanto maior número de calda melhor será a uniformidade de distribuição de líquido nas posições do cafeeiro.

À medida que se deseja aumentar a qualidade da calda de pulverização, deve-se exigir mais do desempenho das pontas e, especialmente, da homogeneidade do espectro de gotas. Em relação as pontas, resultados estatísticos obtidos foram similares, já que as mesmas são de cone vazio com a mesma angulação de jato. Todavia, a ponta JA-1 obteve melhores desempenhos, em virtude das gotas serem de tamanho menor (Tabela 3).

Tabela 3. Análise da ponta para densidade de gotas no dossel do cafeeiro

Ponta	Densidade de gotas (gotas cm ⁻²)			
	MEDEX	MEDIN	SUPEX	SUPIN
TVI-80075	198,76 b	85, 92a	137,12a	55,92a
JA-1	530,42 a	335,37a	430,70a	107,52a

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Reafirmando como o presente trabalho Matthews; Bateman; Miller (2016), declara que quanto menor o diâmetro de gotas pulverizadas em um mesmo volume de calda, maior será a densidade de gotas, o que, por consequência, expande a superfície de contato da calda no alvo, aumentando a cobertura. Nesta sequência, a combinação de volume de calda maior e pontas de cone vazio com espectro de gotas menores apresentam melhor desempenho de aplicação principalmente nas posições internas, e na posição externa mediana.

Dentre os desdobramentos das variáveis para densidade de gotas, valores significativos foram encontrados para as fontes de variação adjuvante e ponta; e interação ponta adjuvante, somente na posição inferior externa do dossel (Tabela 4).

Tabela 4. Interação adjuvante e ponta para densidade de gotas no dossel do cafeeiro

Desdobramento Adjuvante x Ponta		
FV	GL	INFEX
Adjuvante x Ponta (TVI-80075)	1	0,42
Adjuvante x Ponta (JA-1)	1	0,04*
Resíduo	21	
Desdobramento Ponta x Adjuvante		
Ponta x Adjuvante (Ausência)	1	0,003*
Ponta x Adjuvante (Presença)	1	0
Resíduo	21	

Os resultados mostram o melhor desempenho com o uso da ponta JA-1 com a adição de adjuvante que elevou a densidade de gota. A redução da densidade de gotas com o uso de adjuvante e ponta TVI-80075 pode ser explicada pela coalescência de gotas promovida pela ação difusora do adjuvante (Tabela 6).

Tabela 5. Densidade de gotas produzida por diferentes pontas hidráulicas e composição de calda no terço inferior na profundidade externa do ramo

Ponta	Adjuvante	
	Ausência	Presença
TVI-80075	122,00bA	85,51bB
JA-1	272,50aB	369,74aA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Em seus experimentos Lima et al, (2013) observaram que, em geral, o adjuvante aumentou a média da densidade de gotas quando as aplicações foram realizadas com vazão de 200 L.ha^{-1} , os autores mostraram que ao se utilizar adjuvante com o objetivo de reduzir a tensão superficial de gotas e reduzir volume de calda de 400 L.ha^{-1} - 200 L.ha^{-1} , é possível obter resultado igual ou melhor no controle de pragas. Resultados diferentes foram encontrados por Santinato et al. (2017), com a avaliação de diferentes volumes de calda, presença e ausência de adjuvantes e pontas de pulverização, no controle da Phoma no cafeeiro, utilizando a JA-2; na presença e ausência de adjuvante.

Avaliando a percentagem de cobertura efeitos significativos para ponta foram observados nas posições INFIN e SUPIN e volume MEDEX, MEDIN, SUPEX, SUPIN (Tabela 6)

Tabela 6. Resumo da análise de variância da percentagem cobertura (%) nos terços e profundidades de copa das plantas do cafeeiro, Monte Carmelo/2018

F.V.	GL	Posição do dossel					
		INFEX	INFIN	MEDEX	MEDIN	SUPEX	SUPIN
Bloco	3	0,52	0,40	0,19	0,33	0,81	0,30
Adjuvante	1	0,51	0,43	0,09	0,61	0,50	0,40
Ponta	1	0,87	0,02*	0,14	0,007*	0,05*	0,04*
Volume	1	0,93	0,06	0,02*	0,001*	0,009*	0,03*
Adjuvante x Ponta	1	0,19	0,66	0,97	0,50	0,60	0,28
Adjuvante x Volume	1	0,16	0,92	0,35	0,70	0,41	0,99
Ponta x Volume	1	0,58	0,61	0,96	0,09	0,90	0,81
Adjuvante x Ponta x Volume	1	0,12	0,30	0,58	0,27	0,67	0,64
Resíduo	21						
Total	28						
C.V(%)		22,81	31,42	13,01	21,31	8,06	70,66

A ponta TVI-8005 obteve maior percentagem de cobertura, em virtude da produção de gotas grossas. Logo, a ponta JA-1 apresentou menores percentagem de cobertura nos terços inferior e superior na posição interna do ramo, no entanto é possível salientar que nas posições MEDIN e SUPEX a ponta JA-1 obteve melhor desempenho (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de médias da percentagem de cobertura de gotas em relação as pontas

PONTA	Posição no dossel			
	INFIN	MEDIN	SUPIN	SUPEX
TVI-80075	9,20a	7,40a	5,31a	13,90a
JA-1	5,03b	15,61a	3,17b	21,20a

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Observando maior porcentagem de cobertura do volume de calda nas folhas de soja Silva et al, (2019) afirmam que pontas de jato plano (tipo leque) apresentaram resultados melhores no terço médio e inferior, ao mesmo ponto que plantas de jato cônico se destacam nos terços superior e nas pontas da planta.

Estes resultados são semelhantes com os aqui encontrados, uma vez que é possível observar a maior cobertura foi encontrada na parte superior externa. Por outro lado, também é possível destacar que a uniformidade de cobertura independente da ponta utilizada.

Em relação ao volume foi analisado, as aplicações com volume de calda 400 L ha⁻¹ a apresentaram porcentagem de cobertura superior comparado a 200 L ha⁻¹ (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de média para porcentagem de cobertura de gotas em relação ao volume

Volume L ha ⁻¹	Posição no dossel			
	MEDEX	MEDIN	SUPLEX	SUPIN
400	28,40a	16,75a	22,71a	5,36a
200	20,23b	6,24b	12,40b	3,13b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Em experimentos com cafeeiro conduzidos em Araxá – MG, Ferreira et al. (2011), notaram que a distribuição de gotas no volume de 225 L ha⁻¹ foi menor em relação aos demais tratamentos com volumes superiores e que médias acima de 600 e 300 L ha⁻¹, não obteve diferenças significativas na distribuição das gotas nos terços inferiores da planta. Demonstrando a eficiência do equipamento mesmo em menores volumes de aplicação para este terço da planta.

Observa-se que, nas profundidades internas do ramo, ocorre redução da porcentagem de cobertura, o que se explica pela dificuldade de penetração das gotas e pelo efeito da umidade relativa, agravada pelo grande volume foliar presente em cafeeiro (SOUSA JÚNIOR et al., 2017)

Para amplitude relativa de gotas, a variável ponta obteve comportamento interessante, uma vez que o seu comportamento foi altamente superior ao esperado na região mediana da copa do cafeeiro, porém apresentou diferença significativa nas demais posições do dossel da planta (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância da amplitude relativa nos terços e profundidades de copa das plantas do cafeeiro, Monte Carmelo/2018.

F.V.	GL	Posição do dossel					
		INFEX	INFI N	MEDE X	MEDI N	SUPE X	SUPIN
Bloco	3	0,13	0,90	0,22	0,03	0,31	0,85
Adjuvante	1	0,40	0,90	0,50	0,11	0,40	0,62
Ponta	1	0,00*	0,00*	1×10^{-4} *	0,00*	0	0,00*
Volume	1	0,25	0,97	0,17	0,09	0	0,55
Adjuvante x Ponta	1	0,62	0,61	0,13	0,24	0,01*	0,09
Adjuvante x Volume	1	0,13	0,27	0,21	0,50	0,14	0,15
Ponta x Volume	1	0,82	0,81	0,33	0,86	0,55	0,23
Adjuvante x Ponta x Volume	1	0,22	0,82	0,31	0,60	0,24	0,51
Resíduo	21	-	-	-	-	-	-
Total	28	-	-	-	-	-	-
C.V (%)		200,15	232,3 2	149,60	211,23	174,62	245,45

As médias obtidas de amplitude relativa de gotas avaliadas, em diferentes posições no dossel do cafeeiro, mostram que a ponta JA-1 resultou em menores valores dessa variável (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de média para amplitude relativa para pontas.

FV	Posição no dossel				
	INFEX	INFIN	MEDEX	MEDIN	SUPIN
Ponta (TVI-80075)	1,30a	1,24a	1,30a	1,20a	1,19a
Ponta (JA-1)	0,93b	0,86b	1,02b	0,94a	0,81b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Pode-se observar que a amplitude de gotas produzido pela ponta JA-1 tende a apresentar maior uniformidade. Ponderando este resultado, o conjunto de gotas são consideradas homogêneas quando os valores de amplitude relativa se aproximam de zero (SOUSA JÚNIOR et al., 2017)

As gotas finas, em função da distância de lançamento até o alvo, são mais susceptíveis à deriva, neste caso, o nível de cobertura é reduzido (MOTA, 2011). Sendo assim, uma opção ao cafeicultor é colocar pontas com indução de ar nos bicos superiores da barra ou o uso de adjuvante, estas são práticas que visam minimizar a deriva e aumentar a cobertura e a eficiência da aplicação.

A interação adjuvante e ponta foi significativa para amplitude relativa na posição superior externa do cafeeiro – SUPEX – (Tabela 11).

Tabela 11. Desdobramento adjuvante versus ponta para amplitude relativa no dossel do cafeeiro.

FV	GL	SUPEX
Adjuvante x Ponta (TVI-80075)	1	0,02*
Adjuvante x Ponta (JA-1)	1	0,22
Resíduo	21	-

A presença de adjuvante reduziu a amplitude de gotas na ponta JA-1 e aumentou na ponta TVI-80075 (Tabela 12).

Tabela 12. Desdobramento ponta *versus* Adjuvante para amplitude relativa no dossel do cafeeiro.

Ponta	SUPEX	
	Ausência	Presença
JA-1	1,01aB	0,94aA
TVI-800075	1,25bA	1,38bB
C.V(%)	174,62	

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Madureira, Raetano e Cavalieri (2015) apresentaram resultados que a adição de adjuvante pode promover a redução da amplitude relativa. Este fato também foi evidenciado por Vitória et al. (2014), em trabalhos usando pontas novas e usadas em que os mesmos enfatizam que quanto maior o valor de amplitude relativa maior será a faixa de tamanho de gotas pulverizadas.

Para os parâmetros encontrados para a variável Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), as posições inferiores externa e interna – INFEX E INFIN - obtiveram resultados significativos para ponta e para interação entre volume e ponta; posições (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo da análise de variância para o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) nos terços e profundidades de copa das plantas do cafeeiro, Monte Carmelo/2018.

F.V.	GL	Posição do dossel					
		INFEX	INFIN	MEDEX	MEDIN	SUPLEX	SUPIN
Bloco	3	0,92	0,70	0,101	0,66	0,67	0,30
Adjuvante	1	0,92	0,81	0,126	0,43	0,36	0,61
Ponta	1	0	0	0	0	0	0
Volume	1	$5 \times 10^{-4*}$	0,04*	0,75	0,36	0,82	0,05
Adjuvante x Ponta	1	0,88	0,91	0,60	0,72	0,26	0,67
Adjuvante x Volume	1	0,50	0,6	0,73	0,81	0,32	0,99
Ponta x Volume	1	$8 \times 10^{-4*}$	0,02*	0,07	0,004*	0,06	0,02
Adj. x Ponta x Volume	1	0,56	0,30	0,50	0,80	0,31	0,80
Resíduo	21						
Total	28						
C.V(%)		0,73	1,02	0,91	0,97	0,85	0,91

O DMV para as pontas grossas, como TVI-80075, apresenta valores altos e significativos quando comparado as pontas do tipo fina. É possível avaliar que diferença no diâmetro da mediana volumétrica são comuns em pontas com indução de ar, em diferentes condições de pressão de trabalho, quando a pressão de trabalho das pontas foi aumentada; menor o diâmetro observado (FRANÇA et al., 2018).

As aplicações de 400 L ha⁻¹ apresentou significância para as posições inferior e interna e mediana interna (Tabela 14 e 15).

Tabela 14. Desdobramento ponta *versus* volume do Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) no dossel do cafeeiro.

FV	Posição dossel			
	GL	INFEX	INFIN	MEDIN
Volume X Ponta (TVI-80075)	1	0	0,82	0,008*
Volume x Ponta (JA-1)	1	0,90	0,004*	0,12
Resíduo	21	-	-	-

Tabela 15. Desdobramento ponta *versus* volume (400 L ha⁻¹) para o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) no dossel do cafeeiro.

FV	GL	INFIN	MEDIN
Ponta x Volume (400 L ha ⁻¹)	1	$1 \times 10^{-4*}$	$3 \times 10^{-4*}$
Ponta x Volume (200 L ha ⁻¹)	1	0	0
Resíduo	21	-	-

Para as posições inferiores, nas profundidades externa e interna do ramo, e mediana e superior, na profundidade interna do ramo, o uso de diferentes pontas de pulverização e volume de calda causou efeito significativo no diâmetro da mediana volumétrica. A ponta TVI-80075 apresentou maiores médias, diferindo da ponta JA-1, independentemente do volume de calda (Tabela 16).

Tabela 16. Análise de médias do Diâmetro da Mediano Volumétrico nos terços da planta e profundidade de ramo

FV	Volume	
	200 L ha ⁻¹	400 L ha ⁻¹
INFEX		
TVI-80075	515,46aA	355,42bA
JA-1	178,61bA	175,12aB
INFIN		
TVI-80075	466,36aA	154,71bA
JA-1	146,03bA	342,77aB
MEDIN		
TVI-80075	441,83aA	349,34aB
JA-1	163,31bA	214,07bA
SUPIN		
TVI-80075	438,10aA	337,43aB
JÁ-1	142,50bA	154,82aB

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Miranda et al. (2013) observaram maior DMV nas pulverizações do cafeeiro, em taxas maiores. Nas aplicações com taxas de 600 L ha⁻¹ foram obtidos maiores valores de DMV, quando comparados à taxa de 150 e 300 L ha⁻¹, corrobora com o presente trabalho. O mesmo ocorreu com Silva; Cunha e Nomelin (2014) analisando a cultivar de Catuaí Vermelho IAC – 99, onde o menor tamanho de gotas (DMV) obtido no tratamento com 200 L ha⁻¹ e na ponta ATR.

No entanto, para o mesmo autor, combinações de pontas que promovem gotas finas como a ponta JA-I provavelmente permiti maior penetração e fixação nas folhas, o que não deve ocorrer com as gotas grossas, as quais podem ter escorrido do alvo; este comportamento negativo foi observado em aplicações com o volume na taxa de 500 L ha⁻¹.

Para a eficácia de controle de bicho mineiro do cafeeiro a relação entre ponta e volume obtiveram resultados significativos como forma de aplicação eficiente no controle do inseto-praga (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo da análise de Eficácia de controle do bicho mineiro do cafeeiro, Monte Carmelo/2018.

F.V.	GL	Eficácia de controle
Bloco	3	0,1
Adjuvante	1	0,86
Ponta	1	1,4
Volume	1	0,07
Adjuvante x Ponta	1	1,13
Adjuvante x Volume	1	1,43
Ponta x Volume	1	16,98**
Adj. x Ponta x Volume	1	0,01
Resíduo	27	-
Total	39	-

No volume de 200 L ha⁻¹ a ponta TVI-80075 obteve eficiência no controle do bicho-mineiro quando comparada a ponta JA-1, em virtude das gotas formadas serem maior e atingirem o alvo com mais facilidade (Tabela 18).

Tabela 18. Análise de médias Eficácia de controle do bicho mineiro do cafeeiro, Monte Carmelo/2018

Ponta	Volume (L ha ⁻¹)	
	200	400
JA-1	52,60bB	65,42aA
TVI-800075	70,30aA	55,67bB

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem-se entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Em acordo com os estudos da tecnologia de aplicação de inseticidas no controle da lagarta-do-cartucho na cultura do milho, Tavares et al (2017) relata que ao analisar pontas distintas em volumes de 100 e 200 L ha⁻¹, a eficiência do controle novamente é reforçada pela possibilidade de adoção de taxas reduzidas de aplicação e pontas com gotas mais grossas. Os resultados aqui encontrados também permitem que o produtor possa optar por um volume de calda maior, uma vez que na escolha de pontas do tipo fina, como a JA-1, o resultado será semelhante ao usar pontas de gotas grossas.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se nas condições deste trabalho, a ponta TVI-80075 teve maior eficiência de aplicação comparada com a ponta JA-1, devido ao maior tamanho de gotas produzidas e maior porcentagem de cobertura na parte superior do dossel do cafeeiro. A densidade de gotas com volume de calda maior de 400 L.ha^{-1} contribuiu na eficiência de controle do bicho mineiro. A utilização do adjuvante interferiu nos parâmetros densidade e amplitude de gotas, sendo assim nem sempre promove benefícios ao volume de calda.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Boletim de Pesquisa de Soja**, v. 8, p. 165-177, 2004.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - ASAE –S572. Spray nozzle classification by droplet spectra. In: ASAE. **ASAE Standards**. Madison: ASAE, p. 389-391. 2000.
- BOLLER, W.; RAETANO, C. G. Bicos e pontas de pulverização de energia hidráulica, regulagens e calibração de pulverizadores de barras. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. (org.). **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. p. 51-65. 2011.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB**. Disponível em: <http://conab.gov.br/conabweb/download/safra/1grãos_03.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2020.
- COSTA, F. M. D. et al. Análise estatística das distribuições espaciais do bicho- mineiro do cafeeiro e das vespas predadoras. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 149-157, 2015.
- CRAUSE, D. H., et al. Cobertura e densidade de gotas provocadas por diferentes pontas de pulverização na cultura do cafeeiro conilon. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 10., 2019,. **Anais [...]**, v. 10, p. 52-56, 2019.
- CUNHA, J. P. R.; TEIXEIRA, M. M. Escolha de bico para pulverização. **Cultivar Máquinas**, n. 18, p. 15- 19, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R.; et al. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 133-138, 2005.
- CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 61-66, 2006.
- DECARO JUNIOR, S. T. **Avaliação de um pulverizador de volume ultra baixo na cultura do café para o controle de *Leucoptera coffeella* (lepidoptera: Lyonetiidae)**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista – Unesp Campus de Jaboticaba, Jaboticabal, 2013.
- DERKSEN R. C., et al. Implications for pesticide delivery and insecticide selection using chemical analysis of plant tissue and efficacy. **International Advances in Pesticide Application - Aspects of Applied Biology**, v. 114, p. 279-286, 2012.
- FELIPE, C. R. D. P. et al. Intensidade de doenças e pragas em plantas decepadas de café (*Coffea arabica* L.) cultivadas em três espaçamentos durante o segundo ano de produção. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** v. 4, n. 2, p. 164. 2005.

FERREIRA, M. C.; et al. Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas de pontas de pulverização de energia hidráulica para controle de corda-de-viola. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 697-705, 2011.

FRANÇA, J. A. L.; et al. Scientific paper agricultural machinery management spectrum and velocity of droplets of spray nozzles with and without air induction. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 2, p. 232-237, 2018.

LIMA, A. A. D. R. Pulverização com redução de vazão e utilização de adjuvante na cultura do cafeeiro. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 10., 2013, Vitória. **Anais[...]**, p. 1-5. 2013.

MACIEL, C. D. G.; et al. Eficiência e qualidade da aplicação de misturas em tanque com adjuvantes na dessecação de corda-de-viola. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 704-715, 2011.

MADUREIRA, R. P.; RAETANO, C. G.; CAVALIERI, J. D. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 180-185, 2015.

MATIELLO, J. B.; FREITAS J. L.; GOUVÊA, L. Fernando. Controle da ferrugem do cafeeiro via canhão atomizador com formulações de triazóis e estrubirulinas. **Revista Brasileira de Tecnologia Cafeeira - Coffea**. v. 2, n. 5. p. 210-215, 2005.

MATIELLO, J. B., et al. **Cultura do café: novo manual de recomendações**. Varginha: Fundação Procafé, 2005. 438p

MATTHEWS, G. A.; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Métodos de aplicação de defensivos agrícolas**. 4. ed. São Paulo: Andrei, 2016.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, p. 139. 1990.

MATUO, T. et al. Tecnologia de aplicação dos agroquímicos e equipamentos. In: **Associação Brasileira De Ensino Superior (ABEAS)**. Curso de especialização por tutoria à distância (módulo 2) – Curso de proteção de plantas, Brasília: ABEAS, p. 91 2002.

MIRANDA, G. R. B. et al. Equipamentos de pulverização associados a volumes de calda e avaliados por alvos artificiais em cafeeiro. **Agrarian**, v. 6, n. 22, p. 448-459, 2013.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v. 22, p. 83-92, 2002.

MOTA, A. A. B. **Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes**. 2011. 74 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu, Curso de Agronomia, São Paulo, 2011.

- PAI, N. et al. Adjusting airblast sprayer airflow based on tree foliage density. St. Joseph: **ASAE**, 2008.
- PASSINI, J. J. (Ed.). **Sistema plantio direto com qualidade**. Londrina: IAPAR, 2006. p. 55-73.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: R. Core Team, 2019. Disponível em: <www.R-project.org>. Acesso em: 9 set. 2019.
- RAMIRO, D. A., et al. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro. **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 363-372, 2004.
- ROBERT, P. C. Precision agriculture: a challenge for crop nutrition management. **Plant and Soil**, v. 247, n. 1, p. 143-149, 2002.
- SANTINATO, F.; et al. Influence of spray volumes, nozzle types and adjuvants on the control of *Phoma coffee* rust. **Coffee Science**, v. 12, n. 4, p. 444-450, 2017.
- SASAKI, R. S.; et al. Parameters of electrostatic spraying and its influence on the application efficiency. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 474-479, 2013.
- SCAPIN, M. S. et al. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection**, v. 77, p. 119-126, 2015.
- SCALON, J. D.; MATEUS, A. L. S. S.; ZACARIAS, M. S. Análise espaço-temporal do nível de infestação do bicho-mineiro *Leucoptera coffeella*, (Guérin-Menèville & Perrottet, 1842) (*Lepidoptera*: Lyonetiidae) em cafezal orgânico (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 347-353, 2013.
- SILVA, J. E. R.; CUNHA, J.P. A. R. D.; NOMELINI, Q. S. S. Deposição de calda em folhas de cafeeiro e perdas para o solo com diferentes taxas de aplicação e pontas de pulverização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 18, n. 12, p. 1302-1306, 2014.
- SILVA, M. R. A. D., **Levantamento sobre o uso de produtos fitossanitários na microrregião de Pires do Rio**. 2019. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal De educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Urutai, 2019.
- SOUZA, A. D.; LOURENZANI W. L.; QUEIROZ, T. R. Análise da evolução da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: XXX encontro nacional de engenharia de produção, 30., 2010, **Anais [...]**, p. 1-13, 2010.
- SOUSA JÚNIOR, J. M. D. Determinação do índice de volume de pulverização para a cultura do café. **Coffee Science**, v. 12, n. 1, p. 82-90. 2017.
- VITÓRIA, E. L. d. et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de jato cônico vazio DDC2 novas e usadas. **Revista Agroambiente**, v. 8, n. 5, p. 368-376, 2014.

VIANA, R. G.; et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-8358&lng=es. Acesso em: 02 dez. 2019.

YASIN, M. Air assisted sleeve boom sprayer. **Ama-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America**, n. 43, p. 61-66. 2012.

ZAMPIROLI, R; et al. Parâmetros técnicos da tecnologia de aplicação aplicados à pulverização hidropneumática em diferentes condições operacionais. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1-8, 2019.