

Título: Deposição de calda em aplicações aéreas com tecnologia eletrostática, na cultura do café.

Instituição Solicitante:

Sistema de Pulverização Eletrostático - SPE

R: São Salvador, 230, sala 201.

B: Santa Maria Goreti

CEP: 91.030-240 Porto Alegre/RS

Tel.: (51) 3225-1186

vendas@pulverizadoreletrostatico.com.br

Instituição Executora:

Dr. Jefferson Gitirana

Rodovia BR 365, Km 604.

Estação Experimental – Zona Rural

CEP: 38.407-180 - Uberlândia – MG

Tel.: (34) 99979-0820

E-mail: jefferson@gitirana.com.br

Autor:

Jefferson Gitirana Neto – Pesquisador Principal

Uberlândia – MG
DEZEMBRO - 2015

Deposição de calda em aplicações aéreas com tecnologia eletrostática, na cultura do café.

JEFFERSON GITIRANA NETO¹

¹ Engº Agrônomo, Mestre em Entomologia Doutor, em Fitotecnia, SIPP – Pesquisa e Desenvolvimento, Uberlândia - MG.

RESUMO

Estudos relacionados à tecnologia de aplicação aérea na cafeicultura são escassos, apesar de haver produtos registrados para essa modalidade de aplicação na legislação brasileira. As alterações climáticas encontradas nos últimos tempos têm promovido surtos repentinos de pragas e doenças que causam sérios prejuízos à produção. Em função das condições operacionais, a cafeicultura encontra dificuldades de realizar as intervenções químicas necessárias à manutenção de populações pragas a fim de mantê-las sob baixa condição de risco econômico. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a deposição de calda em aplicações aéreas com tecnologia eletrostática e “micronair”, na cultura do cafeeiro. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Foi avaliada a deposição de calda na região interna e externa da copa do cafeeiro, considerando o terço superior, mediano e inferior, através da aplicação do traçador Azul Brillhante. Para as aplicações foi empregado um avião modelo Ipanema, prefixo PT – VZA, equipado com barras de pulverização eletrostática, modelo SPE, nos volumes de calda de 10, 7 e 5 L ha⁻¹, respectivamente, os tratamentos 1, 2 e 3, e um quarto tratamento, considerado com uma aplicação convencional com a utilização da tecnologia “micronair”, no volume de 25 L ha⁻¹. A pulverização aérea eletrostática proporciona maior deposição de produto, quando comparada à pulverização aérea convencional com o uso de “micronair”, na cultura do café.

Palavras-chave: Café, *Coffea arabica* L., pulverização eletrostática, aplicação aérea, defensivos agrícolas, tecnologia de aplicação.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café. Na safra 2014, produziu mais de 45,3 milhões de sacas beneficiadas. Destas, 32,3 milhões foram de café arábico (*Coffea arabica* L.) e 13 milhões de conilon (*Coffea canephora* Pierre) (CONAB, 2015).

Devido a sua grande extensão territorial e clima diversificado, o Brasil apresenta uma extensa faixa apta à produção de café, o qual é plantado desde próximo à latitude de 0°, no extremo norte do Pará, até a latitude de 25° no Paraná. Essa diversidade induz aos produtores à adoção de manejos diferenciados para cada região, bem como possibilita a produção de cafés com características próprias, específicas de cada localidade (FERREIRA et al., 2013).

Entre as táticas de manejo, o controle químico é o método mais utilizado para conter as infestações de pragas pela inexistência de alternativas mais eficazes no modelo agrícola preestabelecido. Contudo, o produtor rural é cada vez mais exigido sobre a utilização correta e criteriosa dos produtos fitossanitários. Entretanto, o que se vê no campo é a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação. As aplicações, muitas vezes, não são eficientes, tampouco os produtos são eficazes, porque não se utilizou a melhor técnica ou equipamento que determinariam o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo (CUNHA et al., 2011).

A escassez de mão-de-obra e o relevo acidentado na cafeicultura de montanha refletem uma baixa capacidade operacional na realização dos tratos culturais, dificultando o manejo fitossanitário, visto que não é possível entrar com pulverizadores hidropneumáticos tradicionais. Em face da falta de equipamentos apropriados, os cafeicultores se veem obrigados a desenvolver equipamentos adaptados, que carecem de maiores estudos para maior eficiência (GITIRANA NETO, 2015).

Quanto melhor a tecnologia de aplicação, melhor é a aplicação, menor é a dose necessária para controle efetivo, menor é a quantidade de produto que atinge outros alvos, mais eficaz é o controle, logo, menor é o número de aplicações necessárias. Todos esses fatores contribuem para maior conservação ambiental, além de considerável economia com o uso de insumos (BAESSO et al., 2014).

Contudo, a definição do melhor volume em uma aplicação é uma difícil decisão por parte dos agricultores, visto que baixos volumes podem levar a cobertura deficiente, e

volumes elevados podem onerar a aplicação, principalmente pela redução da capacidade operacional. De acordo com Silva et al. (2008), existe pouca informação concernente à quantidade e distribuição do volume de calda aplicado para um controle efetivo de pragas na cultura do café.

Zheng et al. (2002) afirmaram que a pulverização eletrostática pode melhorar a distribuição e deposição das gotas na planta, com menor contaminação ambiental, volumes reduzidos de calda, menor custo no processo de pulverização e melhor eficácia de controle do tratamento em comparação com pulverizadores convencionais. Zhou et al. (2012) também relataram que o sistema eletrostático aumentou a deposição de calda e reduziu as perdas quando comparado a outras técnicas de pulverização.

Acredita-se que pulverização eletrostática seria uma estratégia viável no sentido de melhorar a qualidade da aplicação e trazer benefícios operacionais. Alguns trabalhos têm demonstrado a vantagem deste sistema como o realizado por Sasaki et al. (2013), na cultura do café, os quais verificaram um aumento de 37% no líquido depositado.

Outro estudo relatou ganhos bem superiores nas regiões mediana e baixa da planta, com o uso da tecnologia eletrostática. Gitirana Neto et al. (2015), observaram acréscimos de 159% e 84%, nas regiões inferiores e medianas do cafeeiro, alertando também pela atração de forças exercidas pelo solo no movimento descendente da gota, razões que justificariam a maior deposição na parte baixa da planta.

Essas características aliadas as necessidades operacionais da cafeicultura sugeriram a observação do uso de aeronaves agrícolas com a tecnologia eletrostática no manejo fitossanitário da cultura. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a deposição de calda em aplicações aéreas com tecnologia eletrostática, na cultura do café.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Rio Paranaíba, MG, em lavoura de café cultivar Catuaí 144, plantada em 2001, com espaçamento de 3,8 x 0,5 m. A lavoura com idade de 14 anos, apresentava intenso vigor vegetativo, enfolhamento exuberante e alta carga pendente.

O ensaio foi aplicado no dia 22/10/2015, sendo empregada uma aeronave agrícola da Embraer, modelo Ipanema EMB – 202 A, 100% etanol, prefixo PT – VZA, com 7,43 m de comprimento, 2,22 m de altura e 11,07 de envergadura. Possuía motor Lycoming IO-540-K1J5, 320 HP, 2.700 RPM, 6 cilindros, a hélice era do tipo Hartzell Tripá com velocidade constante e bomba eólica Travicar. Seu Hopper tinha capacidade nominal de 950 L e o peso máximo de decolagem era 1800 Kg. Nas condições do ensaio, o avião voou na velocidade de 190 Km/h, com altura de 3 a 4 m sobre os cafeeiros, com vento na posição perpendicular a direção do avião e as linhas de plantio.

Nas aplicações convencionais utilizou-se de uma barra de oito metros, equipada com seis dispositivos do tipo “micronair”, modelo AU 5000, com geração de gotas com aproximadamente 180 µm. Nas aplicações eletrostáticas, foram utilizados 54 dispositivos eletrostáticos, modelo SPE, dispostos em duas barras de 3,8 m de comprimento instaladas sob as asas do avião. Foram utilizadas pontas do tipo SPE 5 (amarelo) e SPE 2 (cinza), ambos com características de geração de gotas pequenas com diâmetro aproximado de 80 µm.

As pontas empregadas em cada tratamento, assim como algumas condições de trabalho, encontram-se descritas na Tabela 1. A variação no volume de calda foi obtida com base nas possibilidades operacionais, considerando constante a velocidade de trabalho, conferida pela aeronave agrícola.

O ensaio foi conduzido em delineamento de blocos casualizados. As parcelas experimentais foram constituídas três faixas ou passadas do avião, com aproximadamente 300 m de comprimento. A faixa do meio, 2ª passada do avião, foi àquela utilizada para avaliação. Nessa faixa, desprezou-se cerca de 60 m em cada extremidade e estabelecendo-se seis parcelas úteis, numa área de 216 m² (7,2 x 30 m).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos avaliados.

Trat.	Equipamento	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Ponta	Cor	Faixa (m)	Pressão (lbs/pol ²)
1	SPE	10	SPE 5	Amarelo	16	60
2	SPE	7	SPE 2	Cinza	20	60
3	SPE	5	SPE 2	Cinza	16	60
4	MICRONAIR	25	AU 5000	Vermelho	15	35

Foram realizados quatro tratamentos em esquema de blocos casualizados (BDC), conforme descrito na Tabela 1. Cada tratamento constou de seis repetições, nas quais foi estudada a deposição de calda nas folhas do cafeeiro.

Para a avaliação da deposição de calda, foi utilizado o traçador Azul Brilhante, na dose de 10 g L⁻¹, em todos os tratamentos. Junto à aplicação do traçador também foi aplicado o fungicida Nativo 100 + 200 (trifloxistrobina + tebuconazol), na dose de 1000 mL ha⁻¹, e um adjuvante, o Aureo (éster metílico de óleo de soja), na dose de 5,0 mL ha⁻¹. Para aplicação de cada tratamento, foi preparado um volume de 50 L de calda, acrescentando-se 0,5 Kg do corante.

Mediu-se a deposição em folhas internas e externas dos terços superior, mediano e inferior da planta, numa altura de 0,2 a 0,3 m, 1,3 a 1,5 m e 2,8 a 3,0 m. Na parte interna da planta, foram retiradas folhas bem próximas ao tronco. Na parte externa da planta, foram recolhidas folhas do 1º e 2º par dos ramos. As folhas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e acondicionados em caixas térmicas de isopor. Em cada repetição, foram coletadas dez folhas.

Em laboratório, adicionou-se 100 mL de água destilada aos sacos contendo as folhas, após agitação constante por 60 s, procedeu-se a retirada do líquido resultante da lavagem e realizou-se a leitura de absorvância das soluções contendo o traçador, com o auxílio de um espectrofotômetro (Biospectro SP-22) regulado para um comprimento de onda de 630 nm.

As áreas das folhas foram medidas através do programa de análise de imagens “Image Tool” (University of Texas, Texas, USA), após serem digitalizadas. Os dados de absorvância foram transformados em concentração (mg L⁻¹) através de curva de calibração, procedendo-se posteriormente a divisão da massa de traçador pela área foliar de cada repetição. Com o objetivo de padronizar a concentração de corante por área, procedeu-se a multiplicação dos valores encontrados µg cm⁻² pelos fatores de correção, expressos na

ordem 2,5; 3,57; 5,0 e 1,0, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4. Uma vez que em $25,0 \text{ L ha}^{-1}$, a concentração do azul brilhante é 5,0 vezes maior, quando comparado ao volume de $5,0 \text{ L ha}^{-1}$.

Durante a aplicação dos tratamentos, foram monitoradas as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. A temperatura variou de $33,4$ a $36,4^\circ\text{C}$, a umidade relativa de $27,0\%$ a $31,5\%$ e a velocidade do vento de $3,8$ a $4,1 \text{ km h}^{-1}$.

Inicialmente foram testadas as pressuposições dos dados. Para verificar a homogeneidade das variâncias e a normalidade dos resíduos foram aplicados os testes de Levene e Shapiro Wilk, respectivamente, utilizando o programa estatístico SPSS (versão 17.0). Atendidas as pressuposições a $0,05$ de significância, os dados originais foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas encontradas foram consideradas inadequadas, mesmo assim se realizou o estudo. Os dados apresentados poderão sofrer grandes variações em condições melhores de clima.

Os resultados se prestam a condições impróprias às aplicações de defensivos. Ainda assim, os resultados encontrados demonstraram diferenças entre os tratamentos. A tecnologia eletrostática apresentou melhor deposição em condições climáticas não recomendadas para qualquer tecnologia de aplicação convencional.

Na Tabela 2, tem-se a deposição de calda nas folhas internas das regiões superiores, medianas e inferiores do cafeeiro. No geral, a aplicação eletrostática demonstrou uma capacidade superior no depósito do traçador Azul Brilhante nos diferentes lugares da planta, quando comparada à utilização do “micronair”, nas aplicações aéreas do cafeeiro.

Verificaram-se acréscimos de $2,2 \mu\text{g cm}^{-2}$, $1,97 \mu\text{g cm}^{-2}$ e $1,83 \mu\text{g cm}^{-2}$ de produto nas regiões superiores, medianas e baixas da planta. Essas diferenças foram significativas e podem representar maior viabilidade das aplicações aéreas no manejo de pragas e doenças da cafeicultura. Sugerem-se, portanto, novos estudos a fim de comparar a deposição aérea com as aplicações promovidas por turbo-atomizadores de arrasto.

Os resultados encontrados na parte de baixo da planta permitiram inferir sobre a utilização das aplicações aéreas eletrostáticas como técnica viável para uso de fungicidas sistêmicos para controle de ferrugem ou outras doenças que encontram no baixeiro do cafeeiro o seu habitat preferencial. Na região inferior, os tratamentos 1, 2 e 3 apresentaram os mesmos resultados.

O tratamento 3, com volume de $5,0 \text{ L ha}^{-1}$, foi melhor que os tratamentos 1 e 2 nas regiões superiores. Na região mediana, apresentou depósito de calda superior ao tratamento 1 e equivalente ao tratamento 2; no ponteiro da planta, o volume de $5,0 \text{ L ha}^{-1}$, se demonstrou superior aos tratamentos 1 e 2. Essas informações indicaram que a tecnologia eletrostática além de promover maior deposição de produto, realmente permitiu reduções consideráveis no volume de calda, quando comparada à tecnologia convencional com o uso de “micronair”, em aplicações aérea na cafeicultura. Esse desempenho pareceu demonstrar que os volumes de $10,0$ e $7,0 \text{ L ha}^{-1}$, poderiam se perder na região do ponteiro

da planta. Este fato possivelmente poderá estar relacionado a uma menor energização das gotas e maior risco de deriva.

No geral, observa-se que o tratamento 3, com 5,0 L ha⁻¹, foi a melhor recomendação.

Tabela 2. Deposição de corante ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas internas de diferentes posições de cafeeiros ocasionadas por aplicações aéreas, do tipo eletrostático e micronair.

Tratamento	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Folhas superiores	Folhas medianas	Folhas inferiores
1 - Avião Eletrostático	10	1,2655 b	1,4399 b	1,4881 a
2 - Avião Eletrostático	7	1,7995 b	1,8319 ab	1,5641 a
3 - Avião Eletrostático	5	2,6719 a	2,5130 a	2,3304 a
4 - Avião Micronair	25	0,4720 c	0,5378 c	0,4999 b
CV		29,97	30,87	34,86
DMS		0,7743	0,8121	0,8534

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

CV: Coeficiente de Variação

DMS: diferença mínima significativa

Na Tabela 3, nota-se a deposição de calda nas folhas externas das regiões superiores, medianas e inferiores do cafeeiro. Novamente, se observaram resultados superiores da tecnologia eletrostática comparada à tecnologia convencional com o uso do “micronair”.

Na parte externa do ponteiro, verifica-se que o “micronair”, tratamento 4, chegou a ser semelhante aos volumes maiores utilizados na tecnologia eletrostática, os tratamentos 1 e 2. Entretanto, na região mediana e inferior a tecnologia convencional promoveu sempre uma deposição menor.

No baixeiro da planta, todos os tratamentos com a tecnologia eletrostática foram superiores ao tratamento 4, o “micronair”. Entre os tratamentos 1, 2 e 3, o tratamento 3, com volume de 5,0 L ha⁻¹, foi aquele que promoveu melhor resultado no ponteiro do cafeeiro.

No geral, a aplicação aérea eletrostática permitiu uma redução no volume de calda de até 80%, quando comparada à aplicação aérea com o uso de “micronair”, e ainda promoveram aumentos de até 5,0 (cinco) vezes na capacidade operacional das aeronaves agrícolas.

Tabela 3. Deposição de corante ($\mu\text{g cm}^{-2}$) em folhas externas de diferentes posições de cafeeiros ocasionadas por aplicações aéreas, tipo eletrostático e micronair.

Tratamento	Volume de calda (L ha^{-1})	Folhas superiores	Folhas medianas	Folhas inferiores
1 - Avião Eletrostático	10	1,6701 b	1,2495 ab	1,5329 a
2 - Avião Eletrostático	7	1,9627 ab	2,0980 a	1,4178 a
3 - Avião Eletrostático	5	2,9114 a	2,0683 a	1,7589 a
4 - Avião Micronair	25	0,8713 b	0,5016 b	0,5618 b
CV		39,37	42,35	31,43
DMS		1,2149	1,0428	0,6894

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

CV: Coeficiente de Variação

DMS: diferença mínima significativa

4. CONCLUSÕES

A pulverização aérea eletrostática proporciona maior deposição de produto, quando comparada à pulverização aérea convencional com o uso de “micronair”, na cultura do café.

A pulverização aérea eletrostática comparada ao “micronair” melhora deposição na parte interna do dossel de folhas do cafeeiro.

A pulverização aérea eletrostática comparada ao “micronair” permite maior deposição sobre as folhas localizadas nas regiões medianas e inferiores do cafeeiro.

A aplicação aérea eletrostática permite uma redução no volume de calda de até 80%, quando comparada ao uso de “micronair”.

As aplicações eletrostáticas promovem aumentos de até 5,0 (cinco) vezes na capacidade operacional das aeronaves agrícolas que utilizam “micronair”, com volumes de 25 L ha⁻¹.

O volume de 5,0 L ha⁻¹, apresenta melhor resultado na deposição na região superior do cafeeiro, quando comparado a 10,0 e 7,0 L ha⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAESSO, M. M.; TEIXEIRA, M. M.; RUAS, R. A. A.; BAESSO, R. C. E. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, suplemento, p.780-785, 2014.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café, Safra 2015, Primeiro Levantamento, janeiro/2015**. Brasília, 2015. p. 1-41.

CUNHA, J. P. A. R.; GITIRANA NETO, J.; BUENO, M. R. Evaluation of a device for the application of pesticides on mechanized coffee crops (*Coffea arabica* L.). **Interciência**, Caracas, v. 36, n. 4, p. 312-316, 2011.

FERREIRA, W. P. M.; FERNANDEZ FILHO, E. I.; RIBEIRO, M. F. SOUZA, C. F. Influência da radiação solar na cafeicultura de montanha. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, **Anais...** Brasília, 2013. 5 p.

GITIRANA NETO, J. CUNHA, J. P. A. R. da, ALMEIDA, V.V., ALVES, G. S. SPRAY Deposition On Coffee Leaves From Airblast Sprayers With And Without Electrostatic Charge. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 5, p. 1296-1303, Sept./Oct. 2015

SASAKI, R.S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; MONTEIRO, P. M. B.; RODRIGUES, D. E. Deposição e uniformidade de distribuição da calda de aplicação em plantas de café utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1605-1609, 2013.

SILVA, A. R.; LEITE, M. T.; FERREIRA, M. C. Estimativa da área foliar e capacidade de retenção de calda fitossanitária em cafeeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 66-73, 2008.

ZHENG, J.; ZHOU, H.; XU, Y. Advances in pesticide electrostatic spraying in China. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 3, n. 2, p.1-12, 2002.

ZHOU, Y; LI-JUN, Q.; SHOU-XING, J.; XUAN, Z.; XIANG-JIN, M.; ZHI-HUI, T. CONG-JU, S. Development and application prospects of pneumatic sprayer in orchard. **Asian Agricultural Research**, Singapura, v. 4, n. 1, p. 78-80, 2012.