

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias - ICA

Hasle Thiago dos Santos Guimarães

**DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA UTILIZANDO
PULVERIZADOR ELETROVORTEX® EM DIFERENTES VELOCIDADES DE
TRABALHO**

Unai

2024

Hasle Thiago dos Santos Guimarães

**DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA UTILIZANDO
PULVERIZADOR ELETROVORTEX® EM DIFERENTES VELOCIDADES DE
TRABALHO**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Rodrigues Bueno

Unai

2024

Hasle Thiago dos Santos Guimarães

**DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA UTILIZANDO
PULVERIZADOR ELETROVORTEX® EM DIFERENTES VELOCIDADES DE
TRABALHO**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a).

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Mariana Rodrigues Bueno

Data de aprovação 09 / 07 / 2024.

Eng. Agr. Fábio Gonçalves Villela
Fazenda AGCA Unai - MG

Prof. Dr. Lucas Santos Santana
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof.^a Dr.^a Mariana Rodrigues Bueno
Instituto de Ciências Agrárias - UFU

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Unai

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho de conclusão de curso não teria sido possível sem o apoio e a colaboração de diversas pessoas, às quais expresso minha profunda gratidão.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e sabedoria ao longo dessa jornada. Aos meus pais, especialmente à minha mãe, pelo amor incondicional, apoio e por nunca me deixar desistir. Vocês são a base de tudo na minha vida.

Ao meu padrasto e pais de consideração, Getúlio, Flávio, José Geraldo, Ivone e Maria, pelo apoio e pelos ensinamentos ao longo da minha vida. A presença de vocês foi determinante para realização deste sonho.

À minha irmã, Roberta, meus avós e tios, por todo carinho, apoio e amor. Os incentivos de vocês foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios desta caminhada.

À minha orientadora Prof.^a Mariana e ao professor Sérgio, obrigado pela orientação, paciência e conhecimentos compartilhados. Suas orientações foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

À empresa JACTO e ao Dr. Guilherme S. Alves, e à Fazenda AGCA e ao Eng. Agr. Fábio G. Villela, pela oportunidade e pelos recursos disponibilizados para a realização deste trabalho.

Agradeço também aos professores do ICA, pelos ensinamentos e puxões de orelha que fazem parte da graduação, que com certeza serão relevantes na minha vida profissional.

Aos meus amigos e colegas de curso, que sempre deixaram o fardo mais leve. Em especial, meus companheiros de república, a amizade e o apoio de vocês me deu a força necessária para prosseguir.

Obrigado também ao PDTec (Grupo de Pesquisa em Plantas Daninhas e Tecnologia de Aplicação), que me acolheu e me deu oportunidades, com muita gratidão encerro meu ciclo no grupo e desejo muito sucesso aos que ficaram.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 REFERÊNCIAS	14
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, mas enfrenta desafios significativos ao longo de seu ciclo produtivo. Doenças como a ferrugem asiática, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, continuam a representar uma ameaça constante, impactando negativamente o potencial produtivo e resultando em perdas financeiras substanciais para os agricultores. Além das doenças, a cultura também é vulnerável a ataques de insetos-praga e plantas invasoras, o que requer dos produtores a implementação de estratégias eficazes de controle fitossanitário. Essas medidas são fundamentais para mitigar os danos e assegurar uma produção sustentável e lucrativa (Rocha et al., 2016; Freitas et al., 2016; Santos, 2020).

A tecnologia utilizada na aplicação de produtos fitossanitários é de extrema importância e deve ser conduzida de maneira adequada para garantir o sucesso das operações de manejo fitossanitário. O objetivo de uma aplicação eficiente é alcançar o alvo desejado com o mínimo impacto ambiental e social possível (Matuo, 1990). É importante ressaltar que o uso de produtos fitossanitários deve ser feito com cautela, evitando sua aplicação indiscriminada, o que pode resultar na ineficácia dos produtos e na contaminação ambiental. Nesse sentido, o avanço da tecnologia de aplicação representa uma maneira eficaz de mitigar esses problemas, oferecendo aos agricultores meios mais precisos e sustentáveis para proteger suas culturas (Landim et al., 2020; Cunha e Peres, 2010).

Durante o desenvolvimento da soja, o crescimento dos galhos e folhas resulta no cobrimento da superfície dificultando a deposição de calda nos terços inferiores da cultura (Chechetto, 2015). A qualidade da pulverização é diretamente influenciada pela densidade e distribuição das gotas, além da porcentagem de produto depositados no alvo. Para superar esses desafios, é importante utilizar tecnologias avançadas de pulverização que garantam uma aplicação uniforme e eficiente, mesmo em áreas adensadas. Técnicas como a pulverização eletrostática combinada a assistência de ar, disponível no equipamento autopropelido EletroVortex[®] lançado em 2019 (EletroVortex[®], Jacto, Pompeia, SP, Brasil) podem auxiliar na melhora da qualidade das aplicações de produtos fitossanitários.

Este sistema objetiva proporcionar melhorias na formação e condução das gotas até o alvo biológico, com o carregamento eletrostático das gotas e a inserção de corrente de ar no sistema. Dentre os principais propósitos desse pulverizador está a redução do volume de calda, aumentando a concentração dos princípios ativos, e o aumento da autonomia do equipamento, pois reduz paradas para abastecimento. Além da melhoria da qualidade da aplicação, também

resulta em menor contaminação ambiental e humana com a redução da deriva oriunda da aplicação, principalmente sobre as pessoas envolvidas na aplicação (Jacto, 2024; Jacto, 2020).

A assistência de ar na barra de pulverização envolve o uso de um fluxo contínuo de ar para ajudar na distribuição e deposição da calda no alvo desejado. Quando ativados, os ventiladores enchem uma lona que espalha o ar uniformemente ao longo de toda a barra de pulverização, oferecendo benefícios como a uniformidade na distribuição da calda, a redução do potencial de deriva e a melhoria na deposição, especialmente nas folhas inferiores das plantas (Bueno et al., 2024).

O aumento na deposição de gotas proporcionado pela pulverização, especialmente em áreas de difícil acesso, como a parte abaxial das folhas, tem melhorado significativamente o controle de insetos-praga como a mosca branca (*Bemisia tabaci*) na soja. Além disso, observa-se maior penetração e aumento nos depósitos no terço médio das plantas quando a barra de pulverização com assistência de ar (Raetano, 2011).

A eficiência da barra de pulverização com assistência de ar, é uma ferramenta valiosa para o controle de agentes fitopatogênicos. No entanto, sua eficiência depende de vários fatores, como o índice de área foliar, o estágio fenológico da cultura, o nível de infestação da praga ou doença, a arquitetura da planta e cobertura do alvo (Christovam et al., 2010; Gimenes, 2011). Esses fatores associados a pulverização eletrostática, proporcionam melhor aderência das gotas as plantas por meio da eletrificação de gotas, aumentando significativamente na deposição de produtos fitossanitários (Tavares et al., 2017; Assunção et al., 2019).

No início do século XXI a pulverização eletrostática já estava sendo amplamente aplicada em pulverizações, melhorando a deposição de gotas em alvos biológicos de difícil acesso (Law, 2001). A pulverização eletrostática envolve a aplicação de uma carga elétrica às gotas, fazendo com que sejam fortemente atraídas pelas plantas. Esse método permite que as gotas alcancem áreas ou alvos que seriam difíceis de atingir com a pulverização convencional, melhorando a deposição de gotas no interior do dossel da soja (Silva, 2019).

A necessidade por maiores produtividades na cultura da soja, o contínuo desafio dos agricultores para controlar pragas e doenças no tempo adequado, e a quantidade de pulverizadores muitas vezes insuficientes dentro da propriedade para realizar essas aplicações, têm levado os produtores a adotarem altas velocidades de trabalho (acima de 20 km h⁻¹ por exemplo) durante as pulverizações (Cavaliere et al., 2015).

No entanto, este incremento acentuado na velocidade de trabalho afeta o tempo de transporte das gotas geradas pelo bico de pulverização até o alvo biológico, o que pode resultar

em perdas de gotas para o ambiente e reduzir a eficácia da aplicação (Liu et al., 2006). É importante aprofundar o entendimento sobre o comportamento das gotas durante o processo de pulverização, especialmente em velocidades de trabalho mais altas (Cunha et al., 2018).

Neste sentido, o presente estudo buscou avaliar a hipótese de que altas velocidades de aplicação afetam negativamente a deposição de calda no terço médio e inferior da cultura da soja. Este aspecto é crucial para entender como ajustar as práticas de pulverização visando maximizar a eficiência na deposição de calda e, conseqüentemente, melhorar o controle de pragas e doenças, promovendo assim uma produção agrícola mais eficiente.

2 REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, H. H. T.; SILVA, S.M.; ALVES, G.S.; ZANDONADI, C.H.S.; CUNHA, J.P.A.R. Efeito da pulverização eletrostática na deposição de calda e no controle do oídio em soja. **Engenharia Agrícola**, v. 39 , p. 721–728, 2019.

BUENO, M. R.; ALVES, G. S.; SILVA, S. M.; HACHIYA, T. S. S.; GUIMARÃES, H. T. S.; COSTA, G. A.; OLIVEIRA, M. A. Air Assistance and Electrostatic Spraying in Soybean Crops. **Agrochemicals**, v. 3, n. 2, p. 107-117, 2024.

CAVALIERI, J. D.; RAETANO, C. G.; MADUREIRA, R. P.; MOREIRA, L.L.Q. Sistemas de pulverização e velocidade de deslocamento no depósito e espectro de gotas em algodoeiro. **Engenharia Agrícola**, v. 35 , p. 1042–1052, 2015.

CHECHETTO, R. G. **Métodos de coleta de deposição para ensaios de deriva em aplicações aéreas**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

CHRISTOVAM, R. D. S.; RAETANO, C. G.; AMARAL D. P.; M. H. F.; PRADO, E. P.; AGUIAR J. H. O.; GIMENES, M. J.; SERRA, M. E. Effect of nozzle angle and air-jet parameters in airassisted sprayer on biological effect of soybean Asian rust chemical protection. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v.50, n.3, p.347-353, 2010.

CUNHA, J. A. P.; VITOR, A. P.; VENDAS, C. G. R. Deposição de pulverização na cultura da soja utilizando diferentes velocidades de deslocamento e taxas de aplicação. **Engenharia Agrícola**, v.38 , p.82–87, 2018.

FREITAS, R. M. S. DE.; LIMA, L. E. DE.; SILVA, R. S.; CAMPOS, H. D.; PERIN, A. Fluxapyroxad in the asian soyben rust control in the cerrado biome. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p.619-628, 2016.

JACTO. **Uniport 3030 EletroVortex: A pulverização em outro nível**. Disponível em: <https://jacto.com/brasil/products/pulverizadores-automotrizes/uniport-3030-eletrovortex>. Acesso em 03 jul. 2024.

JACTO - Máquinas Agrícolas Jacto S/A. Uniport 3030 EletroVortex. **Revista Cultivar Máquinas**, n. 206, p. 20-27, 2020.

LANDIM, T.N.; CUNHA, J. A. P.; ALVES, G. S.; MARQUES, M. G. Adjuvantes e taxas de aplicação na pulverização de fungicida na cultura da soja. **Humanidades & tecnologia em revista (FINOM)**, v. 23, p. 412-428, 2020.

LIU, Q.; COOPER, SE.; QI, L.; FU, Z. Estudo experimental do tempo de transporte de gotículas entre bicos e alvo. **Biosystems Engineering**, v.95 , p. 151–157, 2006.

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

RAETANO, C. G. Assistência de ar em pulverizadores de barras: interferências e potencial de uso no sistema de plantio direto. In: Tecnologia de aplicação para culturas anuais, p. 105-119, 2011.

ROCHA, A. J. S.; MÜHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A.; FELDMANN, A.; RHODEN, A.; BALBINOT, M. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja na safra 2014/2015. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, Itapiranga, v.1, p. 1-15, 2016.

SANTOS, M. L. M. **Volume de calda e horário da aplicação no controle de doenças na cultura da soja (*Glycine max*)**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (Unesp). Botucatu, São Paulo, 2020.

SILVA, DP. **Interação eletrostática e assistência de ar na deposição da pulverização e viabilidade de fungos entomopatogênicos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, Brasil, 2019.

TAVARES, R. M; CUNHA, J. P; ALVES, T.C.; BUENO, M. R.; SILVA, S. M.; ZANDONADI, C. H. Electrostatic spraying in the chemical control of *Triozoida limbata* (Enderlein) (Hemiptera: Triozidae) in guava trees (*Psidium guajava* L.). **Pest Management Science**, v. 73, n. 6, p. 1148–1153, 2017.

RESUMO

DEPOSIÇÃO DE CALDA NA CULTURA DA SOJA UTILIZANDO PULVERIZADOR ELETROVORTEX® EM DIFERENTES VELOCIDADES DE TRABALHO

O trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de calda na cultura da soja, promovida pela aplicação com pulverizador autopropelido EletroVortex® em diferentes velocidades de trabalho. O experimento foi realizado em área de sequeiro na cidade de Bonfinópolis de Minas/MG, safra 2022/23. Para a avaliação da deposição de calda nos terços médio e inferior da cultura, foi adotado um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 com oito repetições: presença e ausência do sistema EletroVortex® (voltagem de 5000 v por bocal e assistência de ar nível #5, correspondente a 108 km h⁻¹) e três velocidades de aplicação do pulverizador autopropelido Uniport 3030 EletroVortex®, 12, 15 e 18 km h⁻¹. Foi adicionado à calda um traçador azul brilhante para ser detectado por absorbância em espectrofotometria. A menor velocidade de aplicação (12 km h⁻¹) aliada ao sistema EletroVortex® ligado, apresentou melhor deposição de calda nas folhas medianas e inferiores da cultura da soja. Em casos de altas infestações de doenças fúngicas que se instalam nos terços médio e inferior das plantas de soja, reduzir a velocidade de aplicação para 12 km h⁻¹ é uma alternativa que melhora a deposição de calda e conseqüentemente pode melhorar a eficácia de controle e aumentar o intervalo entre as aplicações.

Palavras-chave: Assistência de ar, eletrificação de gotas, *Glycine max* (L.) Merrill, tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

SPRAY DEPOSITION ON SOYBEAN CROP PROMOTED BY APPLICATION WITH ELETROVORTEX® SPRAYER AT DIFFERENT WORKING SPEED

The aimed of this work was to evaluate the spray deposition on the soybean crop, promoted by the application with a self-propelled sprayer EletroVortex® at different working speeds. The experiment was carried out in a dry cultivation in the city of Bonfinópolis de Minas/MG, during the 2022/23 harvest. For the spray deposition evaluation in the middle and lower thirds of the crop, a randomized block design was adopted in a 2x3 factorial scheme with eight replications: presence and absence of the EletroVortex® system (voltage of 5000 v per nozzle and air assistance level # 5, corresponding to 108 km h⁻¹) and three application speeds of the Uniport 3030 EletroVortex® self-propelled sprayer, 12, 15 and 18 km h⁻¹. A bright blue tracer was added to the spray solution to be detected by absorbance spectrophotometry. The lower application speed (12 km h⁻¹) combined with the EletroVortex® system, showed the better spray deposition on the middle and lower leaves of the soybean crop. In cases of high infestation by fungi diseases that settle in the middle and lower thirds of the soybean plants, reducing the application speed to 12 km h⁻¹ is an approach that may improve the deposition of the mixture and the effectiveness of control, in addition to increasing the interval between applications.

Keywords: Air assistance, droplet electrification, *Glycine max* (L.) Merrill, technology application.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é a principal cultura produzida e exportada no Brasil. Em 2023 foram produzidas aproximadamente 154 milhões de toneladas, desses 101 milhões foram exportados, conferindo ao país o ranking de maior produtor e exportador mundial do complexo soja (Conab, 2024). Mesmo o país sendo o maior produtor de soja, enfrenta problemas em relação ao manejo fitossanitário, pois o clima tropical favorece o surgimento de doenças, pragas e plantas daninhas que depreciam o produto colhido e reduzem a produtividade (Hoffmann et al., 2019).

A intensidade de cultivo de soja no país e o aumento da pressão de doenças, torna necessário a adoção de práticas que aumentem a capacidade operacional dos equipamentos de pulverização (Zaidan et al., 2012) e proporcionem melhor deposição de produtos no alvo com menores perdas. Elevar a capacidade do tanque, diminuir a taxa de aplicação e aumentar a velocidade de deslocamento do pulverizador pode influenciar diretamente nesse aumento de capacidade operacional (Zaidan et al., 2012) e na qualidade do processo de pulverização, a depender do equipamento utilizado (Cavalieri et., 2015).

Nesse sentido, pulverizadores têm sido desenvolvidos com tecnologias avançadas que permitem aumentar a velocidade de deslocamento sem comprometer a qualidade da aplicação. Essas inovações incluem sistemas de assistência de ar e eletrificação de gotas, como o pulverizador autopropelido EletroVortex[®]. Este equipamento combina alta eficiência com precisão, garantindo uma cobertura uniforme mesmo em condições adversas. Além disso, a tecnologia de eletrificação de gotas ajuda a minimizar a deriva e maximiza a adesão das gotas às superfícies das plantas, resultando em uma aplicação mais eficaz dos produtos fitossanitários (Jacto, 2020).

A barra desse equipamento é composta por bocais com fontes de alta tensão, pelos quais acontece o carregamento eletrostático das gotas formadas pelas pontas de pulverização. As gotas passam pelo bocal eletrostático e são conduzidas até o alvo biológico por meio do sistema de assistência de ar, assim as gotas carregadas são depositadas com maior precisão no alvo, diminuindo as perdas (Jacto, 2020).

Alguns trabalhos realizados recentemente na cultura da soja avaliaram a deposição de calda utilizando o pulverizador EletroVortex[®] e concluíram que a utilização da assistência de ar (velocidade do ar do vórtex de 30 m s⁻¹) associada ao sistema eletrostático ligados promoveram maior deposição de calda nas folhas medianas e inferiores da cultura quando

utilizado a taxa de aplicação de 75 L ha^{-1} (Fontana, et al., 2023). Ao utilizar o sistema eletrostático associado à assistência de ar (velocidade do ar do vórtex de 21 m s^{-1}) também verificaram um aumento do depósito de calda, mas apenas nos terços médio e superior da cultura da soja, além de um aumento de produtividade em relação ao sistema convencional (Bueno et al., 2024).

Ambos os trabalhos estudaram diferentes volumes de calda e configurações de velocidade de ar no vórtex associada ou não a eletrificação de gotas, entretanto nenhum deles avaliou se o aumento da velocidade de deslocamento do pulverizador poderia interferir na deposição de calda nas folhas da cultura da soja.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de calda na cultura da soja, promovida pela aplicação com o pulverizador EletroVortex[®] em diferentes velocidades de trabalho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda AGCA localizada na cidade de Bonfinópolis de Minas/MG e a análise de deposição no laboratório de Plantas Daninhas do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Unaí, Unaí/MG. Em sistema de cultivo direto na safra de verão 2022/23 foi conduzida a lavoura de soja com a cultivar CZ 37B43 IPRO (Credenz - BASF[®], Alemanha) população de 320.000 plantas por hectare e espaçamento de 0,5 m entre linhas.

Para a avaliação da deposição de calda nos terços médio e inferior da cultura, foi adotado um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 com oito repetições. Os tratamentos corresponderam à presença e ausência do sistema EletroVortex[®] (*on* e *off*), sendo o eletrostático com voltagem de 5000 v por bocal e assistência de ar nível #5, correspondente a 108 km h^{-1} , e três velocidades de aplicação (12 , 15 e 18 km h^{-1}).

As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador autopropelido (Jacto[®], Uniport 3030 EletroVortex[®], Pompéia, SP) dotado de barra de 32 m com 93 bicos espaçados por 0,35 m. As aplicações foram realizadas com altura média de barra de 50 cm em relação à cultura, volume de calda de 75 L ha^{-1} , pontas de jato cônico vazio ATR 2,0 (ALBUZ[®], Évreux, França) com padrão de gotas finas de acordo com o fabricante e pressões de 75, 105 e 160 psi para as velocidades de 12 , 15 e 18 km h^{-1} respectivamente. As parcelas experimentais foram constituídas por 16 metros de largura (equivalente a uma passada de um lado da barra do

pulverizador) por 150 metros de comprimento, totalizando 1800 m². Como parcela útil, descartou-se 2m de cada extremidade da barra, e 10 m no início e final parcela, totalizando uma área útil de 1560 m².

A coleta dos dados para avaliação de deposição de calda foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio reprodutivo de R6 (vargem cheia) com altura média de 1,0 metro (Neumaier, et al., 2000). Para tal adicionou-se à calda um traçador azul brilhante (Duas Rodas Industrial[®], azul brilhante, Jaraguá do Sul, SC), na concentração de 3g L⁻¹ para ser detectado por absorvância em espectrofotometria conforme metodologia proposta por Palladini et al. (2005). Após a pulverização, para cada repetição selecionou-se 10 plantas ao acaso e, em cada planta, seis folhas foram coletadas sendo três no terço médio e três no terço inferior. As folhas foram agrupadas por posição na planta e colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e acondicionados em caixa térmica para posterior leitura no Laboratório.

Os dados deposição de calda foram submetidos aos testes de pressuposição: normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, a 0,05 de significância. Os dados atenderam as pressuposições e não houve necessidade de transformação. Em seguida foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de F de Snedecor a 0,05 de significância e quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 0,05 de significância. Todos os testes foram realizados empregando-se o programa estatístico SPSS versão 28.0 (IBM Corp, 2021).

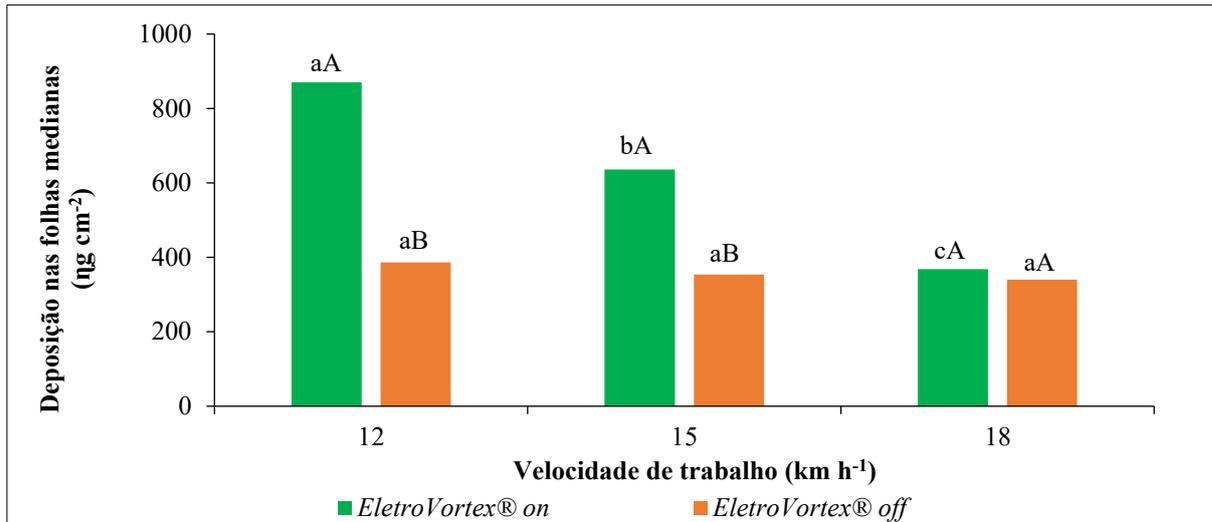
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações foram realizadas entre 9 e 11 horas da manhã e os dados meteorológicos foram monitorados por meio de um termo-higro-anemômetro digital (Kestrel[®] 3000, Boothwyn, Pensilvânia, EUA). A temperatura média foi de 27 °C (±1), umidade relativa média foi de 75% (±2) e a velocidade do vento manteve-se entre 8,64 e 15,48 km h⁻¹. A interação entre os fatores EletroVortex[®] e a velocidade de aplicação foi significativa para os terços médio e inferior da cultura da soja, indicando que a deposição de calda é influenciada diretamente pela combinação desses dois fatores.

Os resultados seguiram comportamentos semelhantes para as duas posições avaliadas na planta, no qual as aplicações com menor velocidade de trabalho (12 km h⁻¹), associadas à assistência de ar e eletrostático ligados, apresentaram uma maior deposição de

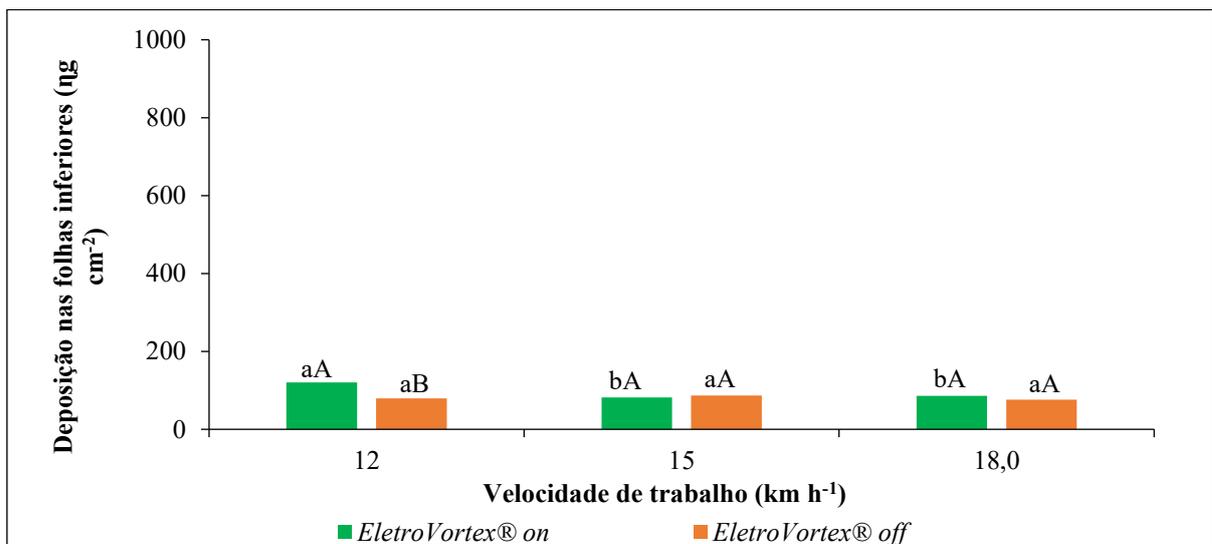
calda fitossanitária. Quando o EletroVortex[®] se manteve desligado, não houve diferença quanto a deposição de calda nas folhas medianas e inferiores da cultura da soja (Figura 1 e 2).

Figura 1. Deposição de calda (ng cm^{-2}) nas folhas medianas da cultura da soja promovida pela aplicação com pulverizador EletroVortex[®] em diferentes velocidades de trabalho. Bonfinópolis de Minas/MG, 2023.



*Barras com letras distintas, minúsculas dentro de cada configuração do EletroVortex[®] (*on* e *off*) e maiúscula dentro de cada velocidade de aplicação, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

Figura 2. Deposição de calda (ng cm^{-2}) nas folhas inferiores da cultura da soja promovida pela aplicação com pulverizador EletroVortex[®] em diferentes velocidades de trabalho. Bonfinópolis de Minas/MG, 2023.



*Barras com letras distintas, minúscula dentro de cada configuração do EletroVortex[®] (*on* e *off*) e maiúscula dentro de cada velocidade de aplicação, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

Cunha, Victor e Sales (2018) avaliaram a deposição de calda na cultura da soja nos volumes de calda de 80 e 150 L ha⁻¹ e nas velocidades de aplicação 10, 15 e 20 km h⁻¹, utilizando um pulverizador autopropelido com barras convencionais, Observa-se que as velocidades não tiveram influência na deposição de calda nos terço superior e inferior da cultura corroborando com os resultados do presente trabalho quando o sistema EletroVortex[®] estava desligado, ou seja, o pulverizador foi utilizado nas configurações convencionais, sem assistência de ar e sem eletrostático. Os autores ainda concluíram que a utilização do volume de 80 L ha⁻¹, volume bem próximo ao utilizado neste trabalho (75 L ha⁻¹), com as duas menores velocidades, promoveram melhor deposição de calda.

As aplicações realizadas com a utilização do EletroVortex[®] ligado promoveram um acréscimo na deposição de até 125,64% para a velocidade de 12 km h⁻¹ e 79,96% para a velocidade de 15 km h⁻¹ no terço médio, em comparação com o EletroVortex[®] desligado. No terço inferior, para a velocidade de 12 km h⁻¹, houve uma melhora de 51,89% na deposição em relação às demais velocidades, evidenciando a maior eficiência das aplicações utilizando o sistema eletrostático associado à assistência de ar em relação ao sistema convencional.

Experimentos realizados por Zaidan et al., (2012) com o objetivo de avaliar a deposição de calda na cultura da soja com diferentes pontas de pulverização em aplicações terrestres de alta velocidade (15 e 35 km h⁻¹) utilizando o pulverizador autopropelido Uniport 3030 convencional, também concluíram que a velocidade de deslocamento não interferiu na deposição de calda, sendo os níveis dos depósitos nos terços inferior e médio 50% menores do que os obtidos na parte superior das plantas.

Peres et al., (2020) avaliaram a deposição de calda nas folhas da cultura do algodão utilizando um pulverizador autopropelido convencional com velocidades de trabalho variada, a qual oscilou entre 16,8 e 25,8 km h⁻¹, e concluíram que a variação na velocidade de deslocamento não influenciou na deposição de gotas pulverizadas.

É importante ressaltar que, não foram encontradas na literatura pesquisas avaliando o efeito da velocidade de trabalho na deposição de soja ou em outras culturas utilizando pulverizadores equipados simultaneamente com assistência de ar e eletrificação de gotas, apenas com equipamentos convencionais. Mesmo utilizando um pulverizador autopropelido de barras convencional, no trabalho de Cavalieri et al., (2015), a deposição de calda nas folhas superiores da cultura do algodão no estágio de florescimento, em geral foi ligeiramente maior quando se trabalhou com menores velocidades (12 km h⁻¹) e pontas do tipo cone vazio, enquanto para o terço inferior não houve diferença entre as pontas e velocidades testadas (12, 15, 18 e 25

km h⁻¹), foi utilizada uma taxa de aplicação de 120 L ha⁻¹, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Baseado nos resultados obtidos neste trabalho, é possível fazer algumas inferências como por exemplo, em casos de altas infestações de doenças fúngicas como ferrugem asiática e mofo branco, que se instalam nos terços médio e inferior das plantas de soja, reduzir a velocidade de aplicação para 12 km h⁻¹ é uma alternativa que melhora a deposição de produtos fitossanitários, proporcionando melhor controle.

De modo geral, as duas menores velocidades, promoveram uma melhor deposição da calda. No entanto, fatores relacionados ao equipamento indicam uma tendência a maiores depósitos nos terços superiores das plantas. À medida que a velocidade aumenta, o vento não consegue transportar as gotas com eficiência para os terços inferiores. Esse fenômeno sugere que, para uma aplicação mais uniforme e eficiente, é crucial considerar não apenas a velocidade do pulverizador, mas também as características do equipamento e ajustar essas variáveis para melhorar a deposição de calda.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A menor velocidade de aplicação (12 km h⁻¹) aliada a assistência de ar e sistema eletrostático ligados, apresentou melhor deposição de calda nas folhas medianas e inferiores da cultura da soja.

O EletroVortex[®] desligado, todas as velocidades avaliadas promoveram deposição semelhante em cada posição na planta. Em casos de altas infestações de doenças fúngicas que se instalam nos terços médio e inferior das plantas de soja, reduzir a velocidade de aplicação para 12 km h⁻¹ é uma alternativa que melhora a deposição de calda e conseqüentemente pode melhorar a eficácia de controle e aumentar o intervalo entre as aplicações.

REFERÊNCIAS

- BUENO, M. R.; ALVES, G. S.; SILVA, S. M.; HACHIYA, T. S. S.; GUIMARÃES, H. T. S.; COSTA, G. A.; OLIVEIRA, M. A. Air Assistance and Electrostatic Spraying in Soybean Crops. **Agrochemicals**, v. 3, n. 2, p. 107-117, 2024.
- CAVALIERI, J.D.; RAETANO, C. G.; MADUREIRA, R. P.; MOREIRA, L. L. Q. Spraying systems and traveling speed in the deposit and spectrum of droplets in cotton plant. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n.6, p. 1042-1052, 2015.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 5 quinto levantamento, fevereiro 2024.
- CUNHA, J.A.P; VICTOR, A. P.; SALES, C. G. R. Spray deposition on soybean crop using different travel speeds and application rates. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n.1, p. 82-87, 2018.
- FONTANA, L. A.; BUENO, M. R.; DIAS, D. F.; VERSIANI, S. B.; DAL MAGRO, G.; ALVES, G. S. Deposição de calda fitossanitária na soja mediante diferentes taxas de aplicação utilizando pulverizador EletroVortex®. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 11., 2023. Goiânia. **Anais...** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2023. 1 Pendrive.
- HOFFMANN, L.L.; ROEHRIG, R.; BOLLER, W.; FORCELINI, C.A. Deposition and coverage of soybean leaf surfaces by sprays applied using different assisted boom s prayer systems. **Engenharia Agrícola**, v.39, n.2, p. 198-207, 2019.
- IBM Corp. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp, 2021.
- JACTO - Máquinas Agrícolas Jacto S/A. **Uniport 3030 EletroVortex**. Revista Cultivar Máquinas, n. 206, p. 20-27, 2020.
- LAW, S. E. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century. **Journal of Electrostatics**, v. 51, p. 25– 42, 2001.
- NASCIMENTO, A. B.; OLIVEIRA, G. M.; FONSECA, I. C. B.; SAAB, O. J. G. A.; CANTERI, M. G. Determinação do tamanho da amostra de papéis hidrossensíveis em experimentos ligados à tecnologia de aplicação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p. 2687-2696, 2013.
- NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. **EMBRAPA Trigo**. 2000. p. 19-44.
- PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, v. 62, n. 05, p. 440-445, 2005.
- PERES, A. J. A.; RAETANO, C. G.; BAIIO, F. H. R.; NEVES, D. C.; CAVALIERI, J. D. Pulverização em taxa variada na cultura do algodão. **Energia na agricultura**, v. 35, n.1, p. 18–28, 2020.

ZAIDAN, S.E; GADANHA JR, C. D.; GANDOLFO, M. A.; PONTELLI, C. O.; MOSQUINI, W. W. Performance of spray nozzles in land applications with high speed. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n.6, p. 1126-1132, 2012.