

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Instituto de Ciências Agrárias - ICA**

**Gustavo Araújo Costa**

**SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO ELETROVORTEX® EM DIFERENTES  
VELOCIDADES DE TRABALHO NA CULTURA DA SOJA**

**Unai**

**2024**

**Gustavo Araújo Costa**

**SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO ELETROVORTEX® EM DIFERENTES  
VELOCIDADES DE TRABALHO NA CULTURA DA SOJA**

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

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Rodrigues Bueno

**Unai**

**2024**

**Gustavo Araújo Costa**

**SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO ELETROVORTEX® EM DIFERENTES  
VELOCIDADES DE TRABALHO NA CULTURA DA SOJA**

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

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva  
Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Rodrigues Bueno  
Instituto de Ciências Agrárias - UFU

---

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

**Unai**

## AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por ter iluminado o meu caminho durante todos estes anos se fazendo presente em momentos difíceis e durante momentos felizes.

Em especial a minha família que sempre me apoiou desde o início até o fim, sempre me amparando e me motivando a seguir em frente e nunca desistir dos meus sonhos, aos meus amigos e colegas que durante a caminhada foram de suma importância desde a minha adaptação em estar longe de casa até nos últimos momentos de decisões difíceis.

Para o meu grupo mais íntimo de amigos, que considero como irmãos, não há palavras que possam expressar plenamente o carinho e amor que sinto por vocês. Sabemos que um dia a maioria de nós seguirá caminhos diferentes, e então sentiremos falta de todas as conversas jogadas fora, das descobertas que fizemos juntos, dos sonhos que compartilhamos, dos inúmeros risos e dos momentos especiais que vivemos. Sentiremos saudades até mesmo dos momentos difíceis, das lágrimas, dos finais de período e de toda a união que compartilhamos. Família não se limita ao laço sanguíneo, vocês são parte essencial da minha família. Sempre tive a certeza de que certas amizades são eternas. Em especial, dedico estas palavras a Hasle Thiago, Felipe Gonçalves, Carla Oliveira, Maria Eduarda e Marina Gabriela.

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 orientação que fizeram parte da graduação, que com certeza serão relevantes para vida profissional.

Obrigado também ao PDTec (Grupo de Pesquisa em Plantas Daninhas e Tecnologia de Aplicação), pelos ensinamentos e oportunidades oferecidas.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL .....	6
2 REFERÊNCIAS .....	8
RESUMO .....	10
ABSTRACT .....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	18
REFERÊNCIAS .....	19

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A soja é frequentemente afetada por vários fatores bióticos e abióticos que podem prejudicar sua produtividade. Devido ao seu potencial econômico, há um esforço contínuo para maximizar a produtividade por unidade de área, visando aumentar a margem de lucro e reduzir os custos, tanto operacionais quanto com insumos (Cruz et al., 2016).

A aplicação eficiente de produtos fitossanitários é fundamental para garantir o controle eficaz de pragas e doenças na cultura da soja, ao mesmo tempo em que minimiza os impactos ambientais e os riscos para a saúde pública. Para isso, as pesquisas têm se concentrado em diferentes aspectos, como o uso de adjuvantes para melhorar a penetração e adesão dos produtos, a seleção de bicos de pulverização que produzam gotas adequadas ao tipo de cultura e ao alvo desejado. Além da avaliação das melhores estratégias para reduzir a deriva e evitar a contaminação de áreas vizinhas durante o processo de aplicação (Rodrigues et al., 2023)

De acordo com esses aspectos, a tecnologia de aplicação se revela crucial, pois é fundamental que os produtos aplicados atinjam com eficácia o alvo desejado. Isso depende da técnica utilizada para garantir esse resultado satisfatório (Zambolim et al., 2003). O objetivo da tecnologia de aplicação é assegurar que a quantidade adequada de ingrediente ativo atinja o alvo, de maneira eficiente e econômica, minimizando ao máximo o impacto ambiental Matthews (2002). Vários fatores interferem no sucesso de uma aplicação, como o ambiente, tipo de equipamento utilizado, o produto, momento da aplicação (Minguela; Cunha, 2013; Antuniassi; Boller, 2019), a densidade de gotas, a distribuição das gotas e porcentagem de cobertura em um alvo (Raetano, 2019).

Teoricamente, quanto menor o tamanho das gotas produzidas, maior é a cobertura percentual sobre o alvo, devido ao maior número de gotas geradas. No entanto, há também um aumento no risco de evaporação e deriva para fora do alvo (Antuniassi et al., 2004; Teixeira, 1997). A cobertura do alvo da pulverização pode ser conceituada como a área coberta por gotas da calda de pulverização em um alvo desejado, como folha, inseto ou solo (Moniz, 2020). A densidade de gotas se refere ao número de impactos por centímetro quadrado na superfície foliar, e é crucial para avaliar a eficiência da pulverização (Schöder, 2003). Em geral para uma boa eficácia na aplicação de fungicidas em geral, recomenda-se no mínimo uma densidade de 30 a 40 gotas  $\text{cm}^2$  para produtos sistêmicos, e de 50 a 70 gotas  $\text{cm}^2$  para fungicidas de contato (Magdalena et al.; 2010).

A cobertura e a densidade das gotas se configuram como um fator primordial a ser considerado na aplicação de produtos fitossanitários, uma vez que, quanto maior a cobertura e o número de gotas geradas numa aplicação, maior a uniformidade da aplicação e consequentemente maior sua qualidade.

O aumento da capacidade operacional dos atuais pulverizadores autopropelidos proporcionou a elevação da velocidade de trabalho, que frequentemente ultrapassa os 16 km h<sup>-1</sup>. O aumento de velocidade pode resultar no deslocamento da barra em relação à massa de ar que está entre a ponta de pulverização e a cultura, o que facilita a evaporação e a deriva (Boller; Raetano, 2011). Em velocidades elevadas de operação, as gotas são lançadas na direção em que o pulverizador está se movendo, aumentando a cobertura no lado oposto ao sentido de deslocamento do equipamento.

O uso de pulverizadores equipados com assistência de ar ao longo da barra de pulverização pode reduzir as perdas por deriva quando se utilizam pontas de pulverização que produzem gotas finas. A assistência de ar permite uma aplicação mais eficiente de gotas finas, diminuindo a deriva, aumentando os depósitos sobre o alvo, facilitando a penetração dessas gotas em culturas com folhagem densa, o que resulta em menores perdas para o solo e o ambiente. O objetivo da assistência de ar é aumentar a velocidade das gotas pulverizadas e modificar sua trajetória para melhorar a deposição, reduzindo assim o potencial de deriva e a contaminação de organismos não-alvo pelo produto aplicado (Prado et al., 2009).

O sistema eletrostático envolve a introdução de cargas elétricas às gotículas para facilitar seu movimento e adesão às folhas (Cunha et al., 2017). A eficácia dessas tecnologias tem sido investigada usando diferentes equipamentos como pulverizadores costais, aeronaves agrícolas, pulverizadores pneumáticos e hidráulicos (Tavares, et al, 2016). Em 2019, foi lançado o sistema autopropelido EletroVortex<sup>®</sup> pela empresa Jacto, numa tentativa de integrar essas duas tecnologias. Esse pulverizador busca melhorar a direção das gotículas até o alvo desejado, aumentando a eficiência ao reduzir a taxa de aplicação e aumentar a velocidade de trabalho sem comprometer a qualidade da aplicação (Jacto, 2020).

Diante do exposto, este trabalho objetivou testar a hipótese de que a pulverização realizada em velocidades de deslocamento pode afetar negativamente a cobertura e a densidade de gotas nos terço médio e inferior da cultura da soja.

## 2 REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R. et al. Avaliação da cobertura de folhas em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004. Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p.48-51. 1 CD-Rom.
- ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. 2 ed. rev. ampl. Botucatu: FEPAF, 2019. 373 p.
- 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**. Ed. Aldeia Norte, Passo Fundo, 2011, p. 51-82.
- CROSS, J. V.; WALKLATE, P. J.; MURRAY, R. A.; RICHARDSON. G. M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from na axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. **Crop Protection**, v. 20, p. 333-343, 2001.
- CRUZ, S. C. S. et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**. Cassilândia, v.3, p.1-6, jan/mar. 2016.
- CUNHA, J. P. A. R. da; MOURA, E. A. C.; SILVA JÚNIOR, J. L. da; ZAGO, F. A.; JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 283-291, 2008
- JACTO. **Uniport 3030 EletroVortex: A Pulverização em Outro Nível**. Disponível online: <https://jacto.com/brasil/products/pulverizadores-automotrizes/uniport-3030-eletrovortex> (acesso em 02 de julho de 2024).
- MAGDALENA, C.J.; CASTILLO, B.H.; DI PRINZIO, A.; HOMER, I. B.; VILLALBA, J. 49 **Tecnología de aplicación de agroquímico**. 1. ed. Argentina: Área de Comunicaciones del INTA Alto Valle, 2010. 198 p.
- MATTHEWS, G.; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Pesticide application methods**. John Wiley & Sons, 2014.
- MINGUELA, J. V.; CUNHA, J. P. A. R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2013. 588 p.
- MONIZ, A. **Cobertura das folhas de soja utilizando diferentes pontas de pulverização**. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.
- PRADO, E. P. et al. Velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda fungicida, severidade da ferrugem asiática e produtividade da soja. **Summa phytopathologica**, v. 36, p. 45-50, 2010.
- RAETANO, C. G. Introdução ao estudo da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para 55 culturas anuais**. 2ª ed. rev. amp. - Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2019. p. 15-27.

RODRIGUES NETO, A. D. **Interferência de classes de gota e volumes de aplicação no desempenho da mistura de atrazine com nicosulfuron no manejo da matocompetição no consórcio milho-braquiária.** 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2023.

SCHRÖDER, E. P. **Avaliação de sistemas aeroagrícolas visando à minimização de contaminação ambiental.** 73f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

TAVARES, R. M. et al. 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.

ZAMBOLIM, L. et al. **O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, 2003. 376p.

## RESUMO

### SISTEMA DE PULVERIZAÇÃO ELETROVORTEX® EM DIFERENTES VELOCIDADES DE TRABALHO NA CULTURA DA SOJA

Este trabalho teve como objetivo quantificar a cobertura e a densidade de gotas nos terços médio e inferior da cultura da soja utilizando ou não um pulverizador EletroVortex® em diferentes velocidades de trabalho. O experimento foi estabelecido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 com oito repetições, sendo os tratamentos representados pela utilização ou não do sistema EletroVortex® (*on* e *off*, respectivamente) e três velocidades de aplicação (12, 15 e 18 km h<sup>-1</sup>). O sistema eletrostático apresenta voltagem de 5kV por bocal e assistência de ar de 108 km h<sup>-1</sup>. As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador autopropelido Uniport 3030 EletroVortex®, com volume de calda de 75 L ha<sup>-1</sup>. Para a coleta dos dados foram utilizados papéis fotográficos fixados em hastes de ferro e posicionados próximo aos terços médio e inferior das plantas. Para visualização das gotas no papel, foi adicionado à calda um traçador azul brilhante na dose de 3 g L<sup>-1</sup>. Concluiu-se que o EletroVortex® ligado aumentou a porcentagem de cobertura e a densidade de gotas pulverizadas no terço médio da cultura da soja, enquanto a assistência de ar combinada ao sistema eletrostático surte tais resultados no terço inferior das plantas se adotando menores velocidades de trabalho (12 km h<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** assistência de ar, culturas anuais, deposição de gotas, eletrificação de gotas, tecnologia de aplicação.

## ABSTRACT

### **ELETROVORTEX® SPRAYING SYSTEM AT DIFFERENT WORKING SPEEDS ON SOYBEAN CROP**

This study quantified the coverage and droplet density of soybeans in the middle and lower thirds by using or not using an EletroVortex® sprayer adjusted to different working speeds. . The experiment was set in a random block 2x3 factorial design with eight replicates. Treatments involved the use (voltage of 5kv per nozzle and air assistance level of 108 km h<sup>-1</sup>) or not of the EletroVortex®, respectively, and three application speeds (12, 15 and 18 km h<sup>-1</sup>). Applications were performed using a self-propelled sprayer Uniport 3030 EletroVortex®, with a spray volume of 75 L ha<sup>-1</sup>. Photographic papers held on iron rods placed close to the middle and lower thirds of the plants were used for collecting the data. To visualize the drops on the paper, a 3 g L<sup>-1</sup> bright blue tracer was added to the spray solution. It was concluded that, in the middle third, the use of the EletroVortex® system increased the coverage percentage and sprayed drops density in the soybean crop. In the lower third, the combination effect of air assistance and electrostatic system on coverage and droplet density is greater when spraying at 12 km h<sup>-1</sup>.

**Keywords:** air assistance, annual crops, drop density, droplet electrification, application technology.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de soja em 2050 é estimada em torno de 390 milhões de toneladas, e para que isso seja possível, um dos principais pontos a serem melhorados é o manejo fitossanitário e a eficiência das pulverizações na cultura (Usda, 2023). Para se obter boas produtividades é importante que se faça um controle eficaz de pragas, doenças e plantas daninhas, uma vez que estas podem levar a perdas de até 90% na cultura (Cunha et al., 2016, Godoy et al., 2009).

O aumento na produção de soja aliado a intensificação das aplicações de produtos fitossanitários, exige maior capacidade operacional dos equipamentos de pulverização, e uma das formas de melhorar este rendimento é aumentar a velocidade de avanço do pulverizador, desde que se preserve a qualidade do processo de pulverização (Zaidan et al., 2012).

Alguns pulverizadores de barra autopropeidos são projetados para realizar aplicações com velocidades médias de 6 km h<sup>-1</sup> até velocidades de 35 km h<sup>-1</sup>, como o pulverizador EletroVortex<sup>®</sup> (Jacto, 2020). O equipamento possuiu uma tecnologia única que combina assistência de ar e indução eletrostática de gotas em uma mesma barra de pulverização, com o objetivo de melhorar a eficiência das aplicações, aumentar a capacidade operacional além de proporcionar maior cobertura do alvo (Jacto, 2020).

Todavia com o aumento significativo de área plantada se faz necessário o aumento de velocidade de trabalho, o que é amplamente desejado por muitos agricultores. Entretanto, esse aumento influencia diretamente no tempo de transporte das gotas produzidas pela ponta de pulverização até o alvo biológico e, conseqüentemente pode interferir no potencial de perda para o meio ambiente e na eficiência da aplicação (Liu et al., 2006), o que torna necessário estudar melhor o comportamento das gotas produzidas na pulverização principalmente em altas velocidades de avance (Cunha; Victor; Sales, 2018).

Assim, o trabalho objetivou quantificar a cobertura e a densidade de gotas nos terços médio e inferior da cultura da soja utilizando um pulverizador EletroVortex<sup>®</sup> 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 as análises laboratoriais no laboratório de Plantas Daninhas do

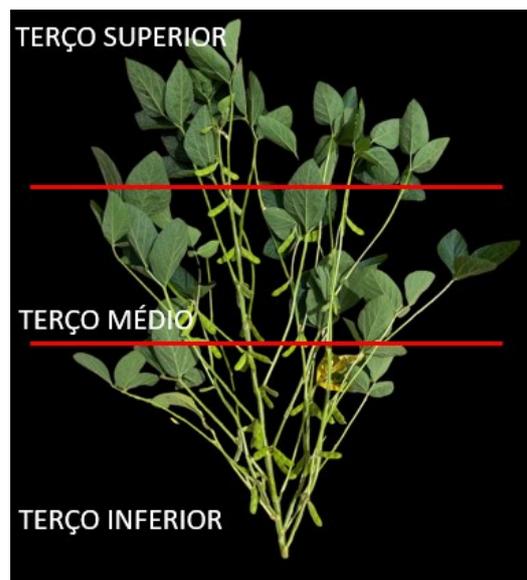
Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Unaí, Unaí/MG.

Em sistema de cultivo direto na safra de verão 2022/23 foi conduzida a lavoura de soja semente, cultivar, CZ 37B43 IPRO (Credenz - BASF<sup>®</sup>, Alemanha) com população de 320.000 plantas por hectare e espaçamento de 50 cm entre linhas.

Para a avaliação da cobertura e densidade de gotas nos terços médio e inferior da cultura (Figura 1), foi adotado um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 com oito repetições. Os tratamentos corresponderam à presença e ausência do sistema EletroVortex<sup>®</sup> (*on* e *off*), sendo o eletrostático com voltagem de 5000 v por bocal e assistência de ar nível #5, correspondente a 108 km h<sup>-1</sup>, e três velocidades de aplicação (12, 15 e 18 km h<sup>-1</sup>). As aplicações foram realizadas utilizando um pulverizador autopropelido (Jacto<sup>®</sup>, Uniport 3030 EletroVortex<sup>®</sup>, Pompéia, SP) dotado de barra de 32 m com 93 bicos espaçados por 35 cm. As aplicações foram realizadas com altura média de barra de 50 cm em relação à cultura, volume de calda de 75 L ha<sup>-1</sup>, pontas de jato cônico vazio ATR 2,0 (ALBUZ<sup>®</sup>, Évreux, França) com padrão de gotas finas e pressões de 250, 400 e 570 kPa para as velocidades de 12, 15 e 18 km h<sup>-1</sup> respectivamente.

**Figura 1.** Representação de uma planta de soja dividida em terços superior, médio e inferior.

Fonte: Próprio autor.



As parcelas experimentais foram constituídas por 32 metros de largura (equivalente a uma passada da barra do pulverizador) por 150 metros de comprimento, totalizando 1800 m<sup>2</sup>. Como parcela útil descartou-se a região de passagem do rodado da máquina (3m), 2m de cada

extremidade da barra, e 10 m no início e final parcela, totalizando uma área útil de 1560 m<sup>2</sup>. A coleta dos dados 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). Foram distribuídos dentro da área útil seis hastes de ferro, compostas por dois suportes de papel cada. Em cada haste foram fixados dois papéis fotográficos, um próximo a terço inferior (aproximadamente 25 cm de altura em relação ao solo) e outro posicionado na altura do terço médio das plantas. Cada papel mede 10 x 7 cm correspondendo a uma área de 70 cm<sup>2</sup>.

Para visualização das gotas no papel, foi adicionado à calda de pulverização, composta apenas por água, um traçador azul brilhante (Duas Rodas Industrial<sup>®</sup>, Azul brilhante, Jaraguá do Sul, SC), na concentração de 3g L<sup>-1</sup>. Após a pulverização, os papéis foram coletados e agrupadas por posição na planta, colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados para posterior avaliação. Em laboratório esses papéis foram escaneados (Epson<sup>®</sup>, Epson Perfection v19, Suwa, Japão) na resolução de 600 dpi e analisados no programa computacional AccuStain 0.35 (AccuStain Software<sup>®</sup>, Illinois, EUA) no qual foram determinados a cobertura (%) e a densidade de gotas (gotas cm<sup>2</sup>).

Os dados 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, como os dados atenderam as pressuposições, 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).

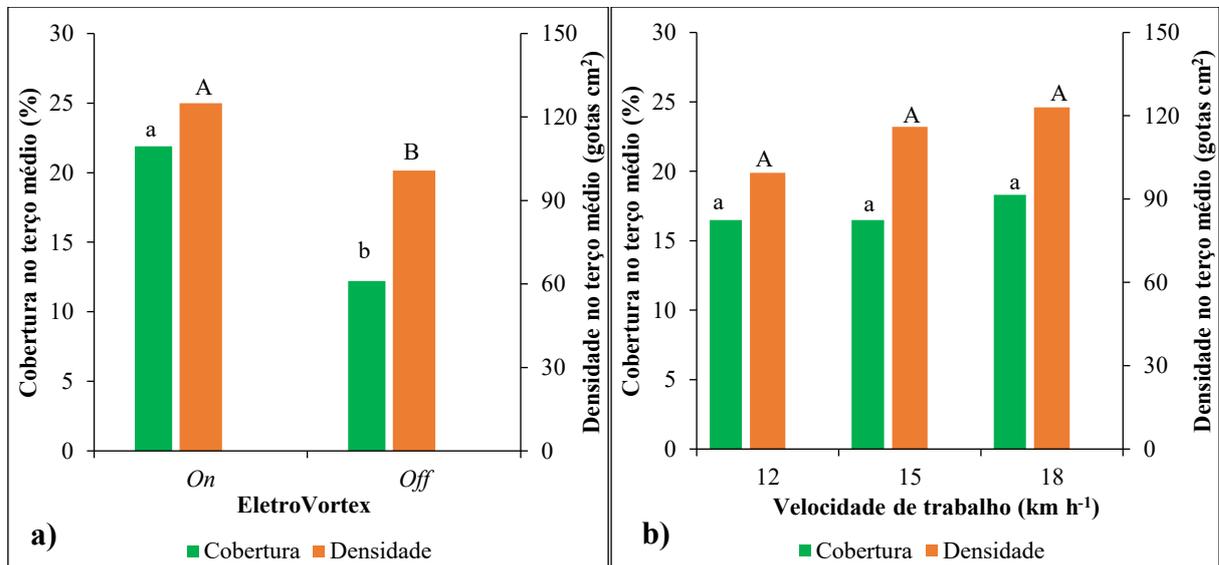
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

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<sup>®</sup> 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 8,6 km h<sup>-1</sup> e 15,4 km h<sup>-1</sup>.

A interação entre os fatores eletrificação de gotas e velocidade de trabalho foi não significativa para o terço médio e significativa para o terço inferior da cultura, indicando que o comportamento das gotas depende da configuração do sistema de pulverização e da posição em que são coletadas nas plantas.

No terço médio a utilização de assistência de ar e eletrificação de gotas ligados, conferiu uma maior cobertura e densidade de gotas, independente da velocidade de trabalho do pulverizador (Figura 2a). Ao avaliar apenas a velocidade de aplicação (12, 14 e 18 km h<sup>-1</sup>), observa-se que não houve diferença na cobertura e na densidade de gotas nos papéis, independente se o EletroVortex<sup>®</sup> estivesse ligado (*on*) ou desligado (*off*) (Figura 2b).

**Figura 2. a)** Porcentagem de Cobertura (%) e **b)** densidade de gotas (gotas cm<sup>2</sup>) no terço médio da cultura da soja promovida pela aplicação com pulverizador EletroVortex<sup>®</sup> em diferentes velocidades de trabalho. Bonfinópolis de Minas/MG, 2022.



\*Barras com letras distintas, minúscula para cobertura e maiúscula para densidade, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

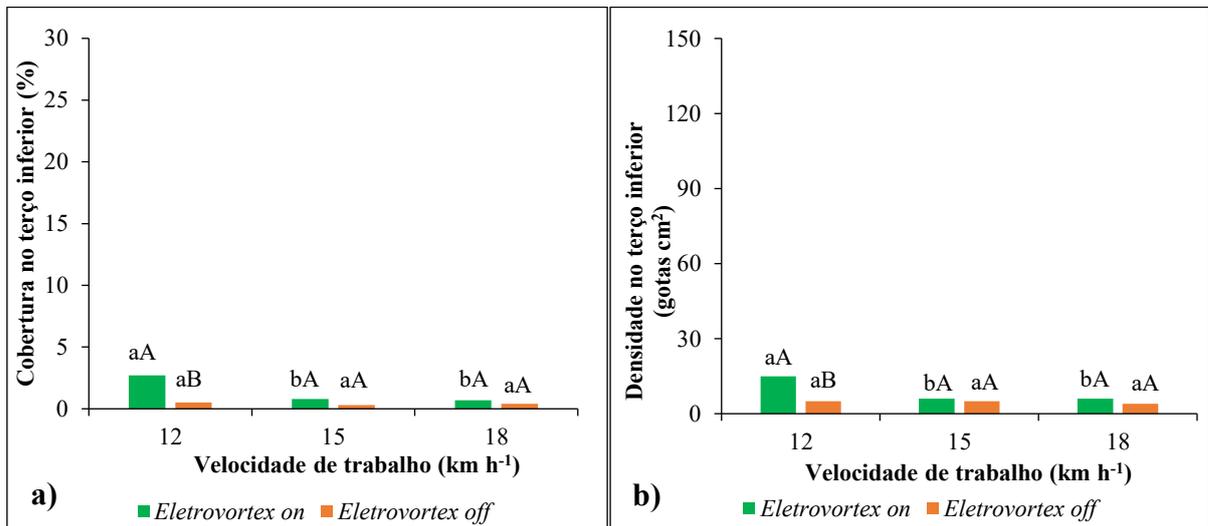
A aplicação foi realizada simulando uma aplicação de fungicida, quando a cultura estava num estágio bem desenvolvido R6 (Neumaier, et al., 2000). Neste sentido, independente da velocidade, a utilização da assistência de ar combinada a eletrificação de gotas proporcionou um ganho de 80% em cobertura (21,9%) e 24% em densidade de gotas (125 gotas cm<sup>2</sup>) em relação ao sistema desligado, valores acima do recomendado para fungicidas de contato por exemplo, os quais demandam maior número de gotas por área, e que de acordo com Magdalena et. al., (2010) devem ser de no mínimo 50 a 70 gotas cm<sup>2</sup> para uma aplicação ser considerada eficiente.

Patel et al. (2017) ao desenvolver e testar um protótipo de bocal eletrostático (2,5 kV no bocal) associado à assistência de ar, verificaram que a pulverização combinada também

proporcionou maior porcentagem de cobertura e maior densidade de gotas nos diferentes terços (superior, médio e inferior) das plantas de algodão em comparação aos sistemas isolados e à pulverização convencional. Os autores, todavia, não avaliaram variações na velocidade de deslocamento do equipamento.

Para o terço inferior da cultura, a menor velocidade de trabalho avaliada (12 km h<sup>-1</sup>), combinada com a assistência de ar e eletrostático ligados (*on*), proporcionaram uma maior porcentagem de cobertura (Figura 3a) e densidade de gotas (Figura 3b) na cultura da soja em relação as demais velocidades.

**Figura 3. a)** Porcentagem de cobertura (%) e **b)** densidade de gotas (gotas cm<sup>2</sup>) no terço inferior da cultura da soja promovida pela aplicação com pulverizador EletroVortex<sup>®</sup> em diferentes velocidades de trabalho. Bonfinópolis de Minas/MG, 2023.



\*Barras com letras distintas, minúsculas dentro de cada configuração de assistência de ar e sistema eletrostático (EletroVortex<sup>®</sup> *on* e *off*) e maiúscula dentro de cada velocidade de aplicação, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0.05 de significância.

Mesmo estando abaixo da quantidade mínima preconizada na literatura necessária para uma boa aplicação de fungicidas sistêmicos por exemplo (de 30 a 40 gotas cm<sup>2</sup>) (Magdalena et. al., 2010) o sistema EletroVortex ligado<sup>®</sup> proporcionou uma melhora em média de 361% na cobertura (2,7%) e de 250% na densidade de gotas (15 gotas cm<sup>2</sup>) em relação às velocidades de 15 e 18 km h<sup>-1</sup>.

Quando se avalia o EletroVortex<sup>®</sup> desligado (*off*), não há diferença para nenhuma das variáveis analisadas em função das velocidades de aplicação. É possível ainda observar que, à medida que se aumentou a velocidade de avanço da máquina para 15 e 18 km h<sup>-1</sup>, a cobertura

e a densidade foram semelhantes independente se o EletroVortex<sup>®</sup> estivesse ligado ou desligado. Indicando que, nas folhas inferiores, o efeito da combinação entre assistência de ar e eletrificação de gotas na cobertura e densidade é maior quando se pulveriza com menores velocidades de trabalho (Figura 3).

Considerando que a maior parte das doenças de final de ciclo na cultura da soja, principalmente as doenças foliares acontecem no baixeiro das plantas, ou seja no terço inferior, tecnologias que proporcionem uma melhora substancial na cobertura e no depósito de gotas nesta região, e apresente um bom custo-benefício é uma aliada que deve ser levada em consideração no manejo de doenças na cultura da soja.

Zaidan et al., (2012) avaliaram a cobertura de gotas na cultura da soja com diferentes pontas de pulverização em aplicações terrestres de alta velocidade (15 e 35 km h<sup>-1</sup>) utilizando o pulverizador autopropelido Uniport 3030 convencional, concluíram que a velocidade de deslocamento não interferiu na porcentagem de cobertura de gotas nos terços inferiores e superiores da planta.

Dias et. al., (2023) avaliaram a cobertura e a densidade de gotas do mesmo pulverizador estudado neste trabalho em diferentes volumes de calda e terços das plantas de soja, e concluíram que o sistema EletroVortex<sup>®</sup> com taxa de aplicação de 75 L ha<sup>-1</sup> (mesma taxa utilizada nas aplicações deste estudo) proporcionou maior porcentagem de cobertura e maior densidade de gotas no terço inferior da cultura da soja, independente dos níveis de assistência de ar (assistência de ar nível #3, #4 e #5: 75, 90 e 108 km h<sup>-1</sup> respectivamente e eletrostático com 5kV por bocal).

Vale ressaltar que não foram encontrados na literatura nenhum outro trabalho envolvendo avaliações de espectro de gotas de sistemas de pulverização que combinem assistência de ar e eletrificação de gotas em função de variações na velocidade de trabalho, seja na cultura da soja ou em outras culturas, o que torna este trabalho pioneiro nesta linha de pesquisa. Nesse sentido se faz necessário que novos estudos sejam realizados, associando também estudos de viabilidade econômica e rendimento operacional com a qualidade das aplicações ao se reduzir a velocidade de trabalho.

A partir dos resultados desse trabalho é possível inferir que, em casos de altas infestações de doenças fúngicas como ferrugem asiática e mofo branco por exemplo, que se instalam nos terços médio a inferior das plantas de soja, reduzir a velocidade de aplicação para 12 km h<sup>-1</sup> é uma alternativa que melhora a porcentagem de cobertura e a densidade de gotas no terço médio da cultura, e conseqüentemente pode melhorar a eficácia de controle e aumentar o intervalo entre as aplicações, reduzindo as pulverizações de fungicida na cultura.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sistema EletroVortex® ligado aumentou a porcentagem de cobertura e a densidade de gotas pulverizadas no terço médio da cultura da soja, enquanto a assistência de ar combinada ao sistema eletrostático surte tais resultados no terço inferior das plantas se adotando menores velocidades de trabalho ( $12 \text{ km h}^{-1}$ ).

## REFERÊNCIAS

- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agricola**, v. 57, n.2, p. 271-276, 2000.
- CUNHA J. P. A. R.; 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.
- CUNHA, J. P. A. R.; MARQUES, R. S.; ALVES, G. S. Deposição da calda na cultura da soja em função de diferentes pressões de trabalho e pontas de pulverização. **Revista Ceres**, v. 63, n.6, p. 761-768, 2016.
- DIAS, D. F.; BUENO, M. R.; FONTANA, L. A.; VERSIANI, S. B.; BARBOSA, P. R. R.; ALVES, G. S. Cobertura de gotas na soja mediante diferentes taxas de aplicação utilizando pulverizador EletroVortex®. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 11., 2023, Goiânia. **Anais...** Goiânia: FEPAF, 2023. p. 189-192.
- GODOY C. V; FLAUSINO A. L.; SANTOS L. C. M.; Del Ponte E. M. Eficiência do controle da ferrugem asiática da soja em função do momento de aplicação sob condições de epidemia em Londrina, PR. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n.1, p. 56-6, 2009.
- 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.
- LIU Q.; SE, C.; Qi L.; FU Z. Experimental study of droplet transport time between nozzles and target. **Biosystems Engineering**, v.95, n.2, p.151-157, 2006.
- MAGDALENA, C.J.; CASTILLO, B.H.; DI PRINZIO, A.; HOMER, I. B.; VILLALBA, J. 49 **Tecnología de aplicación de agroquímico**. 1. ed. Argentina: Área de Comunicaciones del INTA Alto Valle, 2010. 198 p.
- NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B; OYA, T. **Estádios de desenvolvimento da cultura de soja**. EMBRAPA Trigo. 2000. p. 19-44.
- PATEL, M. K.; PRAVEEN, B.; SAHOO, H. K.; PATEL, B.; KUMAR, A.; SINGH, M.; NAYAR, M. K.; RAJAN, P. An advance air- induced air-assisted eletrostatic nozzle with Enhanced performance. **Computer and Eletronics in Agriculture**, v. 135, p. 280-288, 2017.
- USDA: **USDA Agricultural Projections to 2028. Interagency Agricultural Projections Committee** Disponível em: < <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/92600/oc-2019-1.pdf?v=5257.1> >. Acesso em: 24 mai. 2023.
- VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M. C.; TEIXEIRA, M. M.; ROSELL, J. R.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L. Volumetric distribution and droplet spectrum by low drift spray nozzles. **Planta Daninha**, v. 28, n.2, p. 439-446, 2010.

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.