

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária**

ISSN 3085-9514

**Eventos Técnicos
& Científicos**

5

Julho, 2025

**Resumos expandidos
20ª Jornada Acadêmica
da Embrapa Soja**

30 de junho e 1º de julho de 2025
Londrina, PR

Embrapa Soja
Londrina, PR
2025

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Caixa postal
4006, CEP 86085-981, Distrito de
Warta, Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações**Presidente**

Roberta Aparecida Carnevalli

Secretária-executiva

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite*

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo,
Claudine Dinali Santos Seixas, Claudio
Guilherme Portela de Carvalho,
Fernando Augusto Henning, Leandro
Eugênio Cardamone Diniz, Liliane
Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina
Neves de Oliveira e Norman Neumaier*

Organização da publicação

*Regina Maria Villas Bôas
de Campos Leite
Liliane Márcia Mertz-Henning
Kelly Catharin*

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Capa

Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Diagramação

*Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol e
Marisa Yuri Horikawa*

Publicação digital: PDF**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Soja

Jornada Acadêmica da Embrapa Soja (20. : 2025: Londrina, PR).

Resumos expandidos [da] XX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, Londrina, PR,
30 de junho e 1 de julho de 2025 – Londrina : Embrapa Soja, 2025.

PDF (153 p.) - (Eventos técnicos & científicos / Embrapa Soja, ISSN 3085-9514; 5)

1. Soja. 2. Pesquisa agrícola. I. Título. II. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

Eficiência do controle biológico de lagartas em soja pulverizada com drone em diferentes velocidades de deslocamento

Emily Matsubara Medeiros⁽¹⁾, Rogério Scherlowski Filho⁽²⁾, Amanda Rodrigues⁽³⁾, Nicoly Barros Ferreira⁽⁴⁾, Gabriela Bes⁽⁵⁾, Ana Júlia Tanko Ribeiro⁽⁶⁾, Nathalia Cuesta dos Santos⁽²⁾, Roberto Rocha Czech⁽⁷⁾, José Renato Bouças Farias⁽⁸⁾, Fernando Storniolo Adegas⁽⁸⁾, Rafael Moreira Soares⁽⁸⁾, Samuel Roggia⁽⁸⁾

⁽¹⁾ Estudante de Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso, bolsista de inovação Embrapa/FAPED, Cuiabá, MT. ⁽²⁾ Estudante de Agronomia, Universidade Norte do Paraná, bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR. ⁽³⁾ Bióloga, mestre, bolsista DTC-D/CNPq, Londrina, PR. ⁽⁴⁾ Engenheira-agrônoma, assistente de biotecnologia do Grupo Don Mario, Cambé, PR. ⁽⁵⁾ Engenheira-agrônoma, pesquisadora visitante da Kansas State University, Manhattan, KS, EUA. ⁽⁶⁾ Engenheira-agrônoma, estudante de mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR. ⁽⁷⁾ Engenheiro-agrônomo, diretor comercial da Megadrone Brasil, Campo Grande, MS. ⁽⁸⁾ Engenheiro-agrônomo, doutor, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* L.) é de extrema importância para a agricultura brasileira, sendo constantemente desafiada por pragas que podem comprometer sua produtividade. Entre essas pragas, destacam-se a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), as lagartas-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*, *Rachiplusia nu*) e espécies do gênero *Spodoptera*. O controle biológico, utilizando agentes como a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), tem se mostrado uma alternativa eficaz e ambientalmente sustentável para o manejo dessas pragas (Bobrowski et al., 2003).

Dentre os agentes de controle biológico disponíveis para lagartas, as bactérias têm sido o grupo mais promissor comercialmente em relação a outros agentes como vírus, fungos, parasitoides, predadores e nematoides, devido a características favoráveis para produção em larga escala, tempo de prateleira do produto formulado, armazenamento, transporte, bem como a possibilidade de aplicação em campo utilizando metodologias habituais aos agricultores, como a pulverização.

Porém a eficiência de controle de *B. thuringiensis* depende da correta tecnologia de aplicação utilizada. Esse agente de controle biológico

é adquirido pelas lagartas por ingestão. Assim, é necessário que a tecnologia de aplicação proporcione adequada deposição e distribuição do produto nas folhas das plantas, especialmente nas regiões mais internas do dossel, que, em particular, é o estrato da planta mais utilizado pela lagarta *C. includens* (Zulin, 2016), que habitualmente é mais tolerante à bactéria *B. thuringiensis* e demanda ingestão de maiores doses para seu controle (Sosa-Gómez; Omoto, 2012).

Em anos recentes tem aumentado a adoção da pulverização com drones, demandando estudos sobre o desempenho destes para a aplicação de agentes de controle biológico de pragas. Em estudo anterior, foi observada maior eficiência do controle biológico da lagarta *R. nu*, com baculovirus, proporcionado pela pulverização com drone em comparação à pulverização costal (Landgraf, 2022). Um dos fatores que podem influenciar na eficiência da pulverização com drones é o fluxo de ar descendente gerado pelas hélices, conhecido como “downwash”. Esse fluxo de ar pode afetar a penetração e a distribuição das gotas no dossel da soja, impactando diretamente na eficácia do controle biológico de lagartas (Lei et al., 2021). O fluxo de ar descendente pode ser influenciado por diferentes fatores, sendo um deles a velocidade de deslocamento do drone, que é um parâmetro determinante para o rendimento operacional.

Assim, foi conduzido um trabalho com objetivo de estudar a eficiência de controle biológico de lagartas em soja pela bactéria *B. thuringiensis* pulverizada com diferentes volumes de calda e velocidades de deslocamento do drone.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Soja, Londrina, PR, em área cultivada com soja BRS 544RR, no estádio R5.1 (início da formação de grãos). Sobre infestação natural de lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), lagartas-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*, e *Rachiplusia nu*) e lagartas do gênero *Spodoptera*. Os tratamentos consistiram na combinação de dois volumes de calda (6 e 12 L/ha) e duas velocidades de deslocamento do drone (6 e 12 m/s). A calda utilizada foi preparada com 1 kg/ha do inseticida biológico Xentari® (54% de *B. thuringiensis* subespécie *aizawai* cepa ABTS-1857), associado a 2 mL/L do adjuvante Silwet* ECO. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições. Foram

utilizadas parcelas de 15 × 100 m, com área útil de 15 × 25 m na sua porção central, onde foi realizada a coleta de dados.

A pulverização foi realizada em 16/01/2024, utilizando um drone de pulverização agrícola da marca XAG, modelo P100 PRO, regulado para gerar espectro de gotas de 100 µm, altura de voo de 4,5 m e faixa de aplicação esperada de 8 m de largura. O sentido da aplicação foi norte-sul, com ângulo aproximado de 355°. Os dados ambientais foram obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Soja, localizada na latitude de 23°11'37" S, longitude 51°11'03" O e altitude 630 m, para o horário de cada pulverização realizada (Tabela 1).

Foi realizada amostragem de lagartas, pelo método de pano-de-batida, no dia anterior à pulverização e em três datas até 10 dias após. Devido à maior densidade populacional e maior frequência de ocorrência entre as parcelas, foram consideradas, para análise, apenas os dados relativos à densidade de lagartas grandes (>1,5cm) de lagarta-da-soja e do conjunto de espécies de lagartas-falsa-medideira. Estas últimas foram analisadas em conjunto pela dificuldade de separação em espécies em condições de campo. Os dados obtidos foram submetidos à análise exploratória para identificação e remoção de *outliers* pelo método *boxplot*. Em seguida os dados foram transformados, elevando-se cada valor ao expoente 0,1 ou 0,5, visando otimizar a homogeneidade das variâncias e atender ao pressuposto de distribuição normal dos dados, visando reduzir em módulo, a curtose e a assimetria dos dados, aproximando-as de zero. Em seguida, os dados transformados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Adicionalmente, foi calculada a eficiência de controle pela fórmula de Henderson e Tilton (1955).

Tabela 1. Parâmetros ambientais associados aos tratamentos estudados, compostos por diferentes velocidades de deslocamento do drone e volumes de calda de aplicação. Londrina, PR, safra agrícola 2023/2024.

Tratamentos			Parâmetros ambientais associados aos tratamentos ¹				Downwash - velocidade do fluxo de ar no dossel (m/s) ³
Velocidade do drone (m/s)	Volume de calda (L/ha)	Horário da pulverização	Velocidade do vento (m/s) ²	Direção do vento (°)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	
6	12	10h40	2,3 (4,3)	10	30,5	73,8	2,39 a
12	12	10h45	2,0 (4,0)	345	30,4	74,5	1,09 b
6	6	10h55	1,7 (4,0)	337	30,0	77,9	2,42 a
12	6	11h00	2,0 (4,3)	4	30,2	74,8	1,03 b
Média			2,0 (4,2)	354	30,3	75,3	1,73

¹ Dados obtidos da Estação Meteorológica da Embrapa Soja, para o dia 16/01/2024. ² Entre parênteses é apresentada a velocidade da rajada de vento. ³ Dados obtido a partir de anemômetros instalados horizontalmente no topo do dossel da soja, médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; coeficiente de variação: 0,27%; p-valor: <0,000.

Resultados e Discussão

O experimento foi instalado com densidade de 5,25 lagartas pequenas/pano e 5% de desfolha, abaixo do nível de ação de 20 lagartas pequenas/pano ou 15% de desfolha (Roggia et al., 2020). Porém com densidade de 4,75 lagartas grandes/pano próximo ao limite máximo de 5 lagartas grandes/pano, para o uso de inseticida microbiano. O percentual inicial de lagartas foi de 81% de lagarta-da-soja, 9% de lagartas-falsa-medideira e 10% de outras lagartas.

Após a pulverização houve redução da densidade da lagarta-da-soja na testemunha, de 3,38 para 1,50 e 3,13 lagartas/pano nas três avaliações realizadas até 10 dias. Para as lagartas-falsa-medideira a densidade que inicialmente foi de 0,88 lagartas/pano, oscilou entre 0,13 e 1,25 após a aplicação. Enquanto que na maior parte das parcelas pulverizadas houve redução populacional de ambas lagartas, indicando ação do produto biológico no controle destas, resultando em eficiência de controle de 39-95%, na média das três avaliações realizadas após a pulverização (Tabela 2). O que representa um bom desempenho, considerando que trata-se de um inseticida biológico aplicado sobre lagartas grandes, em condições de campo. As melho-

res eficiências de controle (85-95%) foram obtidas com a menor velocidade de deslocamento (6 m/s), independente do volume de calda. Nesta velocidade foi maior o efeito “downwash” (Tabela 1) o que deve proporcionar maior penetração da calda de pulverização no dossel da soja, o que é relevante em particular para a lagarta *C. includens*, que utiliza mais frequentemente o estrato médio das plantas de soja (Zulin, 2016).

Em particular para a lagarta-da-soja, nos tratamentos aplicados a 12 m/s, o aumento do volume de calda de 6 L/ha para 12 L/ha, aumentou a eficiência de controle de 39% para 71%. Esse resultado, indica que o maior volume de calda apresenta um cenário mais robusto, sendo menos influenciado pela velocidade de deslocamento. Por outro lado, para as lagartas-falsa-medideira, o aumento do volume de calda não resultou em melhorias na eficiência de controle no tratamento aplicado a 12 m/s, sendo a melhor eficiência (86%) observada com 6 L/ha. A variação da eficiência de controle entre as lagartas, em resposta a diferentes tecnologias de aplicação, pode estar relacionada à distribuição diferenciada das espécies no dossel da soja. É importante destacar que as condições de aplicação foram idênticas entre os tratamentos, quanto ao espectro de gotas, à altura de voo e aos parâmetros ambientais. Assim, assume-se que a penetração e distribuição espacial da calda de pulverização obtida em cada tratamento seja resultante das interações do volume de calda e do efeito “downwash”.

Tabela 2. Densidade populacional e eficiência de controle de lagartas em soja em resposta à aplicação de *B. thuringiensis*, pulverizado com drone em diferentes velocidades de deslocamento e volumes de cada. Londrina, PR, safra agrícola 2023/2024.

Tratamentos		Datas de amostragem em dias após a pulverização (DAP)								
Velocidade do drone (m/s)	Volume de calda (L/ha)	PRÉ	3 DAP	6 DAP	10 DAP	Média	3 DAP	6 DAP	10 DAP	Total
		Eficiência de controle (%)								
Densidade de lagartas grandes/pano										
Lagarta-da-soja (<i>A. gemmatilis</i>) ¹										
6	12	1,63 bc	0,13 b	0,00 b	0,25 bc	0,13	90	100	83	89
12	12	1,63 bc	0,50 b	0,25 b	0,25 bc	0,33	60	65	83	71
6	6	2,50 ab	0,13 b	0,50 ab	0,00 c	0,21	94	55	100	88
12	6	1,25 c	0,50 b	0,00 b	1,13 b	0,54	49	100	3	39
Testemunha		3,38 a	2,63 a	1,50 a	3,13 a	2,42	-	-	-	-
Coeficiente de variação (%)		20 % ¹	19 % ²	26 % ²	21 % ²	-	-	-	-	-
Lagartas-falsa-medideira (<i>C. includens</i> , <i>R. nu</i>) ²										
6	12	1,88 a	0,13 b	0,00 b	0,13 a	0,08	92	100	53	95
12	12	0,88 b	0,25 ab	0,13 b	0,38 a	0,25	67	90	-200	65
6	6	1,75 a	0,38 ab	0,25 b	0,00 a	0,21	75	90	100	85
12	6	1,13 ab	0,25 ab	0,13 b	0,00 a	0,13	74	92	100	86
Testemunha		0,88 b	0,75 a	1,25 a	0,13 a	0,71	-	-	-	-
Coeficiente de variação (%)		29 % ¹	79 % ³	24 % ²	24 % ²	-	-	-	-	-

¹ Dados transformados por (X)0,5. ² Dados transformados por (X+0,001)0,1. ³ Dados transformados por (X+0,001)0,5.

Estudos prévios indicam que a redução do volume de calda nem sempre compromete a eficácia no controle de pragas, desde que o espectro de gotas e a cobertura sejam adequados. Vaz et al. (2024), por exemplo, demonstraram que, mesmo em aplicações com menor volume de calda, a eficácia do controle das plantas daninhas *Bidens pilosa* e *Ipomoea triloba* foi mantida quando se utilizou um espectro de gotas apropriado. Camargo et al. (2020), estudando pulverização terrestre, demonstraram que a redução da velocidade de deslocamento aumenta o percentual de cobertura foliar no interior do dossel da soja e reduz a desfolha causada pela lagarta-falsa-medideira, *C. includens*. Esses autores, também observaram que o aumento do volume de calda/ha não melhora o desempenho de controle da lagarta *C. includens*.

No presente estudo, a menor velocidade de deslocamento do drone (6 m/s) proporcionou maior efeito “downwash” com velocidade do fluxo de ar no dossel da soja cerca de 2,3 vezes maior do que na maior velocidade do drone (12 m/s), o que indica um efeito inversamente proporcional entre a velocidade de deslocamento e a intensidade do “downwash” (Tabela 1). Estudos demonstram que o fluxo de ar descendente gerado pelos rotores de drones pode aumentar significativamente a penetração das gotas, especialmente em velocidades mais baixas de voo, favorecendo a cobertura foliar e a deposição em áreas mais protegidas do dossel (Feng et al., 2018; Lei et al., 2021).

A melhoria da penetração da calda de pulverização, da distribuição e da cobertura foliar, são particularmente relevantes para a aplicação da bactéria *B. thuringiensis* que precisa ser ingerida pelas lagartas ao consumirem as folhas, por não apresentar sistemicidade na planta e não atuar por contato direto (Bobrowski et al., 2003). Estes resultados podem ter aplicação para outras pulverizações fitossanitárias, com características similares de demanda de penetração de calda e cobertura.

Conclusão

A redução da velocidade de deslocamento do drone de pulverização aumenta a eficiência de *B. thuringiensis* no controle biológico da lagarta-da-soja e lagartas-falsa-medideira, em soja. O aumento do volume de calda de aplicação não proporciona aumento da eficiência de controle para todas as espécies de lagartas abordadas pelo estudo.

Referências

- BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 909-915, 2003.
- CAMARGO, L. C. M. de; GARCIA, D. de B.; SAAB, O. J. G. A.; PASINI, A.; SARTI, D. A.; DIAS, C. T. dos S. Insecticide application speed in the control of lepidopteran pests in soybean. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 72-80, 2020.
- FENG, T.; QI, L.; LIU, C. L.; JIN, B. K. Measurement of downwash velocity generated by rotors of agriculture drones. **INMATEH Agricultural Engineering**, v. 55, n. 2, p. 163-170, 2018.
- HENDERSON, C. F.; TILTON, E. W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v. 48, p.157-161, 1955.
- LANDGRAF, L. Drones são capazes de melhorar pulverização para controle de pragas da soja. **Embrapa Notícias**, 29 mar. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69239452/drones-sao-capazes-de-melhorar-pulverizacao-para-controle-de-pragas-da-soja>. Acesso em: 30 maio 2005.
- LEI, Y.; HUANG, Y.; WANG, H. Effects of wind disturbance on the aerodynamic performance of a quadrotor MAV during hovering. **Journal of Sensors**, v. 2021, 6681716, 2021. 13 p.
- ROGGIA, S.; BUENO, A. de F.; FERREIRA, B. S. C.; SÓSA-GOMEZ, D. R.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; HIROSE, E.; GAZZONI, D. L.; PITTA, R. M.; PEREIRA, P. R. V. da S.; OLIVEIRA, C. M. de; CARVALHO, L. F. T. de. Manejo integrado de pragas. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 197-226. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).
- SOSA-GÓMEZ, D. R.; OMOTO, C. Resistência a inseticidas e outros agentes de controle em artrópodes associados à cultura da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (ed.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 673-723.
- VAZ, V.; FERREIRA, G. A. de P.; FREITAS, F. C. L. de; PAIVA, M. C. G.; LEMOS, A. S.; SOUZA, W. M. de; FURTADO JÚNIOR, M. R.; CECON, P. R. Spray volume and droplet spectrum in the control of *Bidens pilosa* and *Ipomoea triloba* with the Fomesafen herbicide. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 28, n. 8, e282568, 2024.
- ZULIN, D. **Flutuação populacional e distribuição vertical de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja**. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.