

## DEPOSIÇÃO DE CALDA APLICADA COM AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA NA CULTURA DO MILHO

**JOÃO PAULO ARANTES RODRIGUES DA CUNHA<sup>1</sup>, MARIA ROSA ALFERES DA SILVA<sup>2</sup>, VINÍCIUS SOUZA SANTANA<sup>3</sup>, CLEYTON BATISTA DE ALVARENGA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrícola, Prof. Titular, Instituto de Ciências Agrárias/UFU, Uberlândia – MG, (34) 9 9270.7966, jpcunha@ufu.br

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrícola, Programa de Pós-graduação em Agronomia, ICIAG/UFU, Uberlândia - MG.

<sup>3</sup> Discente do curso de Agronomia, ICIAG/UFU, Uberlândia - MG.

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Professor, ICIAG/UFU, Monte Carmelo – MG.

Apresentado no

L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021

08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

**RESUMO:** O uso de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) tem crescido muito na pulverização agrícola em todo o mundo, no entanto, em virtude de ser algo recente faltam dados de pesquisa que auxiliem os usuários na tomada de decisões mais assertivas. O presente trabalho objetivou avaliar a deposição de calda na cultura do milho, promovida pela aplicação utilizando uma RPA DJI AGRAS MG-1, em duas alturas de voo, em comparação à aplicação com pulverizador costal. As pulverizações foram realizadas em um cultivo de milho em estágio fenológico V5-V6, em plantas com 0,60 m de altura. O experimento constou de 3 tratamentos e 8 repetições, sendo aplicação com RPA, voando a 1,5 e 3,0 m de altura, e com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>. A taxa de aplicação foi de 10 L ha<sup>-1</sup> para a RPA e 115 L ha<sup>-1</sup> para o costal. Empregaram-se pontas de jato plano em todos os tratamentos. Foi avaliada a deposição de traçador no dossel do milho, por meio da detecção por espectrofotometria. A aplicação empregando RPA, a 1,5 m de altura, proporcionou deposição de traçador semelhante à realizada com o costal. O aumento da altura de voo para 3,0 m promoveu redução na deposição.

**PALAVRAS-CHAVE:** drone pulverizador, tecnologia de aplicação, *Zea mays*.

## SPRAY DEPOSITION FROM A REMOTELY PILOTED AIRCRAFT ON THE CORN CROP

**ABSTRACT:** The use of remotely piloted aircraft (RPA) has grown in agricultural spraying around the world, but there is a lack of research data to assist users in making more assertive decisions due to its recent nature. This study aimed to evaluate spray deposition in corn using an RPA DJI AGRAS-MG-1 at two application heights compared to the application using a knapsack sprayer. Sprayings were carried out in the corn crop at the phenological stage V5–V6. The experiment consisted of three treatments and eight replications, applied with an RPA at heights of 1.5 and 3.0 m and a CO<sub>2</sub>-pressurized knapsack sprayer. The application rate was 10 L ha<sup>-1</sup> for RPA and 115 L ha<sup>-1</sup> for the knapsack sprayer. Flat fan spray tips were used for all treatments. Tracer deposition in the corn canopy was evaluated using spectrophotometric detection. Application using RPA at the height of 1.5 m provided tracer deposition on corn leaves similar to that carried out with the knapsack sprayer. The increase in application height to 3.0 m promoted a reduction in the deposition.

**KEYWORDS:** application technology, sprayer drone, *Zea mays*.

**INTRODUÇÃO:** O milho (*Zea mays L.*) é um dos principais cereais produzidos no mundo. Durante o seu cultivo, muitas vezes é necessária a aplicação de produtos fitossanitários, para garantir a manutenção do potencial produtivo e a qualidade do produto colhido. Em geral, essas

aplicações são feitas por equipamentos terrestres ou por aeronaves tripuladas. No entanto, uma nova tecnologia vem crescendo muito no mundo: o uso de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) para pulverização (MARTINEZ-GUENTHER et al., 2020). Muito tem-se falado nesta possibilidade, mas poucos são os dados de pesquisa disponíveis, principalmente no Brasil. Uma das principais características deste tipo de aplicação é o uso de menores taxas de aplicação. Isso aumenta a autonomia e a capacidade operacional. Essa redução requer, no entanto, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo. Outros fatores também interferem na qualidade deste tipo de aplicação. Dentre eles, destacam-se altura e velocidade de voo. De forma geral, as aplicações têm sido realizadas entre 1,0 e 3,0 m de altura e 1,0 e 7,0 m s<sup>-1</sup> de velocidade, como pode ser observado nos trabalhos desenvolvidos por Liao et al. (2019) e Chen et al. (2020). O presente trabalho teve como objetivo avaliar a deposição de calda na cultura do milho promovida pela aplicação utilizando uma RPA, em duas alturas de voo, em comparação à aplicação com pulverizador costal.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado em uma área comercial de produção de grãos, na safra de verão 2020/2021, localizada em Araguari (Minas Gerais, Brasil), coordenadas 18°43'28,2"S e 47°59'52,2"O, com altitude média de 973 m e topografia plana. O híbrido de milho utilizado foi o AG8480, semeado com o espaçamento entre linhas de 0,45 m e 2,8 plantas por metro. As aplicações foram realizadas quando o milho estava em estágio fenológico V5-V6, com as plantas com cerca de 0,60 m de altura. As parcelas experimentais foram constituídas de 50 m de comprimento e 10 m de largura, com parcela útil de 30 m de comprimento e 6 m de largura, sendo o restante considerado bordadura. O experimento constou de 3 tratamentos (Tabela 1) e 8 repetições, sendo aplicação com RPA voando a 1,5 e 3,0 m de altura e aplicação com pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>. Foi avaliada a deposição de traçador no dossel do milho.

TABELA 1. Descrição dos tratamentos empregados.

| Tratamento | Equipamento*    | Ponta                | Velocidade (km h <sup>-1</sup> ) | Taxa de aplicação (L ha <sup>-1</sup> ) |
|------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|---|
| 1          | RPA             | Jato plano XR 11001  | 21,8                             | 10                                      |
| 2          | RPA             | Jato plano XR 11001  | 21,8                             | 10                                      |
| 3          | CO <sub>2</sub> | Jato plano XR 110015 | 5,0                              | 115                                     |

\*RPA: aeronave remotamente pilotada, CO<sub>2</sub>: pulverizador costal de pressão constante.

Foi utilizado uma RPA octacóptero AGRAS MG-1 (DJI, China), com depósito de calda de 10 L e 4 bicos de pulverização (Figura 1). A altura dos bicos de pulverização em relação à cultura foi de 1,5 e 3,0 m. A taxa de aplicação e a velocidade de deslocamento foram de 10 L ha<sup>-1</sup> e 21,8 km h<sup>-1</sup>. A faixa de deposição foi de 5 m, sendo a faixa recomendada pelo fabricante de 4 a 6 m. Foram empregadas pontas de pulverização de jato plano XR 11001 (Teejet, EUA), com espectro de gotas muito finas, de acordo com o fabricante, trabalhando a aproximadamente 400 kPa de pressão. Essas são as pontas que vem originalmente de fábrica com o equipamento.



FIGURA 1. Aeronave remotamente pilotada empregada nos ensaios.

Empregou-se também um pulverizador costal a pressão constante ( $\text{CO}_2$ ), dotado de uma barra de pulverização com 4 pontas XR 110015 (Teejet, EUA), com espectro de gotas finas, espaçadas de 0,5 m. A velocidade de trabalho foi de  $5 \text{ km h}^{-1}$ , a altura em relação à cultura foi de 0,5 m, a pressão de trabalho foi de 200 kPa e a taxa de aplicação foi de  $115 \text{ L ha}^{-1}$ .

Durante as aplicações, foram monitoradas as condições de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, utilizando o equipamento termo-higro-anemômetro digital 4000 (Kestrel, EUA). A temperatura variou de 28 a  $29^\circ\text{C}$ , a umidade relativa de 55% a 57% e a velocidade do vento de 4 a  $7 \text{ km h}^{-1}$ . As caldas foram compostas pelos inseticidas triflumuron (Certero, Bayer, Brasil), na dose de  $0,1 \text{ L ha}^{-1}$ , e indoxacarbe (Avatar, FMC, Brasil), na dose de  $0,4 \text{ L ha}^{-1}$ , e pelo adjuvante éster metílico de óleo de soja (Áureo, Bayer, Brasil), na concentração de 0,5% v/v. Para a avaliação da deposição de calda no dossel do milho, adicionou-se à calda de aplicação um traçador composto do corante alimentício Azul Brilhante, na dose fixa de  $300 \text{ g ha}^{-1}$  para ser detectado por absorvância em espectrofotometria. A detecção foi feita por absorvância em  $630 \text{ nm}$ . Após a pulverização, foram marcadas 3 plantas ao acaso em cada repetição e, em cada planta, foi coletada uma folha no terço médio. As folhas foram, então, colocadas em sacos plásticos. Em laboratório, adicionaram-se 100 mL de água destilada em cada saco plástico. Os mesmos foram fechados e agitados por 5 min em agitador pendular TE-240 (Tecnal, Brasil) a 250 rpm para a extração do traçador presente nas amostras. Em seguida, o líquido foi retirado e transferido para copos plásticos, para posterior leitura de absorvância no espectrofotômetro. A área das folhas foi medida com um medidor de área foliar Licor LI 3100C (Lincoln, USA). Através de curva de calibração, originada por meio de soluções-padrão do traçador, os dados de absorvância foram transformados em concentração ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). De posse da concentração inicial da calda e do volume de diluição das amostras, determinou-se a massa de corante retida nas folhas de milho coletadas nas parcelas. O depósito total foi dividido pela área foliar de cada amostra, para obter-se a quantidade em  $\mu\text{g}$  de traçador por  $\text{cm}^2$  de área foliar. Os dados de deposição foram comparados pelo método estatístico "Intervalo de Confiança para Diferenças entre as Médias" com grau de confiança de 95% ( $\text{IC}_{95\%}$ ).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise de deposição empregando o traçador demonstra que a RPA voando a 1,5 m promoveu deposição semelhante ao pulverizador costal (Figura 2). No entanto, o aumento da altura de voo resultou em menor deposição. Maiores alturas de lançamento aumentam o tempo no qual as gotas estão sujeitas ao arraste provocado pelo vento, o que provavelmente deve ter levado a ocorrência mais acentuada do fenômeno da deriva e, por conseguinte, menor chegada de produto no alvo. Para Wang et al. (2020), a altura de lançamento da gota também influencia sua evaporação, em função de se deslocar de 1,5 a 4,0 m até alcançar o alvo. Contudo, outros fatores podem interferir no lançamento das gotas, como o vento lateral e a rota de voo.

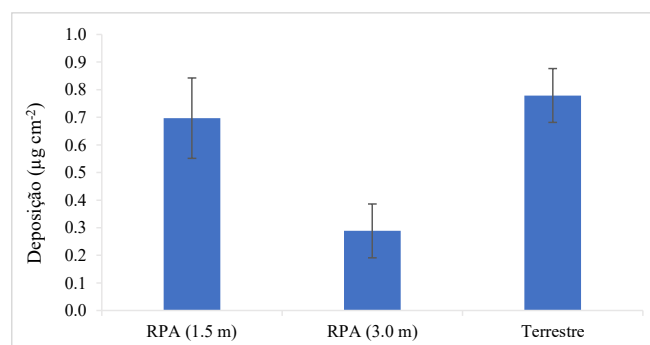


FIGURA 2. Deposição de traçador em folhas de milho após aplicação com RPA, voando a 1,5 e 3,0 m de altura, e pulverizador terrestre costal. As linhas verticais indicam o intervalo de confiança a 95%.

É fundamental encontrar um equilíbrio entre a altura e a velocidade de voo para se obter uma aplicação satisfatória. Tang et al. (2018) estudaram o efeito da altura de voo na qualidade de aplicação com uma RPA em citrus e concluíram que a distância de 1,2 m em relação ao alvo proporcionou boa distribuição de calda ao longo do dossel. O aumento na altura de voo reduz o efeito do fluxo de ar que projeta as gotas na direção do alvo, alterando a deposição das gotas no dossel das plantas (AHMAD et al., 2020). Qin et al. (2016) verificaram que uma RPA operando a 1,5 m de altura e 5 m s<sup>-1</sup> também produziram uma distribuição uniforme de gotas em plantas de arroz, resultando em um controle de insetos superior ao encontrado com a aplicação terrestre. Os autores atribuíram os bons resultados com essa configuração ao efeito do fluxo de ar promovido pelas hélices da aeronave.

**CONCLUSÕES:** A aplicação empregando RPA, a 1,5 m de altura, proporcionou deposição de traçador na folhagem do milho semelhante à realizada com pulverizador terrestre costal. O aumento da altura para 3,0 m promoveu redução na deposição.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq e à Fapemig, pelo apoio concedido.

#### **REFERÊNCIAS:**

- AHMAD, F.; QIU, B.; DONG, X.; MA, J.; HUANG, X.; AHMED, S.; CHANDIO, F.A. Effect of operational parameters of UAV sprayer on spray deposition pattern in target and off-target zones during outer field weed control application. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 172, 105350, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105350>
- CHEN, P.; LAN, Y.; HUANG, X.; QI, H.; WANG, G.; WANG, J.; WANG, L.; XIAO, H. Droplet deposition and control of planthoppers of different nozzles in two-stage rice with a quadrotor unmanned aerial vehicle. **Agronomy**, v. 10, n. 2, 10020303, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/agronomy10020303>
- LIAO, J.; ZANG, Y.; LUO, X.; ZHOU, Z.; LAN, Y.; ZANG, Y.; GU, X.; XU, W.; HEWITT, A. Optimization of variables for maximizing efficacy and efficiency in aerial spray application to cotton using unmanned aerial systems. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 12, n. 2, p. 10-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20191202.4288>
- MARTINEZ-GUANTER, J.; AGÜERA, P.; AGÜERA, J.; PEREZ-RUIZ, M. Spray and economics assessment of a UAV-based ultra-low-volume application in olive and citrus orchards. **Precision Agriculture**, v. 21, p. 226-234, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09665-7>
- QIN, W. C.; QIU, B.J.; XUE, X. Y.; CHEN, C.; XU, Z. F.; ZHOU, Q. Q. Droplet deposition and control effect of insecticides sprayed with an unmanned aerial vehicle against plant hoppers. **Crop Protection**, v.85, p 79–88, 2016 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.03.018>.
- TANG, Y.; HOU, C. J.; LUO, S. M.; LIN, J.T.; YANG, L. Z.; HUANG, W. F. Effects of operation height and tree shape on droplet deposition in citrus trees using an unmanned aerial vehicle. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 148, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.026>
- WANG, Z.; LAN, L.; HE, X.; HERBST, A. Dynamic evaporation of droplet with adjuvants under different environment conditions. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 13, n. 2, p. 1-6, 2020. DOI: <http://doi.org/10.25165/j.ijabe.20201302.5353>