



## QUALIDADE DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA ENTRE PULVERIZADOR TERRESTRE E DRONE NA CULTURA DA SOJA

Luiz Gustavo Saldanha Gabriel<sup>1</sup>, Thiago Mino Barbosa<sup>2</sup>, Sálvio Napoleão Soares Arcoverde<sup>3</sup>, Jackeline Matos do Nascimento<sup>4</sup>, Mateus Luiz Secretti<sup>5</sup>

1. Fundação MS, e-mail: [l.saldanha2001@outlook.com](mailto:l.saldanha2001@outlook.com), 2. e-mail: [thiagobabosa635484@gmail.com](mailto:thiagobabosa635484@gmail.com), 3. Centro Universitário da Grande Dourados, e-mail: [salvionapoleao@gmail.com](mailto:salvionapoleao@gmail.com), 4. MS ENGENHARIA DE APLICAÇÃO, e-mail: [jackeline\\_ms@yahoo.com.br](mailto:jackeline_ms@yahoo.com.br), 5. Centro Universitário da Grande Dourados, e-mail: [mateus.secretti@unigran.br](mailto:mateus.secretti@unigran.br)

**RESUMO** - A tecnologia de aplicação é a utilização dos conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de aplicação de fungicida entre o Pulverizador Terrestre e o Drone nos três terços na planta de soja. Utilizou-se para as aplicações o drone Agras T20 P e o Uniport Jacto 2500, equipado com bico rotativo (drone) e ponta de pulverização ART 80° cone vazio. O ensaio foi conduzido em blocos casualizados em arranjo fatorial 3x3, com três taxas de aplicação (20, 80 e 100) e três terços da cultura da soja (superior, médio e inferior) que se encontrava no estádio R6. Foram utilizados papéis hidrossensíveis para avaliar a distribuição da pulverização. Efetuadas as aplicações os dados climáticos foram medidos e armazenados, posteriormente os papéis colhidos foram escaneados pelo DopScope. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando as diferentes posições da planta, e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ocorreu uma homogeneidade em relação aos terços da planta na área coberta, no DMN, na amplitude, no DV 0,1, no volume, no potencial, no DMV, no DV 0,9. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, a via de aplicação Drone se sobressaiu pelo fato de não conter amassamento na área aplicada.

**Palavras-chave:** Densidade de gotas. Papel Hidrossensível. Dji Agras.

**ABSTRACT** - Application technology involves the use of scientific knowledge to ensure the accurate placement of biologically active products on the target. This study aimed to evaluate the fungicide application quality between a Ground Sprayer and a Drone in three canopy levels of soybean plants. The applications were performed using an Agras T20 P drone and a Uniport Jacto 2500 ground sprayer, equipped with a rotary nozzle (drone) and an ART 80° hollow cone nozzle (ground sprayer). The experiment was conducted in a randomized block design with a 3x3 factorial arrangement, considering three application rates (20, 80, and 100 L ha<sup>-1</sup>) and three canopy levels (upper, middle, and lower) of soybean plants at the R6 growth stage. Water-sensitive papers were used to assess spray deposition and distribution. After



application, meteorological data were recorded, and the collected water-sensitive papers were scanned using a DopScope system. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), considering the different plant positions, and means were compared using Tukey's test at a 5% significance level. The results showed homogeneity among the plant canopy levels concerning the covered area, droplet density (DMN), span,  $DV_{0.1}$ , volume, potential, volumetric median diameter (DMV), and  $DV_{0.9}$ . No significant differences were observed between treatments; however, the drone application method demonstrated an advantage by eliminating crop trampling in the treated area .

**Keywords:** Droplet Density. Water-Sensitive Paper. Dji Agras.

## INTRODUÇÃO

Entre as décadas de 1970 e 1990 o agronegócio brasileiro teve um grande incentivo com o desenvolvimento da ciência e tecnologia, possibilitando a utilização de regiões antes consideradas impróprias para a agropecuária. O Brasil passou a ser visto como protagonista na agricultura tropical, aumentando assim a sua competitividade perante o mercado internacional (FERREIRA et al., 2022).

O sucesso do agronegócio foi tão significativo, que o Brasil passou de país importador de produtos agropecuários na década de 1970, para estar no ranking como um dos maiores produtores de alimentos do mundo (MONTROYA; FINAMORE, 2020).

A tecnologia de aplicação de defensivos tem fornecido subsídios para melhoria das aplicações e obtenção de melhor rendimento nos processos de pulverização, para isso, utiliza-se geralmente de máquinas agrícolas denominadas de pulverizador, que é todo equipamento capaz de produzir gotas, em função de uma determinada pressão exercida sobre a calda. O pulverizador tem a função de levar o defensivo agrícola até o alvo, sendo de fundamental importância na eficácia de ação dos produtos fitossanitários (ANTUNIASSI et al., 2008).

A calibração adequada do pulverizador é o primeiro passo para garantir o sucesso da aplicação de agroquímicos, visto que é uma tarefa que determinará as melhores condições operacionais da máquina (GANDOLFO; OLIVEIRA, 2006). Para se obter uma aplicação de qualidade, Schlosser (2002) destaca que deve ser reunida a maior quantidade de dados sobre os quatro fatores envolvidos no processo de pulverização: máquina agrícola, alvo biológico, fatores climáticos e defensivos agrícolas. Para Langenakens e Pieters (1997), as boas condições de uso dos pulverizadores estão intimamente relacionadas à sua constante manutenção.

Para que haja sucesso na aplicação de produtos fitossanitários, é preciso atingir o alvo, e para se obter adequada cobertura da área pelo produto é necessário conhecer as características de deposição proporcionadas pelo equipamento, produto e forma de aplicação. (PERECIN et al., 1999).

A tecnologia de aplicação consiste da aplicação de um produto químico por um equipamento adequado, de maneira que o controle do alvo biológico (praga, fitopatógeno ou planta daninha) seja efetuado com eficiência, economia e segurança. Misturas de formulações, visando a economia da aplicação terão que ser mais cuidadosas, principalmente, nas características finais resultantes desta prática, cada vez mais difundida e usada atualmente. Sabe-se que uma aplicação deverá levar em consideração a eficiência do produto, seu comportamento em relação à cultura, ao homem e ao meio ambiente, mesmo que isto



implique maiores custos no equipamento de aplicação e treinamento do aplicador (SANTOS, 2002).

Por isso, o sucesso do controle de pragas, fitopatógenos e plantas daninhas depende muito da qualidade da aplicação do produto químico. O produto deve exercer a sua ação sobre o organismo que se deseja controlar e qualquer quantidade do produto químico que não atinja esse alvo não terá nenhuma eficácia e se constituirá em perda (CONCEIÇÃO; SANTIAGO, 2003).

Cada ponta de pulverização possui um padrão de distribuição característico, que determinará o seu espaçamento numa barra de pulverização. Por isso, o conhecimento da distribuição quantitativa da calda pulverizada é de grande importância (PERECIN et al., 1999).

Por outro lado, o uso de drones para pulverização agrícola é uma tecnologia emergente que pode se integrar a outros métodos de aplicação de produtos fitossanitários. Porém, apresenta características próprias como baixo volume de calda, pontas de baixa vazão, gotas mais finas, maior altura da barra e efeito do giro das hélices, que proporcionam uma pulverização diferenciada, em relação ao obtido com a pulverização terrestre (RAMOS et al., 2010).

A pulverização com drones auxilia complementando os outros métodos já utilizados, pulverizando áreas onde aeronaves ou pulverizadores terrestres não possuem alcance. De forma mais sustentável e ecológica é possível realizar em conjunto a outros drones captadores de imagens, pulverizar apenas regiões afetadas por pragas, assim reduzindo de maneira drástica o uso de produtos químicos nas plantações, o que protege o ambiente e o consumidor (CUNHA et al., 2010).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de aplicação entre o pulverizador terrestre e o drone nos três terços na planta de soja.

## **MATERIAIS E MÉTODO**

### **Local da pesquisa**

O experimento foi realizado no município de Maracaju – MS na unidade da Fundação MS nas coordenadas geográficas de (latitude: -21° 64' 31'', longitude: -55° 10' 95''), altitude de 384 m, cujo clima predominante do município é úmido a sub-úmido e precipitação pluviométrica anual entre 1500 a 1750 mm.

### **Procedimentos metodológicos**

A cultura instalada foi a soja (*Glycine max*) FIBRA IPRO cultivada no sistema de plantio direto com espaçamento de 50 cm entre linhas. Foram realizadas quatro aplicações de fungicidas no período de 35 dias após a emergência, 50 dias após a emergência, 65 dias após a emergência e 80 dias após a emergência, sendo todas as aplicações realizadas com o pulverizador Jacto modelo uniport 2500 Star com capacidade de 2500 litros de calda com ponta de pulverização cone amarelo ART 80. Utilizou-se também o Drone de aplicação da



DJI Agras T20P com capacidade de 20 litros de calda e possui sistema de pulverização com atomização dupla. O delineamento foi em blocos casualizados, seguindo o esquema fatorial 3 x 3, sendo três taxas de aplicação e três posições na planta de soja, com cinco repetições.

Nos três terços da planta- superior, médio e inferior – foram fixados papéis hidrossensíveis para a avaliação da qualidade das aplicações. Após as aplicações, os papéis foram escaneados com o DropeScope, para avaliação dos parâmetros de qualidade na aplicação, sendo eles o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), porcentagem de cobertura (%), diâmetro da mediana numérica (DMN), e densidade de gotas (número de gotas em cm<sup>2</sup>), bem como a diferença entre a produção de cada tratamento com o peso da colheita das parcelas.

### **Análise dos dados**

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, quando detectada significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância. utilizando-se o software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis climáticas no momento das aplicações em função das combinações dos fatores estudados (tratamentos), Tabela 1. Dessa forma, observou-se que as condições meteorológicas foram favoráveis à aplicação de fungicida, em concordância com os parâmetros indicados por Contiero et al. (2018) que são umidade acima de 60%, temperatura abaixo de 30°C e velocidade do vento abaixo de 6 km h<sup>-1</sup>. Estas condições são indispensáveis para realização de uma aplicação eficaz. No momento da aplicação, as condições climáticas foram favoráveis (Tabela 1). Aplicações com gotas finas e a utilização de volumes foi de acordo com os tratamentos onde foi respeitado, rigorosamente, as condições climáticas; por isso, os períodos ideais para a realização das atividades são pela manhã, que apresentam climas mais amenos.

**Tabela 1.** Condições meteorológicas no momento da aplicação de cada taxa de aplicação

Via de Aplicação	Taxa de Aplicação	Umidade relativa	Temperatura média	Velocidade do vento
Uniport	100 Litros	61%	28,7°C	4,3km/h
Uniport	80 Litros	58%	28,7°C	4,3km/h
Drone	20 Litros	57%	29°C	4,3 km/h

Na Tabela 2 estão os resultados de porcentagem de área coberta (% cobertura) e diâmetro da mediana numérica (DMN), onde não foram detectadas interações entre terços da planta e taxa de aplicação.



**Tabela 2.** Porcentagem de área coberta e Diâmetro da mediana numérica (DMN) em três posições na planta nas três taxas de aplicação

	Área coberta %	DMN
Terços da planta		
Superior	7,2 A	100,2 A
Médio	1,5 B	77,1 A
Inferior	1,3 B	68,8 AB
Taxa de Aplicação		
20 Litros	1,1 C	68,7 A
80 Litros	3,4 B	89,5 A
100 Litros	5,6 A	87,8 A
CV %	17,35	34,4%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Independente da taxa de aplicação, a porcentagem de área coberta foi a mesma, assim como a distribuição de calda nos terços das plantas. A aplicação de baixos volumes de calda e redução do diâmetro de gotas propiciam maiores capacidades de coberturas, atingindo diferentes partes do alvo com maior facilidade (CUNHA et al., 2010).

Não foram observadas diferenças nas taxas de aplicações, somente alteridade no terço superior que se destaca como resultado pouco expressivo, com relação ao diâmetro da mediana numérica (DMN), que corresponde ao tamanho da gota dentro do espectro de pulverização que divide as gotas totais em duas quantidades iguais de gotas, metade do número de gotas tem diâmetro superior ao DMN e metade inferior ao DMN (DRESCHER, 2012), pode-se inferir que para as duas variáveis analisadas a distribuição de caldas nos terços das plantas foi homogênea.

É possível inferir, com base nos resultados de DMN que um possível aumento na taxa de aplicação e a redução do tamanho de gotas, teoricamente promovem melhoria no nível de cobertura, em função do maior número de gotas pulverizadas sobre o alvo. No entanto, gotas com diâmetros pequenos (<100) são susceptíveis à ação de fatores climáticos, podendo sofrer deriva e evaporação ao longo de seu deslocamento até o alvo, não atingindo muito vezes o objetivo (CUNHA; BUENO; FERREIRA, 2010).

Na Tabela 3 estão os resultados da aplicação referentes a amplitude, a qual define a homogeneidade do diâmetro das gotas de pulverização, assim quanto menor for mais homogêneo são as gotas da aplicação. Para DV 0,1 referente a 10% de gotas menores e 90% de gotas maiores (DRESCHER, 2015), não houve interação nos terços da planta, e também não apresentou diferença nas taxas aplicadas.



**Tabela 3.** Amplitude e diâmetro acumulado de 10% do volume de gotas aplicado (DV0,1) nas tres taxas de aplicação e três terços

	Amplitude	DV0_1
Terços da planta		
Superior	2,00 A	128,4 A
Médio	1,26 AB	140,6 A
Inferior	1,10 B	109,3 A
Taxa de Aplicação		
20 Litros	1,10 B	103,7 A
80 Litros	1,30 AB	126,4 A
100 Litros	2,00 A	148,2 A
CV%	69,4%	65,6%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na amplitude embora não detectada diferença os terços da planta, houve diferença entre as taxas de aplicações, onde foi averiguado maior amplitude na taxa de 100 litros quando comparado com as demais.

A AR expressa à uniformidade do conjunto de gotas ou o espectro de variação do tamanho das gotas. Quanto maior o valor da AR maior é a faixa de tamanho das gotas pulverizadas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa que tende a zero (CUNHA & PERES, 2010). Os resultados obtidos para AR mostram que houve homogeneidade do espectro de gotas no experimento, pois segundo Cunha et al. (2010) quanto menor o valor de AR (tendendo a zero) mais homogêneo será o espectro de gotas formado. De acordo com Cunha & Peres (2010), quanto maior a AR, mais desorganizadas ficam as gotas, um espectro de gotas homogêneas tem uma amplitude que tende a zero. Viana et al. (2010) investigaram o mesmo comportamento em relação à distribuição volumétrica de cônicas de baixa deriva.

A variação entre os diâmetros das gotas de uma pulverização é denominada de espectro de gotas (EG). O espectro de gotas varia em razão de alguns aspectos onde a variação entre os diâmetros das gotas de uma pulverização é denominada espectro de gotas. (DRESHER, 2012).

Houve homogeneidade na aplicação para as gotas cujo diâmetro acumula 10% do volume aplicado (DV01), pois não foram detectadas diferenças entre os terços da planta. Conforme Cunha, Bueno & Ferreira (2010), quando os valores para DMV( $\mu$ ) e DMN estão muito próximos em volume, o que confirma uma boa uniformidade no espectro de gotas.

Na Tabela 4 estão os resultados da aplicação realizada nos respectivos terços da planta quanto ao volume de gotas  $\text{cm}^{-2}$  ( $\text{L ha}^{-1}$ ) e potencial de risco de deriva onde foi detectada interação significativa das aplicações realizadas na cultura da soja, não se diferiu nos terços da planta.



**Tabela 4.** Volume de aplicação ( $L\ ha^{-1}$ ) e potencial perda por deriva com relação a taxa de aplicação e os terços das plantas de soja

	Volume	Potencial
Terços da planta		
Superior	356 A	10,67 A
Médio	179 A	8,60 A
Inferior	126 A	14,71 A
CV%	47,45 %	28,99%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

No volume não houve diferenciação nos terços da planta. O volume de aplicação é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação, sendo que a sua escolha depende do tipo e cobertura do alvo a ser controlado, do modo de ação, da técnica utilizada para controle fitossanitário, dentre outros fatores. Os parâmetros volume de aplicação e classe gota estão estritamente ligados à melhor cobertura da planta. Quando tentado o aumento na velocidade de aplicação e redução no volume de aplicação por hectare, a redução no tamanho das gotas é uma estratégia que a busca por ganhos de desempenho de aplicação, tendo levado à redução do volume de aplicação por hectare e à redução no diâmetro das gotas (CUNHA et al. 2010).

No potencial de perda por deriva não houve diferença entre os terços da planta. De acordo com Drescher (2012) ressalta que, em toda pulverização, certa quantidade de líquido aplicado deixa de atingir o alvo em razão de inúmeros fatores decorrentes da própria pulverização ou de fenômenos atmosféricos.

A ponta de cone vazio gera gotas de menor diâmetro, e com o movimento rotacional do jato, penetram mais facilmente no dossel da planta, apresentando melhor deposição sobre o alvo. Entretanto, esse tipo de ponta tem maiores risco de perdas por deriva (CUNHA et al., 2008).

Uma aplicação com maior altura de voo resulta em pulverização com maior potencial de deriva das gotas, enquanto menores alturas de voo (abaixo de 1,0 m) podem gerar uma má deposição das gotas, pois estas são influenciadas pelo forte vento descendente proveniente dos rotores, e isto dificulta a adesão das gotas (TANG et al., 2017; YANG et al., 2018).

Na Tabela 5 estão os resultados do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e diâmetro acumulado de 90% do volume de gotas aplicado (DV0,9), onde não se diferiram entre os terços da planta.



**Tabela 5.** Diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e diâmetro de gota acumulado 90% (DV0,9) na planta em tres taxas de aplicação e três terços

	DMV	DV0_9
Terços da planta		
Superior	267,3 A	712,9 A
Médio	318,3 A	508,5 AB
Inferior	218,0 A	335,7 B
Taxa de Aplicação		
20 Litros	191,0 A	311,2 B
80 Litros	247,2 A	474,1 B
100 Litros	365,4 A	771,7 A
CV%	88,2%	20,02%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao DMV, nos terços da planta e nas taxas de aplicação não se diferem. As gotas precisam ter DMV suficiente para propiciar boa cobertura e depositar quantidade suficiente de ingrediente ativo sem evaporar muito rápido. No mesmo sentido, Viana et al. (2010) afirmam que o tamanho das gotas afeta o volume da pulverização e a concentração de produtos químicos depositados no alvo.

Em situações que necessitam de boa cobertura e penetração do produto no alvo, devesse utilizar pontas que produzam gotas de menor tamanho. Assim sendo, gotas maiores, por mais que diminuam o risco de perdas por deriva, devido à resistência dessas gotas a serem carregadas pelo vento ou evaporadas, não resultam em uma boa aplicação de produtos de ação de contato (ANTUNIASSI et al., 2008).

Drescher (2012) afirma que diâmetro da mediana volumétrica (DMV) é o tamanho da gota é o que divide a quantidade aplicada em duas partes iguais, portanto metade do volume espalhado é menor que a DMV e a outra metade com gotas maiores que a DMV.

O maior resultado detectado no DV 0,9 foi quando a aplicação foi realizada com taxa de 100 litros, porém nenhuma taxa e nenhum terço da planta se diferiram estatisticamente. Diâmetro de 0,9 do volume do líquido pulverizado é a formação das gotas de tamanho bem menor que o valor de 90% (BUENO et al., 2013).

Na Tabela 6 estão os resultados das gotas maiores e as menores onde não obteve diferença nos terços da planta.

**Tabela 7.** Maior e menor gota aplicada na planta em tres taxas de aplicação e três terços



	MAIOR	MENOR
Terços da planta		
Superior	493,19 A	37,49 A
Médio	467,78 A	38,46 A
Inferior	494,44 A	37,39 A
Taxa de Aplicação		
20Litros	503,78 A	41,55 A
80 Litros	449,04 A	42,38 A
100 Litros	425,56 A	25,64 B
CV%	18,36%	3,57%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na maior gota não foi constatada nenhuma diferenciação estatística nas três partes do terço da planta e nas três taxas de aplicação.

Estudando as propriedades físico-químicas de caldas de pulverização com alguns adjuvantes, comentam que, em geral, a elevação da viscosidade da calda com adjuvantes está associada à geração de gotas de pulverização maiores e, portanto, com efeito no potencial de deriva de uma aplicação. No entanto, não está definida a magnitude da elevação necessária para o aumento do diâmetro das gotas (CUNHA; ALVES, 2009).

Já na menor gota não houve diferenciação nos terços da planta, mas teve uma pequena diferença na taxa de aplicação, onde o tratamento de 100 litros foi inferior aos demais. A temperatura tem influência na deriva na medida em que altas temperaturas tendem a provocar maior evaporação das gotas, reduzindo seu peso e tamanho, a partir daí (redução do tamanho de gotas), a tendência de deriva aumenta. Assim, quanto maior a temperatura e menor a umidade relativa do ar, maior a tendência de deriva. Sob condições de umidade relativa abaixo de 50%, as aplicações aéreas não são indicadas (DRESCHER, 2012).

Na Tabela 7 estão os resultados da quantidade de gotas e a densidade, onde houve diferença nos terços da planta e não obteve diferença nas alturas de voo.



**Tabela 7.** Quantidade de gotas e densidade na planta em três taxas de aplicação e três terços

	QUANTIDADE	DENSIDADE
Terços da planta		
Superior	376,12 A	23,64 A
Médio	224,87 AB	14,27 AB
Inferior	181,50 B	11,50 B
Taxa de Aplicação		
20 Litros	256,33 A	16,15 A
80 Litros	428,25 A	27,47 A
100 Litros	180,83 A	11,37 A
CV%	39,72%	37,15%

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Na quantidade houve uma diferença nos terços da planta entre o superior (que foi o melhor) e o inferior (que foi o menor), não houve diferença entre nenhuma taxa de aplicação. A quantidade de gotas por unidade de superfície, a densidade de gotas é considerada alta quando resultar numa quantidade superior do que vinte gotas por  $\text{cm}^{-2}$ , ou baixa quando a quantidade for inferior do que vinte gotas por  $\text{cm}^{-2}$ . Para a determinação da quantidade de gotas, normalmente, utiliza-se os papéis sensíveis a água ou óleo, disponíveis no mercado (DRESCHER, 2012).

Segundo Chaim (2009) idealmente 70 gotas por  $\text{cm}^{-2}$  para controle de doenças, 20 a 30 gotas por  $\text{cm}^{-2}$  para herbicida de pré-emergência para controle de ervas daninhas, 30 a 40 gotas por  $\text{cm}^{-2}$  para herbicida de contato e para inseticidas, idealmente 20 a 30 gotas por  $\text{cm}^{-2}$ .

Na densidade nos terços da planta houve diferenciação do superior (foi o melhor) com o inferior (foi o mais baixo) e o médio igual ou aos dois. Nas taxas não teve nenhuma que se destacou, sendo a maior de 80 litros e as mais baixas são 20 e 100 litros. Em geral, gotas de menores diâmetros resultam em maior cobertura da planta, especialmente quando comparados ao nível inferior (SOUZA; CUNHA; PAVANIN, 2012).

Na Tabela 8 estão os resultados do coeficiente de variação nas três taxas de aplicação e nos três terços da planta, que houve interação e diferiram entre os terços e taxas de aplicações.

**Tabela 8.** Coeficiente de Variação (CV) em três taxas, de aplicação e três terços

Taxa de aplicação	CV (%)			
	Superior	Médio	Inferior	Média
20 Litros	61,45 A	67,43 AB	72,22 A	67,03 AB
80 Litros	57,25 B	73,54 A	67,44 AB	66,08 AB
100 Litros	70,69 A	81,04 A	59,59 B	70,44 A
Média	63,13 AB*-	74,00 A	66,42 AB	

Letras iguais maiúsculas na coluna, não diferem entre si para teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

No coeficiente de variação não diferiu estatisticamente no terço superior e no médio da planta em nenhuma das três taxas de aplicações, já no inferior o pior foi na taxa de 100 litros,



seguinte a de 80 litros e a foi a melhor taxa de 20 litros. Segundo Carvalho (2020) a uniformidade pode ser medida pelo Coeficiente de Variação (CV) das doses no campo, que é o parâmetro que se usa para a determinação da faixa útil de trabalho, com base na uniformidade da dose, na prática considera-se o CV de até 15% como ótimo para uma aplicação, e 20% como aceitável. Valores altos de coeficiente de variação resultam em falhas de aplicação, podendo causar as desuniformidades observadas, que na prática são chamadas de “faixas na lavoura”.

## CONCLUSÕES

Dentre as vias e taxas de aplicação, não houve diferença significativa entre tratamentos com base nos parâmetros de qualidade, ocorrendo homogeneidade em relação aos terços da planta na área coberta. Desse modo, a aplicação via Drone pode ser uma alternativa viável por não ocasionar amassamento da vegetação na área aplicada.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram que o trabalho não possui conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R. et al. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. p. 174-175.

AZEVEDO, F. R. de; FREIRE, F. das C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos**. Embrapa Agroindústria Tropical, p. 48, 2006. Acesso em: 18 set. 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 396 p.

BUENO, M. R. et al. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com Glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.

CARVALHO, B. R. **Drone para pulverização agrícola e de inseticidas**. In: III ENCONTRO DE DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS AGROINDUSTRIAIS, Uberaba, 29 e 30 nov. 2019.



CHAIM, A. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**. Brasília: Embrapa, 2009. Disponível em: [livimagens.sct.embrapa.br](http://livimagens.sct.embrapa.br). Acesso em: 14 set. 2024.

CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. Segurança no manuseio e na aplicação de produtos fitossanitários. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Produção integrada de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2003. p. 313-330. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426350/1/Dc102.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2025.

CUNHA, J. P. A. R.; PERES, T. C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

CUNHA, J.P.A.R.; BUENO, M.R.; FERREIRA, M.C. Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, v. 28, p. 1153-1158, 2010.

CUNHA, J.P.A.R. et al. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 28, n. 2, p. 283-291, 2008.

DRESCHER, M. **Manual de piloto agrícola**. São Paulo: Bianch, 2015. 292 p.

FERREIRA, A. A. A contribuição e relevância do Agronegócio para o Brasil. **Revista CEDS**, v. 2, n. 10, p. 1-21, 2022.

GANDOLFO, M. A.; OLIVEIRA, A. B. Aplicação de sucesso. **Cultivar Máquinas**, n. 53, p. 06-09, 2006.

LANGENAKENS, J.; PIETERS, M. A organização e os primeiros resultados da inspeção obrigatória de pulverizadores agrícolas na Bélgica. In: **ASPECTOS DA BIOLOGIA APLICADA – OTIMIZANDO A APLICAÇÃO DE PESTICIDAS**. Bélgica: Centro de Pesquisa Agrícola de Ghent, 1997. p. 233-240.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. **Revista Brasileira de Economia**, v. 74, n. 4, p. 441-464, 2020.

PERECIN, D. et al. Avaliação do desempenho de bicos para aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v. 17, n. 1, p. 83-94, 1999.

RAMOS, H. et al. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. São Paulo: ANDEF; COGAP, 2010. 50 p.

SANTOS, J. M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Instituto Biológico, 2002. 62 p.



SCHLOSSER, J. F. **Tecnologia de aplicação e uso de máquinas: uso de agroquímicos.** Santa Maria: UFSM, 2002. 21 p. (Caderno Didático, 5).

TANG, Q. et al. Droplets movement and deposition of an eight-rotor agricultural UAV in downwash flow field. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 10, n. 3, p. 47-56, 2017.

VIANA, R.G. et al. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

YANG, F. et al. Effect of downwash airflow in hover on droplet motion law for multi-rotor unmanned plant protection machine. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 34, n. 2, p. 64-73, 2018.