

**Avaliação de quatro volumes de calda usadas para aplicação de fungicidas na cultura da soja**<https://doi.org/10.47236/2594-7036.2025.v9.1697>Micael Peter Serafim<sup>1</sup>Sálvio Napoleão Soares Arcoverde<sup>2</sup>Jackeline Matos do Nascimento<sup>3</sup>Mateus Luiz Secretti<sup>4</sup>

Data de submissão: 7/4/2025. Data de aprovação: 7/7/2025. Data de publicação: 11/8/2025.



**Resumo** – A importância de reduzir o volume de aplicação de defensivos agrícolas e do uso de adjuvantes se faz necessária, pois, com isso, há diminuição dos custos de aplicação e há menor gasto de tempo operacional e impactos ambientais. Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da aplicação de fungicidas na cultura da soja utilizando diferentes volumes de calda, com e sem adjuvantes. O ensaio foi realizado na Fazenda Experimental do Centro Universitário da Grande Dourados. Para isso, foram utilizados diferentes volumes de aplicação (60 L ha<sup>-1</sup>, 80 L ha<sup>-1</sup>, 100 L ha<sup>-1</sup> e 120 L ha<sup>-1</sup>), combinados com e sem o uso de adjuvantes. Foram avaliados o diâmetro mediano numérico – DMN, o diâmetro mediano volumétrico – DMV, a porcentagem da área coberta, a amplitude relativa – AR, DV01 (µm) e DV09 (µm). Os resultados mostraram que o volume de 80 L ha<sup>-1</sup>, combinado com adjuvante, proporcionou a maior área coberta, sem diferenças significativas para os volumes maiores (100 L ha<sup>-1</sup> e 120 L ha<sup>-1</sup>). O volume de 100 L ha<sup>-1</sup> apresentou o maior valor de DMN, sugerindo a presença de gotas maiores. Não houve diferenças estatisticamente significativas na maioria dos parâmetros entre os tratamentos com e sem adjuvante. Conclui-se que a redução do volume de calda é viável na cultura da soja quando associada ao uso de adjuvantes. A adição de adjuvantes melhorou a cobertura e a deposição da calda, garantindo maior uniformidade nos terços superior, médio e inferior das plantas.



**Palavras-chave:** Adjuvante. Pulverização. Tecnologia de aplicação.



**Evaluation of Four Spray Volumes for Fungicide Application in Soybean Cropping**

**Abstract** – The importance of reducing the spray volume of agrochemical applications and using adjuvants lies in the potential to lower application costs, reduce operational time, and minimize environmental impacts. This study aimed to evaluate the quality of fungicide application in soybean crops using different spray volumes with and without adjuvants. The experiment was conducted at the experimental farm of the Centro Universitário da Grande Dourados, employing application volumes of 60, 80, 100, and 120 L ha<sup>-1</sup>, combined with or without the use of adjuvants. The following parameters were evaluated: numerical median diameter (NMD), volumetric median diameter (VMD), percentage of covered area, relative span (RS), DV01 (µm), and DV09 (µm). The results showed that the 80 L ha<sup>-1</sup> volume

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo pelo Centro Universitário da Grande Dourados. Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. [fmicaelpeterserafin@gmail.com](mailto:fmicaelpeterserafin@gmail.com)  <https://orcid.org/0009-0000-9026-4576>.

<sup>2</sup> Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados. Professor do Centro Universitário da Grande Dourados. Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. [salvionapoleao@gmail.com](mailto:salvionapoleao@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-0453-4566>  <https://lattes.cnpq.br/5716842708059701>.

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados. Engenheira Agrônoma da Empresa MS Engenharia de Aplicação. Bonito, Mato Grosso do Sul, Brasil. [jackeline\\_ms@yahoo.com.br](mailto:jackeline_ms@yahoo.com.br)  <https://orcid.org/0000-0003-2459-167X>  <https://lattes.cnpq.br/4771483696780767>.

<sup>4</sup> Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados. Professor do Centro Universitário da Grande Dourados. Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. [mateus.secretti@unigran.br](mailto:mateus.secretti@unigran.br)  <https://orcid.org/0000-0001-9538-4104>  <https://lattes.cnpq.br/012235023077441>.

combined with an adjuvant provided the highest covered area, with no significant differences compared to the higher volumes (100 and 120 L ha<sup>-1</sup>). The 100 L ha<sup>-1</sup> volume resulted in the highest NMD value, indicating the presence of larger droplets. No statistically significant differences were observed in most parameters between treatments with and without adjuvant. It is concluded that reducing spray volume is a viable strategy in soybean cultivation when combined with the use of adjuvants. The addition of adjuvants improved spray coverage and deposition, ensuring greater uniformity across the upper, middle, and lower thirds of the plant canopy.

**Keywords:** Adjuvant. Spraying. Application technology.

### **Evaluación de cuatro volúmenes de caldo utilizados para la aplicación de fungicidas en el cultivo de soya**

**Resumen** – La importancia de reducir el volumen de aplicación de productos fitosanitarios y de utilizar adyuvantes radica en la disminución de los costos de aplicación, el menor tiempo operativo y la reducción de los impactos ambientales. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad de la aplicación de fungicidas en el cultivo de soya utilizando diferentes volúmenes de caldo, con y sin adyuvantes. El experimento se llevó a cabo en la Finca Experimental del Centro Universitário da Grande Dourados, empleando volúmenes de aplicación de 60 L ha<sup>-1</sup>, 80 L ha<sup>-1</sup>, 100 L ha<sup>-1</sup> y 120 L ha<sup>-1</sup>, combinados con y sin el uso de adyuvantes. Se evaluaron los siguientes parámetros: diámetro mediano numérico – DMN, diámetro mediano volumétrico – DMV, porcentaje del área cubierta, amplitud relativa – AR, DV01 (µm) y DV09 (µm). Los resultados mostraron que el volumen de 80 L ha<sup>-1</sup>, combinado con adyuvante, proporcionó el mayor porcentaje de área cubierta, sin diferencias significativas en comparación con los volúmenes mayores (100 L ha<sup>-1</sup> y 120 L ha<sup>-1</sup>). El volumen de 100 L ha<sup>-1</sup> presentó el valor más alto de DMN, lo que sugiere la presencia de gotas más grandes. Se concluye que la reducción del volumen del caldo es una estrategia viable en el cultivo de soya cuando se asocia al uso de adyuvantes. La adición de adyuvantes mejoró la cobertura y la deposición del caldo, garantizando una mayor uniformidad en los tercios superior, medio e inferior de las plantas.

**Palabras clave:** Adyuvantes. Pulverización. Tecnología de aplicación.

### **Introdução**

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, desempenhando papel estratégico na economia nacional. Além de ser amplamente utilizada na alimentação humana e animal, seus grãos também funcionam como um ativo econômico para agricultores, cerealistas e corretores, podendo representar ganhos significativos para aqueles que compreendem a dinâmica do mercado da commodity (Conab, 2023).

Entretanto, o cultivo de soja está sujeito a diversos desafios fitossanitários, como a ocorrência de pragas e doenças, que comprometem diretamente a produtividade. O uso de produtos químicos pode ser considerado uma das etapas mais críticas na cadeia de produção da soja, pois exige um conjunto de conhecimentos e técnicas para garantir um controle eficiente e satisfatório. A tecnologia de aplicação é um conjunto de conhecimentos que integra informações sobre os produtos fitossanitários, suas formulações, adjuvantes, o processo de pulverização, os alvos e o meio ambiente, com o objetivo de alcançar uma aplicação precisa, segura e responsável, respeitando sempre as boas práticas agrícolas (Antoniassi, 2019).

O sucesso da aplicação de produtos fitossanitários é influenciado por vários fatores, incluindo a pressão com a qual será aplicada, as características da calda e do alvo, as condições ambientais e o tamanho de gota desejado. Esse tamanho de gota desejado está relacionado a uma boa escolha da ponta de pulverização, o que pode contribuir para proporcionar um espectro

de gotas homogêneo e prevenir, assim, a perda de produto por deriva ou escorrimento (Cunha; Reis; Santos, 2006). A escolha das pontas de pulverização é uma etapa crucial na tecnologia de aplicação, pois elas, nas inúmeras formas disponíveis no mercado, são responsáveis pela formação de gotas, que, quando combinadas com outros fatores, garantem que o produto atinja o objetivo e reduza perdas (Madureira; Raetano; Cavaliere, 2015).

Durante o processo de aplicação de agroquímicos, existem preocupações particulares quanto à eficiência da pulverização; dentre elas, pode-se mencionar a porcentagem de cobertura, que é a disposição das gotas de pulverização sobre a cultura (Nascimento *et al.*, 2023). Portanto, a eficiência da aplicação de defensivos pode ser definida, simplesmente, em termos de volume de defensivo atingindo a meta pretendida dividido pelo total aplicado (Massola *et al.*, 2018; Moraes *et al.*, 2019).

Quando fungicidas são aplicados à soja, as pontas que produzem gotas finas, como o jato plano padrão, são frequentemente usadas. Mas, devido ao seu espectro de gotas propiciar a deriva, tem-se tentado empregar pontas que produzem gotas maiores, como jato plano de pré-orifício, jato plano de indução de ar e jato plano duplo de indução de ar. No entanto, pode-se comprometer a cobertura das plantas, pois as gotas são maiores em tamanho (Tormen *et al.*, 2012); como resultado, o controle de doença será menos eficaz. Portanto, gotas pequenas são fáceis de transportar pelo ar, mas podem proporcionar maior cobertura do alvo, condição que é desejada principalmente quando fungicidas protetores são empregados (Nascimento *et al.*, 2018). Todavia, apesar de a cobertura do alvo ser influenciada pela quantidade de gotas, ressalta-se que gotas finas nem sempre proporcionam maior quantidade e cobertura de gotas. A condição meteorológica pode ser o fator que define a escolha do tamanho das gotas (Viegas Neto *et al.*, 2021).

O volume de calda é outra variável relevante no contexto aplicado. Era prática comum aplicar volumes superiores a 200 L ha<sup>-1</sup>, entretanto, existe uma tendência de redução do volume da calda no esforço de diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (Arcoverde *et al.*, 2024). Por sua vez, a diminuição do volume de calda exige um aprimoramento da tecnologia aplicada no setor, contudo, essa redução pode levar a uma menor cobertura do alvo, comprometendo a eficácia dos tratamentos. Embora seja prática comum em algumas propriedades, a redução do volume de calda ainda desperta incerteza sobre sua viabilidade e limite mínimo (Arcoverde *et al.*, 2024). De acordo com Cunha, Reis e Santos (2006), a diminuição do tamanho das gotas geradas ao reduzir a abertura de saída das pontas para obter menor volume de aplicação apresenta um risco de deriva, não sendo, assim, tão seguro do ponto de vista ambiental. Por outro lado, em geral, gotas finas depositam-se mais facilmente nos terços médio e inferior da soja (Nascimento *et al.*, 2018), portanto, é necessário realizar pesquisas que garantam a otimização da redução de volume de pulverização nas aplicações de fungicidas, possibilitando a seleção de pontas e volumes de calda adequados para uma boa cobertura, sem ocorrência de deriva (Bueno *et al.*, 2013). Além disso, o uso de adjuvantes possui alguns benefícios, como a maior retenção do produto no alvo, a redução de deriva, a maior absorção do ingrediente ativo e, também, a maior persistência do produto. Mas é importante usar o adjuvante cuidadosamente, uma vez que não são todos os tipos desses produtos que são compatíveis com os produtos fitossanitários (Cunha; Peres, 2010).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da aplicação de fungicidas na cultura da soja utilizando diferentes volumes de calda, com e sem adjuvantes.

## **Materiais e métodos**

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2023/2024, na Fazenda Experimental do Centro Universitário da Grande Dourados – Unigran, no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, localizado a 22° 13' 16" de latitude Sul e a 54° 48' 2" de longitude Oeste, e tem altitude de 452 metros. O clima da região de Dourados é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões

quentes e invernos secos), com temperatura média do mês mais frio de 18,2°C e, do mês mais quente, superior a 25°C (Fietz; Fisch, 2009).

A pulverização ocorreu com início às 8h e término às 9h. Os fatores climáticos foram monitorados por um termo-higro-anemômetro digital, com temperatura média do ar de 32,3°C, umidade relativa de 68% e velocidade do vento de 1,20 m s<sup>-1</sup>. A semeadura da soja ocorreu em novembro de 2023, com espaçamento de 0,50 metros entre linhas e densidade de 12 plantas por metro. A cultura se encontrava em R5 no momento das aplicações dos tratamentos. Foi utilizado, para as aplicações, um trator New Holland tl 75e, potência do motor de 78 CV, acoplado ao pulverizador agrícola jacto (Columbia) com capacidade volumétrica de 600 litros, com comprimento total de barras de 12 metros e 24 bicos espaçados em 0,50 metros. Durante a pulverização, a pressão hidráulica foi de 60 PSI (4 bar).

O ensaio foi conduzido com delineamento em faixas, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro volumes de aplicação com adjuvante e sem adjuvante com três repetições. As taxas de aplicação foram 60 L ha<sup>-1</sup>, 80 L ha<sup>-1</sup>, 100 L ha<sup>-1</sup> e 120 L ha<sup>-1</sup>, utilizando, para todas as aplicações, ponta cone Ja 2 Jacto, e velocidades e rotações do motor 12 km h<sup>-1</sup> (2ª marcha γ3) e 1800 rpm; 6,9 km h<sup>-1</sup> (2ª marcha γ3) e 800 rpm, 6,7 km h<sup>-1</sup> (1ª marcha γ3) e 1500 rpm; e 5,6 km h<sup>-1</sup> (1ª marcha γ2) e 1500 rpm, respectivamente; e a calda aplicada constituiu o adjuvante Action Gold na dose de 0,1%.

Nas três posições distintas da planta – terço inferior, terço médio e terço superior – foram fixados papéis hidrossensíveis na folha da soja com grampeador, para avaliação dos tratamentos. Após as aplicações, os papéis foram cuidadosamente coletados e escaneados com auxílio do DropScope. Posteriormente, foram gerados os parâmetros diâmetro mediano numérico – DMN, diâmetro mediano volumétrico – DMV, porcentagem da área coberta, amplitude relativa – AR, DV01 (μm) e DV09 (μm).

Os dados dos parâmetros foram submetidos à análise de variância, quando detectadas diferenças pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (p<5%), utilizando-se o software estatístico AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015).

## Resultados e discussões

### Terço superior

Na tabela 1, constam os resultados da porcentagem de área coberta em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante.

Tabela 1 - Área coberta (%) em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

Área coberta (%)					
	L min <sup>-1</sup>				
	60	80	100	120	
Sem adjuvante	6,9 BCa	30,0 Aa	1,8 Ca	14,0 Ba	13,2 a
Com adjuvante	7,1 Aa	11,1 Ab	4,5 Aa	8,7 Aa	7,9 b
Média	7,0 BC	20,6 A	3,2 C	11,4 B	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os dados demonstram que o uso de adjuvantes influencia na cobertura da área. Sem adjuvantes, a maior cobertura foi observada com o volume de aplicação de 80 L min<sup>-1</sup>, seguido por 120 L min<sup>-1</sup>. A menor cobertura ocorreu em 100 L min<sup>-1</sup>. Já com o uso de adjuvantes, não houve diferença entre os volumes de aplicação testados, com ligeira variação dos valores de cobertura entre 7,1% e 11,1%.

Os adjuvantes, quando adicionados aos produtos fitossanitários, podem imprimir características desejáveis à calda de pulverização, como reduzir a tensão superficial em soluções aquosas, possibilitando maior contato da calda com a superfície vegetal, fazendo, assim, uma cobertura de área foliar mais eficaz (Costa *et al.*, 2015).

A interação entre adjuvante e volume de aplicação foi evidente, pois, com o uso de adjuvantes, a variabilidade na área coberta diminuiu, resultando em médias estatisticamente diferentes em relação à aplicação sem adjuvante (13,2% sem adjuvante e 7,9% com adjuvante).

Observa-se, na tabela 2, os valores médios de DMN, DMV, D0,1, D0,9 e AR para diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante.

Tabela 2 - Características das gotas em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

	DMN	DMV	D0,1	D0,9	AR
Adjuvante (A)	$\mu\text{m}$				
Sem	98,1 a	164,3 a	105,5 a	238,2 a	0,80 a
Com	84,3 a	169,7 a	108,5 a	784,7 a	0,71 a
Volume (V)					
60	79,1 a	152,3 b	98,8 b	222,9 ab	0,65 a
80	100,1 a	199,8 a	118,7 a	302,1 a	0,88 a
100	88,8 a	147,2 b	98,6 b	203,4 b	0,71 a
120	96,8 a	168,8 ab	112,1 ab	242,8 ab	0,78 a
A x V	NS	NS	NS	NS	NS
C.V(%)	26,2	12,1	10,3	21,8	25,8

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os resultados indicam que não houve diferença significativa (NS) entre os tratamentos para DMN, DMV, D0,1, D0,9 e AR, independentemente do uso de adjuvantes ou do volume de aplicação, indicada pela interação não significativa (A x V).

Embora não haja diferenças estatísticas significativas, pode-se observar que o volume de 80 L min<sup>-1</sup> apresentou os maiores valores de DMV, D0,1 e D0,9, sugerindo mais uniformidade na distribuição das gotas maiores, o que pode estar relacionado à maior cobertura observada nessa condição. A AR variou, porém, sem significância estatística, o que é um indicador de boa homogeneidade entre os tratamentos. Quanto ao coeficiente de variação, observou-se médio valor para DMV e D0,1, mas com altos valores de CV para os demais parâmetros (Gomes, 2009).

No terço superior, os resultados demonstram que a utilização de adjuvantes pode levar a uma variabilidade menor na cobertura da área pulverizada, especialmente em volumes mais altos, como 80 L min<sup>-1</sup>. Ainda no terço superior, a maior cobertura sem adjuvante em 80 L min<sup>-1</sup> pode estar relacionada a uma maior quantidade de gotas grandes e bem distribuídas, conforme indicado pelos DMV e D0,1 elevados. Esses resultados estão de acordo com Nascimento *et al.* (2018), que avaliaram o efeito da adição de adjuvantes de diferentes naturezas químicas, sendo eles óleo mineral, óleo vegetal, e adjuvantes siliconados adicionados aos fungicidas picoxistrobina + ciproconazol. Os autores observaram, para área coberta, valores superiores no terço superior quando comparado ao terço inferior da planta.

### Terço médio

Pode-se observar, na tabela 3, os valores médios de DMN em diferentes volumes de aplicação (60 L min<sup>-1</sup>, 80 L min<sup>-1</sup>, 100 L min<sup>-1</sup> e 120 L min<sup>-1</sup>), com e sem adição de adjuvante. Ao analisar a interação entre volumes de aplicação e adjuvante (com ou sem), verificou-se, para o volume de 100 L min<sup>-1</sup> e com adjuvante, maior DMN quando comparado à mesma taxa de



aplicação sem adjuvante. Todavia, não houve diferenças entre os tratamentos com e sem adição de adjuvantes para as demais taxas de aplicação.

Tabela 3 - DMN (diâmetro mediano numérico) em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

	L min <sup>-1</sup>				
	60	80	100	120	
	DMN				
Sem adjuvante	88,0 Aba	90,7 Aba	62,2 Bb	106,5 Aa	Média 86,8 a
Com adjuvante	95,9 Aba	73,9 Ba	117,2 Aa	101,5 ABa	97,1 a
Média	91,9 A	82,3 A	89,7 A	104,0 A	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Sem o adjuvante, os valores variaram de 62,2 µm a 106,5 µm, com um DMN médio geral de 86,8 µm. Já com adjuvante variaram entre 73,9 µm e 117,2 µm, com uma média geral de 97,1 µm. Ressalta-se que a média de DMN no volume de 100 L min<sup>-1</sup> apresentou, ao contrário dos demais volumes, diferença significativa entre as condições com e sem adjuvante, indicando aumento do DMN por parte do adjuvante nesse volume. Assim, a média geral sem e com adjuvante não foi significativamente diferente – 86,8 µm e 97,1 µm, respectivamente.

De acordo com Asabe (2018), a classificação das gotas de acordo com o diâmetro para as aplicações terrestres é: extremamente finas (<60 µm); muito finas (61–105 µm); finas (106–235 µm); médias (236–340 µm); grossas (341–403 µm); muito grossas (404–502 µm).

A tabela 4 apresenta os valores médios de DMV. O DMV trata-se do diâmetro de gotas que divide em duas partes iguais a massa de gotas pulverizadas, sendo a soma do volume das gotas maiores igual à soma do volume das gotas menores (Chechetto *et al.*, 2014).

Tabela 4 - DMV (diâmetro mediano volumétrico) em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

	DMV (µm)				
Sem adjuvante	135,4 Ba	156,2 Ba	593,8 Aa	163,8 Ba	Média 262,3 a
Com adjuvante	166,3 Aa	176,2 Aa	171,3 Ab	183,9 Aa	174,4 a
Média	150,9 A	166,2 A	382,6 A	173,9 A	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os valores de DMV variaram de 135,4 µm a 593,8 µm sem adjuvante e de 166,3 µm a 183,9 µm com adjuvante, como apresentado na tabela 2. As médias gerais foram de 262,3 µm e 174,4 µm sem e com adjuvante, respectivamente. Uma diferença significativa entre sem adjuvante 593,8 µm e com adjuvante 171,3 µm foi obtida no volume de 100 L min<sup>-1</sup>, sugerindo que o adjuvante reduziu significativamente o DMV nele. As médias gerais não diferem significativamente entre sem e com adição de adjuvante.

Pode-se observar, na tabela 5, os valores médios de D0,9, que representa o diâmetro em que 90% das gotas são menores.

Tabela 5 - D0,9 em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

	D0,9 (µm)				
Sem adjuvante	181,4 Ba	225,8 Ba	805,4 Aa	230,6 Ba	Média 360,8 a
Com adjuvante	220,9 Aa	266,2 Aa	218,4 Ab	257,3 Aa	240,7 a
Média	201,2 A	246,0 A	511,9 A	243,9 A	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Sem adjuvante, o D0,9 variou de 181,4  $\mu\text{m}$  a 805,4  $\mu\text{m}$ , com uma média geral de 360,8  $\mu\text{m}$ . O D0,9 com adjuvante variou de 218,4  $\mu\text{m}$  a 266,2  $\mu\text{m}$ , com uma média geral de 240,7  $\mu\text{m}$ . No volume de 100 L  $\text{min}^{-1}$ , houve uma diferença significativa entre sem adjuvante, 805,4  $\mu\text{m}$ , e com adjuvante, 218,4  $\mu\text{m}$ , indicando que o adjuvante reduziu significativamente o D0,9 nesse volume. As médias gerais de D0,9, no entanto, não diferiram significativamente entre as condições sem e com adjuvante.

Quanto à AR, observa-se que os valores de AR variaram de 0,68 a 0,86 sem adjuvante e de 0,58 a 0,96 com adjuvante (tabela 6). As médias gerais foram de 0,76 e 0,74, respectivamente.

Tabela 6 - Amplitude relativa em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

Amplitude relativa					
Sem adjuvante	0,68 Aa	0,80 Aa	0,86 Aa	0,72 Aa	Média 0,76 a
Com adjuvante	0,66 Ba	0,96 Aa	0,58 Bb	0,78 ABa	0,74 a
Média	0,67 B	0,88 A	0,72 AB	0,75 AB	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

No volume de 60 L  $\text{min}^{-1}$ , houve diferença significativa entre sem adjuvante, 0,68, e com adjuvante, 0,66, indicando uma redução ligeira na AR com o adjuvante. Em 100 L  $\text{min}^{-1}$ , a diferença também foi significativa – sem adjuvante, 0,86, e com adjuvante, 0,58 – sugerindo redução da AR com o uso do adjuvante nesse volume. As médias gerais não diferiram significativamente entre as condições sem e com adjuvante.

Quanto aos valores médios de D0,1 (o diâmetro em que 10% das gotas são menores) e a área coberta (tabela 7), nota-se que não houve influência do adjuvante, isoladamente, sobre tais parâmetros. Em todos os diferentes volumes de aplicação, o D0,1 variou de 98,6  $\mu\text{m}$  a 171,0  $\mu\text{m}$ , enquanto a variação na área coberta foi de 1,22% a 9,8%.

Tabela 7 - D0,1 e área coberta em diferentes volumes de aplicação, com e sem adição de adjuvante

	D0,1 ( $\mu\text{m}$ )	Área coberta (%)
Adjuvante (A)		
Sem	132,9 a	3,9 a
Com	110,7 a	6,9 a
Volume (V)		
60	104,1 b	1,22 b
80	98,6 b	6,7 ab
100	171,0 a	3,9 ab
120	113,4 ab	9,8 a
A x V	NS	NS
C.V(%)	32,7	66,4

Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os resultados indicaram que o adjuvante não teve um efeito significativo no D0,1%, com valores de 132,9  $\mu\text{m}$  e 110,7  $\mu\text{m}$  em condições sem adjuvante e com adjuvante, respectivamente. Não houve diferença no parâmetro experimental sem e com adjuvante para a área coberta, com 3,9% e 6,9%, respectivamente.

Entre os volumes, foi possível observar diferença significativa em D0,1, tendo o volume de 100 L  $\text{min}^{-1}$  apresentado o maior valor, 171,0  $\mu\text{m}$ , o que sugere a formação de gotas maiores.

A área coberta foi maior para o volume de 120 L min<sup>-1</sup>, o que sugere melhor cobertura nas folhas nesse volume, mas que diferiu estatisticamente somente para 60 L min<sup>-1</sup>, com menor área coberta.

Os resultados obtidos sugerem que o adjuvante causa efeitos significativos nas características das gotas suspensas em diferentes volumes de aplicação. Dessa forma, quando realizada aplicação com volume de 100 L min<sup>-1</sup> e com adjuvante, o DMN foi maior; o DMV, o D0,9 e a AR foram menores, indicando, nessa condição, uma melhor uniformidade e homogeneidade. Isso porque o valor mais baixo do DMN está associado a gotas menores, o que favorece a cobertura eficiente das superfícies tratadas (Machado; Reynaldo, 2019). Quanto à AR, esse é um indicador da homogeneidade do espectro de gotas – quanto menor a AR, mais uniforme é a distribuição de tamanhos de gotas (Cunha; Reis; Santos, 2006).

Assim, essas mudanças nas características das gotas podem afetar a eficiência da aplicação de produtos agrícolas, reforçando a importância do adjuvante correto e dos respectivos volumes de aplicação.

### Terço inferior

Na posição do terço inferior, observa-se, na tabela 8, os resultados da AR em diferentes volumes de aplicação, tanto com quanto sem a adição de adjuvantes.

Tabela 8 - Amplitude relativa em diferentes volumes de aplicação

Amplitude relativa					
L min <sup>-1</sup>					
	60	80	100	120	
Adjuvante					Média
Sem	0,46 BCa	0,86 Aa	0,70 Aba	0,28 Cb	0,58 a
Com	0,71 Aa	0,66 Aa	0,69 Aa	0,69 Aa	0,68 a
Média	0,59 AB	0,76 A	0,70 AB	0,49 B	

Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os valores médios da AR variaram significativamente entre os diferentes volumes de aplicação, sendo menor em 120 L min<sup>-1</sup>, e maior em 80 L min<sup>-1</sup>; enquanto com adjuvantes, a AR se manteve mais estável entre os diferentes volumes. A interação entre os volumes de aplicação e o uso de adjuvantes foi observada, com uma menor variabilidade na AR em aplicações com adjuvantes, independente do volume utilizado. A média geral da AR foi maior com adjuvantes em comparação com a sem adjuvantes. A AR é um indicador da homogeneidade do espectro de gotas, ou seja, quanto menor a AR, mais uniforme é a distribuição de tamanhos de gotas (Cunha; Reis; Santos, 2006).

Na tabela 9, observa-se os valores médios de DMN, DMV, D0,1, D0,9 e a porcentagem de área coberta para diferentes volumes de aplicação e condições de adjuvantes.

Tabela 9 - Características das gotas em diferentes volumes de aplicação e condições de adjuvante

	DMN	DMV	D0,1	D0,9	Área coberta
Adjuvante (A)					
Sem	80,6 a	171,6 a	129,4 a	218,4 a	1,3 b
Com	86,4 a	158,3 a	104,5 a	213,5 a	3,4 a
Volume (V)					
60	57,6 c	153,0 a	100,5 a	189,1 a	1,4 b
80	75,3 bc	168,7 a	106,8 a	231,9 a	4,2 a
100	105,4 a	158,6 a	112,1 a	220,9 a	1,8 ab
120	95,7 ab	179,5 a	148,4 a	222,0 a	2,0 ab
A x V	NS	NS	NS	NS	NS



C.V(%)	18,8	18,0	29,7	15,4	66,7
Letras maiúsculas comparam as médias nas linhas; letras minúsculas comparam as médias nas colunas. Médias com letras distintas diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade					

Observa-se que não houve diferenças, entre as aplicações com e sem adjuvante, na média dos volumes para os parâmetros avaliados, ao analisar a posição do terço inferior. Por outro lado, na média das condições de com e sem adjuvante, observou-se maior porcentagem de área coberta quando aplicado 80 L ha<sup>-1</sup>, mas que não diferiu para os maiores volumes (100 L ha<sup>-1</sup> e 120 L ha<sup>-1</sup>). Os resultados indicam que a diferença que teve não foi significativa (NS) entre os tratamentos para DMN, DMV, D0,1 e D0,9, independente do volume de aplicação ou do uso de adjuvantes, conforme apontado pela interação não significativa (A x V).

Embora não haja diferenças estatísticas significativas, observa-se que o volume de 100 L ha<sup>-1</sup> apresentou o maior valor de DMN, sugerindo a presença de gotas maiores. O volume de 80 L ha<sup>-1</sup> mostrou a maior área coberta, o que pode ser atribuído à combinação de distribuição eficiente gotas de tamanho médio.

### Considerações finais

Os resultados indicam que a redução do volume de calda é viável na cultura da soja quando associada ao uso de adjuvantes. A adição de adjuvantes melhorou a cobertura e a deposição da calda, garantindo maior uniformidade nos terços superior, médio e inferior das plantas.

### Referências

- ANTONIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação**. Botucatu, SP: Corteva Agriscience, 2019.
- ARCOVERDE, S. N. S.; TEZOLIN, G. N.; SANTOS, R. M. dos; NASCIMENTO, J. M. do; SEGRETTI, M. L. Diferentes volumes e horários de aplicação de herbicidas no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Scientific Eletronic Archives**, v. 17, n. 5, 2024.
- ASABE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **ASABE S572.1 Droplet size classification**. 2018. Disponível em: [https://cdn2.hubspot.net/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe\\_s572.1\\_droplet\\_size\\_classification](https://cdn2.hubspot.net/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe_s572.1_droplet_size_classification). Acesso em: 7 abr. 2025.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/Unesp, 2015. 396 p.
- BUENO, M. R.; ALVES, G. S.; PAULA, A. D. M.; CUNHA, J. P. A. R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.
- CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; VILELA, C. M.; SILVA, A. C. A. e. Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no estado de Mato Grosso. **Magistra**, v. 26, n. 1, p. 89-97, 2014.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos – safra 2022/23 – décimo segundo levantamento. Brasília: Conab, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 19 jul. 2025.
- COSTA, N. V. da; RODRIGUES, L. F. O. S.; JANDREY, P. E.; FACHIN, G. M.; GLIER, C. A. da S.; NORETO, L. M. Efeito de adjuvantes em soluções com fungicida na tensão

superficial e na área de molhamento de gotas depositadas nas faces foliares da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. supl., p. 320-325, 2015.

CUNHA, J. P. A. R.; REIS, E. F.; SANTOS, R. O. Controle químico da ferrugem da soja em função da ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1360-1366, 2006.

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**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 597-602, 2010.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método Priestley-Taylor para região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 449-453, 2009.

GOMES, F. P. **Estatística experimental não paramétrica**. 14. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

MACHADO, T. M.; REYNALDO, É. F. Comparação do uso de aplicação aérea e terrestre na qualidade de deposição de produto na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 504, 2019.

MADUREIRA, R. P.; RAETANO, C. G.; CAVALIERI, J. D. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 2, p. 180-185, 2015.

MASSOLA, M. P.; HOLTZ, V.; MARTINS, M. P. de O.; UMBELINO, A. da S.; REIS, E. F. dos. Avaliação da distribuição volumétrica e do espectro de gotas produzidos por pontas cerâmicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 11, p. 804-809, 2018.

MORAES, E. D. de; SAAB, O. J. G. A.; GANDOLFO, M. A.; MARUBAYASHI, R. Y. P.; GANDOLFO, U. D. Potencial risco de deriva de pontas de pulverização de jato plano inclinado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 3, p. 229-233, 2019.

NASCIMENTO, J. M. do; GAVASSONI, W. L.; BACCHI, L. M. A.; ZUNTINI, B.; MELO, E. P.; LEONEL, R. K. Número de aplicações e uso de adjuvantes, adicionados a fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 40, p. 95-104, 2018.

NASCIMENTO, J. M. do; VIEGAS NETO, A. L.; CERZOSIMO, J. V. M. H.; COMPAGNONI, R. B.; MENDIETA, F. M. P. Deposição de gotas pulverizadas por quatro pontas de pulverização e duas pressões de trabalho. **Revista Agrogeoambiental**, v. 15, e20231763, 2023.

TORMEN, N. R.; SILVA, F. D. L. da; DEBORTOLI, M. P.; UEBEL, J. D.; FÁVERA, D. D.; BALARDIN, R. S. Deposição de gotas no dossel e controle químico de *Phakopsora pachyrhizi* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 802-808, 2012.

VIEGAS NETO, A. L.; SOUZA, C. M. A. de; LIMA JÚNIOR, I. dos S. de; PILETTI, L. M. M. da S.; MARTINS, K. de J. E.; BERTONCELLO, B. F. Spray solution deposition and Asian rust control in soybean cultivars. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 12, p. 862-867, 2021.

### Agradecimentos

À Fazenda Experimental do Centro Universitário da Grande Dourados – Unigran, pelo apoio nas atividades de campo.

### Informações complementares

Descrição		Declaração
Financiamento		Não se aplica.
Aprovação ética		Não se aplica.
Conflito de interesses		Não há.
Disponibilidade dos dados de pesquisa subjacentes		O trabalho não é um <i>preprint</i> e os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa não estão disponíveis.
CrediT	Micael Peter Serafim	Funções: conceitualização, metodologia e escrita – rascunho original.
	Sálvio Napoleão Soares Arcovertde	Funções: conceitualização, análise formal, validação, escrita – revisão e edição.
	Jackeline Matos do Nascimento	Funções: conceitualização, escrita – revisão e edição
	Mateus Luiz Secretti	Funções: aquisição de financiamento, escrita – revisão e edição.

*Avaliadores: Os avaliadores optaram por ficar em anonimato.*

*Revisora do texto em português: Jéssica Rejane Lima.*

*Revisora do texto em inglês: Patrícia Luciano de Farias Teixeira Vidal.*

*Revisora do texto em espanhol: Jéssica Rejane Lima.*