



# Deposição de gotas pulverizadas por quatro pontas de pulverização e duas pressões de trabalho

Jackeline Matos do Nascimento<sup>1</sup>, Antonio Luiz Viegas Neto<sup>2</sup>, João Victor Martins Hidalgo Cerzosimo<sup>3</sup>, Raphael Biazotti Compagnoni<sup>4</sup>, Fernando Mateus Paniagua Mendieta<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), docente, Eng. Agr., jackeline\_ms@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), docente, Eng. Agr., antonio.viegas@ifms.edu.br

<sup>3</sup> Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Eng. Agr., jv\_hidalgo2@hotmail.com

<sup>4</sup> Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN), Eng. Agr., jackeline.nascimento@unigran.br

<sup>5</sup> Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), doutorando, Eng. Agr., fernando-mendieta@hotmail.com

Recebido em: 25/11/2022

Aceito em: 12/01/2023

## Resumo

A deposição das gotas pulverizadas no alvo a ser atingido pode ser influenciada pela ponta de pulverização utilizada, bem como pela pressão de trabalho a ser empregada. Deste modo, com a disponibilidade comercial de novas pontas de pulverização, tornam-se necessários estudos de desempenho com os novos modelos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a deposição no solo de gotas pulverizadas por quatro modelos de pontas de pulverização, em duas pressões de trabalho. O experimento foi realizado em Dourados/MS, em setembro de 2020, com delineamento em faixas e esquema fatorial 4×2, com 5 repetições. Foram adotadas quatro pontas de pulverização (jato plano simples, modelo ST-IA 02, jato plano angulado MUG 02, cone vazio MGA 02 e plano duplo ST-IA/D 02), trabalhando com pressões de 30 e 50 psi. O distanciamento na barra entre cada ponta foi de 50 cm, com 60 cm de altura em relação ao solo. Foi utilizado papel hidrossensível e, imediatamente após a aplicação, foram scaneados com auxílio do DropScan®. Posteriormente, avaliou-se a quantidade de gotas, cobertura, amplitude, dispersão além do diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e diâmetro da mediana numérica (DMN), DV09 e DV01. A ponta de pulverização MGA 02 de jato cônico proporcionou maior número de gotas e maior cobertura em relação às demais pontas, para as condições meteorológicas do estudo.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação; bico de pulverização; papel hidrossensível.

## Introdução

Considerando o papel fundamental da aplicação de defensivos agrícolas, o entendimento de sua eficácia é essencial para o manejo correto das culturas. Durante o processo de aplicação de defensivos, 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. 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).

Outro fator importante para a eficiência da aplicação é a regulagem dos equipamentos de pulverização, velocidade de deslocamento, espaçamento entre bicos e, principalmente,

escolha das pontas de pulverização. Nesses sistemas, os bicos são os responsáveis por fragmentar o líquido em gotas e formar o padrão de pulverização, determinando o volume da aplicação em uma determinada pressão operacional. Dessa forma, selecionar aquele que produz o maior tamanho de gota, ao mesmo tempo que forneça cobertura adequada na taxa de aplicação e pressão pretendidas, pode minimizar perdas e reduzir o custo de produção (CHECHETTO et al, 2014).

E, para que se obtenha a maior cobertura, é necessária a seleção correta de gotas, proporcionadas pelos bicos de pulverização, que são formados por um conjunto de componentes instalados no final do sistema hidráulico e por meio do qual a calda é fragmentada (CUNHA, 2004). Das partes constituintes do bico, a ponta de pulverização é a mais importante, por ser a

responsável direta pela formação e distribuição das gotas (BAUER, RAETANO, 2004; VIANA et al, 2010) e por ser um dos componentes determinantes da vazão.

O jato plano simples costuma ser utilizado em pulverizadores do tipo barra, sendo de suma importância a consideração sobre o espaçamento de cada bico com o intuito que se cruzem e surja, assim, uma cobertura perfeita. O plano simples é utilizado em diversas situações, fazendo a distribuição da calda de maneira uniforme, sendo ideal para a aplicação em toda a faixa (AZEVEDO, FREIRE, 2006).

O tamanho da gota também é um dos mais importantes fatores a afetar a deriva, de forma que a adequada cobertura é essencial para aumentar as chances colocar o produto entrar em contato com o alvo (DRESHER, 2015). Quanto ao diâmetro volumétrico da gota (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). De acordo com Asabe (2018), a classificação das gotas de acordo com o diâmetro para as aplicações terrestres é: extremamente finas ( $<60 \mu\text{m}$ ); muito finas ( $61-105 \mu\text{m}$ ); finas ( $106-235 \mu\text{m}$ ); médias ( $236-340 \mu\text{m}$ ); grossas ( $341-403 \mu\text{m}$ ); muito grossas ( $404-502 \mu\text{m}$ ). A cobertura do alvo é influenciada pela quantidade de gotas; no entanto, 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).

Sabe-se que a eficiência da aplicação pode ser aumentada se o tamanho da gota for reduzido, porque o aumento do número de gotas aumenta a probabilidade de as gotas atingirem o alvo, que é medido por meio do diâmetro mediano numérico (DMN) e dos diâmetros volumétricos acumulados de 10%, 50% e 90 % (DV 0,1 , DV 0,5 e DV 0,9 , respectivamente).

No entanto, gotas finas e muito finas podem ser mais facilmente influenciadas pelas condições meteorológicas (SASAKI et al, 2016).

As condições meteorológicas limites para a pulverização seriam, de maneira geral, ventos de 3 a  $10 \text{ km h}^{-1}$ , umidade relativa do ar acima de 55% e temperatura de até  $30^\circ\text{C}$  (ANDEF, 2004; ANTUNIASSI, BAIIO, 2004). Assim sendo, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a deposição no solo de gotas pulverizadas por quatro modelos de pontas de pulverização, em duas pressões diferentes de trabalho.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN ( $22^\circ 12' 36.2'' \text{ S}$ ,  $54^\circ 49' 45.5'' \text{ W}$ ), no dia três do mês de setembro de 2020, no município de Dourados – MS. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. O clima da região é classificado como subtropical úmido com verão de altos índices pluviométricos e invernos secos, enquadrando-se no tipo Cfa, Cwa e Aw, segundo a classificação de Köppen (PEEL, FINLAYSON, MCMAHON, 2007). As condições meteorológicas foram medidas por um termohigroanemômetro, registrando-se o dia como ensolarado, com vento de 2,5 a  $5,4 \text{ km h}^{-1}$ , temperatura de  $32,4^\circ\text{C}$  e umidade relativa do ar de 32,2%.

O experimento foi realizado com delineamento em faixas, com cinco repetições e esquema fatorial  $4 \times 2$ , em que quatro foram as pontas de pulverização (jato plano simples, modelo ST-IA 02, jato plano angulado MUG 02, cone vazio MGA 02 e plano duplo ST-IA/D 02), trabalhando com pressões de 30 e 50 psi. O distanciamento na barra entre cada bico foi de 50 centímetros com 60 centímetros de altura em relação ao solo. O trator que realizou a aplicação foi um New Holland modelo TL 65, ano 2003, sob a velocidade constante de  $6,7 \text{ km h}^{-1}$  durante a aplicação. O volume de aplicação variou conforme a pressão e ponta utilizada.

**Tabela 1** - Características técnicas das pontas de pulverização.

Ponta de pulverização	Tipo do jato	Marca	Volume de aplicação utilizado (L ha <sup>-1</sup> )	
			Pressão de trabalho 30 psi	50 psi
MUG-02	Jato Plano Angulado	Magno Jet	130	160
MGA 02	Cone Vazio	Magno Jet	140	165
ST-IA/D 02	Plano Duplo Simples	Magno Jet	130	160
ST-IA 02	Jato Plano Simples	Magno Jet	130	160

Os papéis hidrossensíveis foram colocados em uma superfície plana no solo, paralelas à barra do pulverizador. Após a aplicação, os papéis foram coletados e armazenados para evitar interferência pela umidade e posteriormente foram analisados no software DropScan®, em que foram gerados relatórios para avaliação dos fatores de tecnologia de aplicação.

Foram avaliados o diâmetro médio volumétrico (DMV), o diâmetro médio numérico (DMN), o diâmetro do volume aplicado a 10% e 90% (DV 01 e 09), quantidade de gotas (n° cm<sup>-2</sup>), cobertura (%), amplitude e dispersão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

As médias de diâmetro da mediana volumétrica, diâmetro da mediana numérica,

diâmetros volumétricos acumulados a 10% e 90% com os quatro modelos de pontas e duas pressões de trabalho estão apresentados na Tabela 2. Não houve interação da pressão com as pontas, mas houve influência dos fatores isolados. Os coeficientes de variação das avaliações foram de 38,46% em DMV, 6,02% em DV01, 31,39% em DV09 e 4,59% em DMN.

A aplicação realizada com a pressão de 30 psi proporcionou a média de DMV de 1.066,70  $\mu\text{m}$  e a pressão de 50 psi de 623,30  $\mu\text{m}$ . A pressão de trabalho regulada na pulverização exerce efeito direto na vazão da ponta, pois quanto maior a pressão maior a vazão dentro do intervalo estipulado pelo fabricante; porém o aumento da pressão causa redução do diâmetro da gota e aumenta a fração do espectro de gotas suscetíveis à deriva. Gotas finas têm maior risco de deriva, mas podem fornecer melhor cobertura do alvo (MACIEL et al, 2017). No trabalho houve variação do volume de aplicação conforme a pressão e ponta utilizada.

**Tabela 2** – Diâmetro médio volumétrico (DMV;  $\mu\text{m}$ ), o diâmetro médio numérico (DMN;  $\mu\text{m}$ ), com o diâmetro do volume aplicado a 10% e 90% (DV01 e DV09;  $\mu\text{m}$ ), obtidos no papel hidrossensível. Dourados–MS, 2020

Tratamentos	DMV	DV01	DV09	DMN
30 psi	1066,70 A	470,45	1425,05	222,65
50 psi	623,30 B	318,80	1055,20	219,55
ST-IA 02	530,70 B	301,20	945,20	229,70 AB
MUG 02	870,30 AB	452,40	1325,08	172,40 B
MGA	874,50 AB	291,60	1234,05	245,50 A
ST-IA/D 02	1104,50 A	533,30	1455,00	236,80 A
CV (%)	38,46	6,02	31,39	4,59

\* Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

Houve diferença entre as pontas de pulverização utilizadas, em que a ponta ST-IA/D 02 proporcionou maior DMV quando comparada a ST-IA 02 (Tabela 2). Segundo a classificação ASABE S572.1 (ASABE, 2018), as gotas geradas pela ponta ST-IA 02 ficou classificada como extremamente grossa e as gotas geradas pelas pontas MUG 02, MGA 02 e ST-IA/D 02 foram classificadas como ultra grossa. Gotas extremamente e ultra grossas são ideais para aplicações onde se necessita redução de deriva (ALVES et al, 2017).

Não houve diferença em DV01 e DV09. Sobre a definição dos dois termos (DV01 e DV09), Schabatoski (2019) comenta que o primeiro representa o diâmetro qual 10% do volume foi pulverizado com gotas menores ou iguais, já o segundo o diâmetro em que 90% das gotas foram pulverizadas com gotas menores ou iguais, o mesmo pode ser percebido por meio do percentual da área de cobertura da aplicação.

Para o DMN não houve diferença quando a pressão de trabalho foi alterada, entretanto quando a aplicação foi realizada com a ponta MUG 02 observou-se menor DMN que as pontas ST-IA/D 02 e MGA 02.

Na Tabela 3 estão apresentados os dados de quantidade de gotas, cobertura, amplitude e dispersão.

Matthews (2002) afirma que a quantidade de gotas assume um papel de importante para questões de aplicação, uma vez que a maior ou menor quantidade de gotas está ligada a recomendação dos fabricantes dos defensivos. Por exemplo, segundo o mesmo autor, fungicidas sistêmicos necessitam de quantidade entre 30 e 50 gotas  $\text{cm}^{-2}$ , porém para fungicidas de contato a quantidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  terá de ser maior que 70 gotas  $\text{cm}^{-2}$ .

Com relação às avaliações de quantidade de gotas, observa-se na ponta MGA 02 maior quantidade de gotas que as demais pontas, resultando também na maior cobertura. A ponta MGA 02 teve diferença das demais quanto a forma de aplicação do jato (cônico), enquanto que as demais são de jato plano. A análise da quantidade de gotas pode ser dificultada pela sobreposição de gotas, fazendo com que os valores obtidos possam estar subestimados (VIEGAS NETO et al, 2021). No entanto, no presente trabalho, os valores foram coerentes, sendo a ponta MGA 02 proporcionando a maior quantidade de gotas.

## Conclusão

A ponta de pulverização MGA 02 de jato cônico proporcionou maior número de gotas e maior cobertura que as demais pontas, para as condições climáticas do estudo.

**Tabela 3** – Análise de quantidade de gotas, cobertura, amplitude e dispersão com fatores de estudo 30 psi e 50 psi obtidos no papel hidrossensível. Dourados–MS, 2020.

Tratamentos	Quantidade de gotas ( $\text{n}^\circ \text{cm}^{-2}$ )	Cobertura (%)	Amplitude	Dispersão
30 psi	49,20	26,55	1,022	4,674
50 psi	52,25	18,40	1,069	3,164
ST-IA 02	48,40 B	18,90 B	1,169	2,356
MUG 02	19,60 C	10,40 B	0,985	5,386
MGA	108,30 A	40,20 A	1,010	3,217
ST-IA/D 02	26,60 BC	20,40 B	1,019	4,717
CV (%)	19,58	28,34	13,50	29,54

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

## Referências

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL – ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. Campinas: Linea Creativa, 2004. 50 p.
- ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 145-184.
- ALVES, G.S.; KRUGER, G.R.; CUNHA, J.P.A.; VIEIRA, B.C.; HENRY, R.S.; Spray drift from dicamba and glyphosate applications in a wind tunnel. **Weed Technology**, v. 31, n. 3, p. 387-395, 2017.
- ASABE, American Society of Agricultural and Biological Engineers. 2018. ASABE S572.1 **Droplet size classification**. Disponível em: <[https://cdn2.hubspot.net/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe\\_s572.1\\_droplet\\_size\\_classification.pdf](https://cdn2.hubspot.net/hub/95784/file-32015844-pdf/docs/asabe_s572.1_droplet_size_classification.pdf)> Acesso em: 20 out. 2020.
- AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47 P.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.
- CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B; ANTUNIASSI, U. R.; CARVALHO, F. K.; VILELA, C. M.; SILVA, A. C. A. Caracterização da taxa de aplicação e pontas de pulverização utilizadas no estado de Mato Grosso. **Magistra**, v. 26, n. 1, p. 89-97, 2014.
- CUNHA, J. P. A. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 977-985, 2004.
- DRESCHER, M. **Manual de piloto agrícola**. São Paulo, SP: Bianch, 2015. 292 p.
- MACIEL, C. F. S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; VITÓRIA, E. L.; CECON, P. R. Distribuição volumétrica e espectro de gotas das pontas hidráulicas LD 11002 e MAG-2. **Engenharia na Agricultura**, v.25, p.183-199, 2017.
- MASSOLA, M. P.; HOLTZ, V.; MARTINS, M. P. O.; UMBELINO, A. S.; REIS, E. F. Avaliação da distribuição volumétrica e do espectro de gotas produzidos por pontas cerâmicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 11, p. 804-809, 2018.
- MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 2.ed. London: Longman, 2002. 405p.
- MORAES, E. D.; 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**, v. 23, n. 3, p. 229-233, 2019.
- PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L., MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007. Disponível em: <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/>. Acesso em: 29 set. 2022.
- SASAKI, R. S.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; ZOLNIER, S.; MACIEL, C. F. S.; ALVARENGA, C. B. Espectro de gotas de pulverizadores hidráulicos assistidos a ar sob diferentes condições ambientais e operacionais.

**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 92-96, 2016.

SCHABATOSKI, E. **Pulverização eletrostática na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) utilizando água como veículo**. Curitiba-SC, 2019. Trabalho Conclusão do Curso - Centro de Curitiba da Universidade Federal de Santa Catarina. 33p.

VIANA, R.G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, M.C.; TEIXEIRA, M.M.; ROSELL, J. R.; MACHADO, A.F.L. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 439-446, 2010.

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