



ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

ESPECTRO DE GOTAS DA PONTA DE PULVERIZAÇÃO TTI- 110025 SOB DIFERENTES PRESSÕES DE TRABALHO

TTI-110025 SPRAY TIP DROPS SPECTRUM UNDER DIFFERENT WORKING PRESSURES

TTI-110025 PUNTA DE PULVERIZACIÓN ESPECTRO DE GOTAS BAJO DIFERENTES PRESIONES DE TRABAJO

Jackson Roberto Dias Ribeiro ¹, Luís Felipe Oliveira Ribeiro ^{2*}, Thales Gomes dos Santos ³, João Guilherme Pereira Nunes ⁴, Marconi Furtado Ribeiro Júnior ⁵, & Edney Leandro da Vitória ⁶

^{1 2 3 4 6} Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas (DCAB). Universidade Federal do Espírito Santo. Campus São Mateus (CEUNES). Rod. BR 101, km 61 B. Litorâneo, 29932-540, São Mateus-ES.

⁵ Departamento de Engenharia Agrícola (DEA). Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG.

¹ jacksonrdr@msn.com ² luis.f.ribeiro@edu.ufes.br ³ thales.g.santos@edu.ufes.br ⁴ joao.g.nunes@edu.ufes.br
⁵ marconi.furtado@ufv.br ⁶ vitoria.edney@gmail.com

ARTIGO INFO.

Recebido: 20.04.2023

Aprovado: 16.05.2023

Disponibilizado: 16.06.2023

PALAVRAS-CHAVE: Uniformidade, Tecnologia de Aplicação, Diâmetro de Gotas, Eficiência.

KEYWORDS: Uniformity, Application Technology, Droplet Diameter, Efficiency.

PABAVRAS-CLAVE: Uniformidad, Tecnología de Aplicación, Diámetro de Gota, Eficiencia.

*Autor Correspondente: Ribeiro, L. F. O

RESUMO

As pontas hidráulicas com indução de ar são amplamente utilizadas nas aplicações via pulverização, principalmente por diminuir o efeito da deriva primária. Entretanto, ainda há questionamentos quanto ao comportamento do espectro de gotas em determinadas pressões. Objetivou-se neste trabalho analisar o espectro de gotas da ponta com indução de ar TTI-110025 submetida às diferentes pressões de trabalho por meio de um analisador de partículas a laser em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), representados pelas pressões 200, 300, 400, 500 e 600 kPa, com quatro repetições. As variáveis técnicas analisadas foram $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$, AR, % V < 100 μm e % V > 500 μm . A ponta TTI-110025 apresentou melhores resultados devido à diminuição das variáveis $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$ e % V > 500 μm à medida que aumentou a pressão de trabalho. O baixo valor da variável % V < 100 μm indicou baixo risco de deriva e o elevado valor % V > 500 μm sinalizou alto potencial de escorrimentos em aplicações pós-emergentes. Sugere-se operar a ponta TTI-110025 a pressão de 600 kPa.

ABSTRACT

Hydraulic nozzles with air induction are widely used in spray applications, mainly because they reduce the effect of primary drift. However, there are still questions about the behavior of the droplet spectrum at certain pressures. The objective of this work was to analyze the droplet spectrum of the TTI 110025 air induction tip subjected to different working pressures by means of a laser particle analyzer in a protected environment. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC), represented by the pressures 200, 300, 400, 500 and 600 kPa, with four replications. The technical variables analyzed were $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$, AR, %V < 100 μm and %V > 500 μm . The TTI 110025 tip showed better results due to the decrease in variables $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$ and % V > 500 μm as the working pressure increased. The low value of the variable % V < 100 μm indicated a low risk of drift and the high value % V > 500 μm indicated a high potential for runoff in post-emergence applications. It is suggested to operate the TTI 110025 tip at a pressure of 600 kPa.

RESUMEN

Las boquillas hidráulicas con inducción de aire se usan ampliamente en aplicaciones de aspersión, principalmente porque reducen el efecto de la deriva primaria. Sin embargo, todavía hay dudas sobre el comportamiento del espectro de gotas a ciertas presiones. El objetivo de este trabajo fue analizar el espectro de gota de la punta de inducción de aire TTI 110025 sometida a diferentes presiones de trabajo por medio de un analizador de partículas láser en un ambiente protegido. El experimento se realizó en un diseño completamente al azar (DIC), representado por las presiones 200, 300, 400, 500 y 600 kPa, con cuatro repeticiones. Las variables técnicas analizadas fueron $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$, AR, %V < 100 μm y %V > 500 μm . La punta TTI 110025 mostró mejores resultados debido a la disminución de las variables $Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$ y % V > 500 μm a medida que aumentaba la presión de trabajo. El valor bajo de la variable %V < 100 μm indicó un bajo riesgo de deriva y el valor alto %V > 500 μm indicó un alto potencial de escorrentía en aplicaciones de post-emergencia. Se sugiere operar la punta TTI 110025 a una presión de 600 kPa.



1. INTRODUÇÃO

A utilização de produtos fitossanitários é essencial na produção de alimentos, visto que, mais de 30% da perda de safra mundial é devido aos efeitos adversos de pragas, doenças e plantas daninhas (Guo et al., 2019). No entanto, para correta utilização desses produtos é necessário reduzir os riscos ambientais inerentes às operações de controle químico, e para isso, o conhecimento e aplicação dos conceitos da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas são fundamentais, de modo a aumentar a eficiência da aplicação posicionando a gota com o ingrediente ativo no alvo desejado e simultaneamente atingir a eficácia no controle, de forma econômica e minimizando os impactos ambientais.

A pulverização hidráulica é uma das técnicas de aplicação mais utilizadas na agricultura devido à sua praticidade e flexibilidade. Para aumentar a qualidade das aplicações via pulverização, parâmetros operacionais, tais como, regulagem e calibração do equipamento pulverizador, pressão de trabalho (Ribeiro et al., 2022), taxa de aplicação (Vitória et al., 2023), faixa de aplicação, condições climáticas (Richardson et al., 2020), pontas de pulverização (Ribeiro et al., 2023a) e dentre outros, são os principais fatores que afetam a eficácia da aplicação.

No que tange à emissão de gotas de pulverização, as pontas de pulverização são consideradas o principal componente do equipamento pulverizador, influenciando diretamente no espectro de gotas pulverizadas (Queiroz et al., 2018), determinando a vazão, tamanho de gota e uniformidade do líquido pulverizado. Para seleção correta das pontas de pulverização, é necessário saber o tamanho de gota, que dependendo do alvo a ser controlado, exige-se um tamanho de gota de maior ou menor diâmetro.

Pontas de pulverização que produzem gotas finas ($< 200 \mu\text{m}$) são mais apropriadas para alvos que necessitam de maior cobertura, devido à maior densidade de gotas, indicadas para aplicações de inseticidas de contato, herbicidas de contato e fungicidas de contato e/ou sistêmico, todavia, em condições climáticas não adequadas o risco de deriva e evaporação de gotas aumenta substancialmente (Cunha et al., 2007). Gotas grossas ($> 400 \mu\text{m}$) propiciam menor cobertura do alvo e simultaneamente menor densidade de gotas, são indicadas principalmente para aplicações de herbicidas, entretanto, apesar de evitar o risco de deriva com o aumento do diâmetro de gota, o rendimento operacional do equipamento fica comprometido devido ao maior consumo da taxa de aplicação. Além disso, gotas grossas possibilita perdas do produto para o solo devido ao escorrimento ocasionado pela falta de uniformidade de distribuição da calda pulverizada (Baesso et al., 2014).

Existem inúmeros modelos de pontas de pulverização no mercado, comumente utilizadas para aplicações de defensivos agrícolas e fertilizantes foliares. As pontas de pulverização hidráulicas se diferenciam inicialmente pelo formato do jato, podendo ser do tipo jato plano, jato cônico cheio e jato cônico vazio. A partir disso, existem inúmeras derivações, que conforme o tipo de produto, localização, formato e tamanho do alvo, são indicadas para o uso específico desejado. Dentre essas, destacam-se as pontas do tipo jato plano com indução de ar, indicadas para aplicações de herbicidas, por terem a característica de produzir gotas



grossas a ultra grossa, minimizando os riscos de deriva devido à entrada de ar, que permite a formação de gotas grandes com bolhas de ar em seu interior (Minguela & Cunha, 2010).

A eficiência na aplicação de produtos fitossanitários está atrelada ao estudo do espectro de gotas, relevante para minimizar problemas indesejáveis durante as aplicações. Os parâmetros mais importantes são o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa (AR) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm (Vitória & Leite, 2014). No que lhe concerne, esses parâmetros definem o potencial de deriva, homogeneidade e o diâmetro característico das gotas pulverizadas (Vitória & Campanharo, 2016).

Dessa forma, garantir que as gotas de pulverização tenham distribuição uniforme e tamanhos homogêneos é um fator importante que pode interferir na qualidade da aplicação de defensivos agrícolas (Vitória et al., 2022a). Entretanto, muitas vezes há mais importância no produto fitossanitário a ser aplicado e pouca importância se dá à técnica de aplicação. Nesse contexto, verifica-se a necessidade de estudos complementares sobre a influência da pressão de trabalho na formação do espectro de gotas pulverizadas. Portanto, objetivou-se neste trabalho, avaliar o espectro de gotas da ponta de pulverização hidráulica tipo jato plano com indução de ar modelo TTI-110025 submetidas às diferentes pressões de trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas, localizado na Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil. As coordenadas do local do experimento são 22°33' S e 42°52' W. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwb, mesotérmico úmido com verões chuvosos e invernos secos.

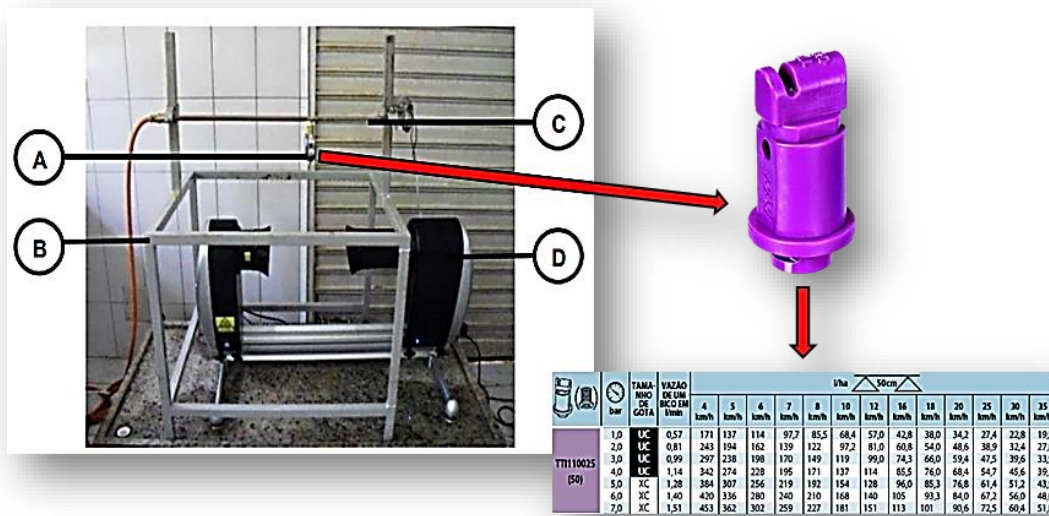
Foi avaliada a ponta de pulverização hidráulica do tipo jato plano com indução de ar, fabricada pela TeeJet® modelo TTI-110025, confeccionada inteiramente em polímero, ângulo 110°, com pressão ajustável de 100 a 700 kPa e vazão de 0,57 a 1,51 L/min⁻¹ correspondente a cada pressão, ideal para pulverizações com a altura de 0,5 m do solo, indicadas para aplicações de herbicidas.

A análise do espectro de gotas foi realizada de forma direta utilizando água. Para isso, utilizou-se um analisador de gotas em tempo real Spraytec® (*Malvern Spraytec Real Time Droplet Sizing System*), disposto de uma unidade óptica constituída por uma lente focal. Para determinar o espectro de gotas da ponta TTI-110025, utilizou-se uma lente focal de 750 mm, configurada para contabilizar gotas com diâmetro entre 0,1 e 2.500 μm em um tempo de leitura de 1,5 segundos. A Figura 1 apresenta a estrutura para determinar o espectro de gotas da ponta TTI-110025 utilizada no experimento.



Citação (APA): Ribeiro, J. R. D., Ribeiro, L. F. O., Santos, T. G., dos., Nunes, J. G. P., Ribeiro, M. F., Júnior., & Vitória, E. L. da. (2023). Espectro de gotas da ponta de pulverização TTI- 110025 sob diferentes pressões de trabalho. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(2), 161-169.

Figura 1. Estrutura para determinar o espectro de gotas. A. Ponta de pulverização hidráulica (ponta TTI-110025 e catálogo TeeJet®); B. Estrutura metálica; C. Estrutura simulando uma barra de pulverização; D. Analisador de partícula a laser.



Fonte: Autores.

As pontas foram ajustadas em uma barra de pulverização, a 0,5 m de distância do feixe de laser e movimentadas para possibilitar que todo o jato fique exposto ao feixe durante a leitura. Foi necessária a utilização de um motoredutor elétrico, localizado em uma das extremidades da barra, marca Bosch, modelo CEP, 12 V e torque máximo de 48 N, acionado por uma chave elétrica para que esse movimento fosse efetuado. A pressão hidráulica se manteve constante através do ar comprimido oriundo de um compressor controlado por um manômetro da marca Ferrabrás com precisão de 20 kPa. O experimento foi realizado em ambiente protegido; as condições ambientais foram: temperatura do ar entre 20 a 23°C, umidade relativa do ar entre 75 e 81% e ausência de ventos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), sendo representados pelas pressões de 200, 300, 400 500 e 600 kPa (pressões dentro da faixa recomendada pelo fabricante), com quatro repetições. A Tabela 1 dispõe os dados dos tratamentos experimentais.

Tabela 1. Tratamentos experimentais.

Tratamentos	Pressão de trabalho (kPa)	Vazão (L/min ⁻¹)*
T1	200	0,81
T2	300	0,99
T3	400	1,14
T4	500	1,28
T5	600	1,40

*vazão da ponta correspondente a cada pressão durante a realização do experimento. Fonte: Autores.



Citação (APA): Ribeiro, J. R. D., Ribeiro, L. F. O., Santos, T. G., dos., Nunes, J. G. P., Ribeiro, M. F., Júnior., & Vitória, E. L. da. (2023). Espectro de gotas da ponta de pulverização TTI- 110025 sob diferentes pressões de trabalho. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(2), 161-169.

Os seguintes parâmetros foram avaliados: diâmetro da mediana volumétrica (DMV μm); $D_{v0.1}$ diâmetro de gotas tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor; $D_{v0.9}$ diâmetro de gotas tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas menores que esse valor; coeficiente que determina a homogeneidade da população de gotas chamado de amplitude relativa (AR); porcentagem do volume de gotas com diâmetro abaixo de 100 μm ($\% < 100 \mu\text{m}$); e porcentagem do volume de gotas com diâmetro acima de 500 μm ($\% V > 500 \mu\text{m}$).

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indica que houve interação entre as pressões de trabalho em todas as variáveis analisadas, sendo significativos entre 1 e 5% (Tabela 2). Dessa forma, as variâncias não são homogêneas, bem como os resíduos não são independentes e há rejeição da hipótese de igualdade entre os tratamentos.

Tabela 2. Análise de Variância (Anova) do espectro de gotas.

Variáveis =	$D_{v0.1}$ (μm)	DMV (μm)	$D_{v0.9}$ (μm)	AR	$\%V < 100 \mu\text{m}$	$\%V > 500 \mu\text{m}$
F	4,86*	158,23**	80,35**	68,0**	4,68*	5,46**
CV (%)	4,85	3,54	2,67	2,15	23,11	5,93

F valor do F calculado; CV(%): Coeficiente de Variação; *significativo ao nível $p < 0,05$, ** significativo ao nível $p < 0,01$. Fonte: Autores.

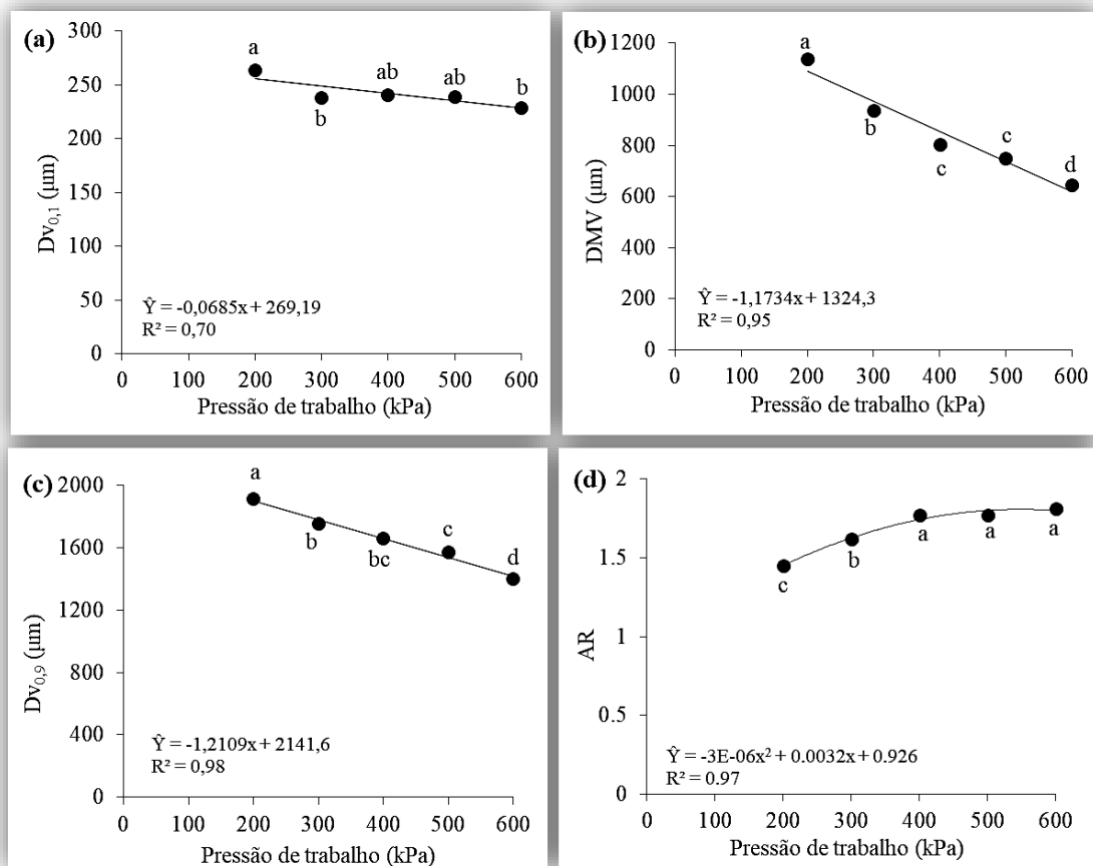
Os valores do $D_{v0.1}$ entre as pressões de 300 e 500 kPa apresentaram similaridade entre si, 237, 240, 239 μm , respectivamente (Figura 2a). Os valores do $D_{v0.9}$ (Figura 2c) seguem a mesma conformidade da variável anterior, indicando que pressões de trabalho próximas têm pouca variação no tamanho de gota. A menor pressão (200 kPa) em ambas as variáveis, proporcionou o maior tamanho de gota, indicando que 10% do líquido pulverizado possui gotas menores que 263 μm , e na mesma pressão, o $D_{v0.9}$ proporcionou o tamanho de gota de 1910 μm , indicando que 90% do líquido pulverizado possui gotas menores que esse tamanho. Durante avaliação do espectro de gotas, Cunha et al. (2007) observaram comportamento semelhante nas pontas de pulverização API 110-02, -04 e ADI 110-02, no qual a menor pressão (200 kPa) proporcionou maiores valores médios do $D_{v0.1}$, $D_{v0.9}$ e DMV.

No Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV) (Figura 2b), à medida que se diminui a pressão, os valores do diâmetro de gotas foram maiores, todavia, quando há incremento na pressão, os valores tendem a ser menores. Por exemplo, na pressão de 200 kPa o DMV foi maior (1.139 μm), entretanto, na pressão de 600 kPa o DMV foi o menor (645 μm), diferença significativa de 494 μm , equivalente a 43,37% maior. Resultados similares foram observados por Viana et al. (2010), utilizando pontas com indução de ar. Na prática, a relação do DMV é inversamente proporcional às variáveis de eficiência da aplicação, ou seja, quanto maior o tamanho da gota, menor será a cobertura, densidade e deposição de gotas no alvo desejado, conforme observado recentemente por Ribeiro et al. (2023b).



Os valores de DMV precisam ser analisados conjuntamente com a amplitude relativa para caracterizar a homogeneidade da aplicação (Vitória & Campanharo, 2016; Machado et al. 2019). Observou-se que quanto menor a pressão, os valores da AR foram menores (Figura 2d), indicando maior homogeneidade da aplicação, uma vez que, quanto menor o valor da amplitude relativa, mais homogêneo será o espectro das gotas (Viana et al., 2010). Todas as pressões mostraram heterogeneidade na amplitude relativa, com valores entre 1.45 a 1.80, semelhantemente aos resultados observados por Cunha et al. (2010), analisando a ponta TTI-11002 e Sasaki et al. (2016) com pontas AI 3070-015VP e AI 3070-02VP, todas com indução de ar.

Figura 2. Espectro de gotas produzidos pela ponta com indução de ar TTI-110025 em diferentes pressões de trabalho. (a) $Dv_{0.1}$ (μm); (b) DMV (μm); (c) $Dv_{0.9}$ (μm); (d) Amplitude Relativa (AR)



***. Coeficiente de regressão significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: autores.

Observa-se que, tanto no $Dv_{0.1}$ e $Dv_{0.9}$ quanto no DMV, à medida que a pressão aumenta, maior é a quantidade do líquido pulverizado que passa pelo orifício da ponta, havendo maior fracionamento de gotas em tamanhos reduzidos, de forma contrária acontece quando a pressão diminui. Soela et al. (2021) e Ribeiro e Vitória (2022), verificaram o mesmo efeito utilizando um pulverizador costal pressurizado a CO_2 em mudas de café conilon e um pulverizador hidropneumático na cultura da macadâmia, respectivamente. Nesse sentido, o tamanho de gota possui impacto diretamente na eficácia das aplicações de herbicidas, visto



que, dependendo da característica do produto, se é de contato ou sistêmico, definirá o tamanho médio das gotas a ser aplicado e conseqüentemente na seleção da ponta de pulverização.

Os herbicidas de contato atuam apenas no local onde o líquido é pulverizado, nesse caso a maior cobertura por gotas com diâmetros menores é preferível, entretanto, os herbicidas sistêmicos são absorvidos e translocados para o interior da planta, que na maioria das vezes, gotas com diâmetros maiores são suficientes. Por exemplo, Butts et al. (2019) utilizando uma mistura de Dicamba + Glyphosate, ambos sistêmicos, no controle de plantas daninhas, concluíram que o tamanho de gota de 620 μm pode manter 90% da mortalidade das plantas daninhas e mitigar os riscos potenciais de deriva. Minguela e Cunha (2010), estabeleceram critérios de tamanho de gotas para herbicidas, sendo que, o diâmetro de gota mínimo de 150 μm e o máximo de 500 μm é preferível em herbicidas de pré-emergência, contato e sistêmico.

Gotas com maiores diâmetros são facilmente encontradas em pontas com indução de ar, como na ponta TTI-110025. Explica-se isso, visto que, o pré-orifício antes da saída da ponta, faz com que o ar se preencha às gotas, por ter essa característica, as gotas tendem a ser maiores, conforme descrito por Ribeiro et al. (2023a) utilizando a ponta AI 11002VS. Além disso, outra característica típica de pontas com indução de ar é a redução da deriva primária em virtude do maior diâmetro de gotas (Hunter et al., 2020; Lamare et al., 2022), evitando o risco potencial de fitotoxicidade por deriva de herbicida nas plantas cultivadas, que por sua vez é extremamente indesejável nos cultivos agrícolas. Outros estudos elucidam essa afirmação, tal como, Vitória et al. (2019) na cultura da abóbora e recentemente por Vitória et al. (2022) na cultura da melancia, ambos os estudos utilizando as pontas de pulverização AITJ60 -1102 VP e -11025 VP, no qual proporcionou maiores diâmetros de gotas e menor percentual de gotas menores que 100 μm , evitando a deriva de pulverização em ambas as culturas.

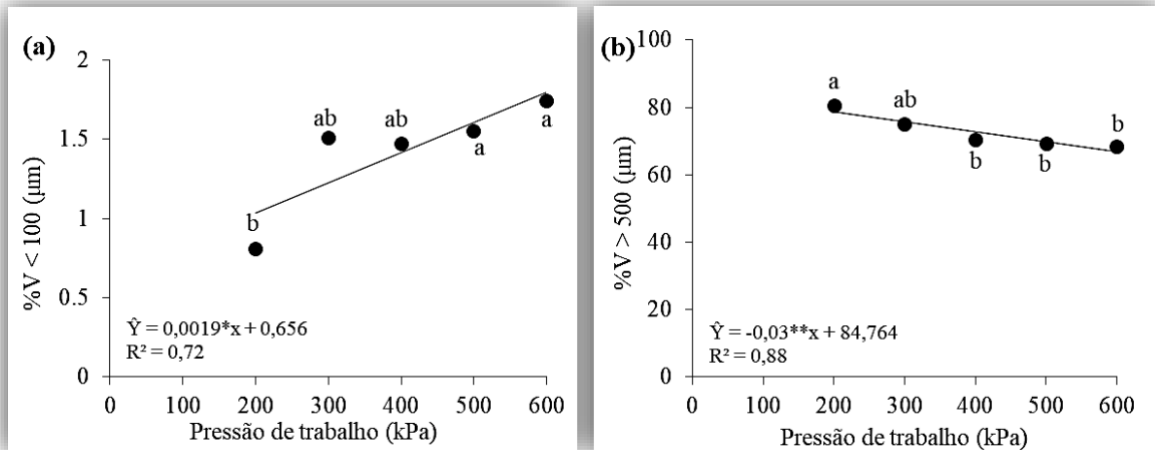
Os maiores valores de porcentagem de gotas menores que 100 μm foram encontrados quando houve aumento da pressão (Figura 3a), dado que, quanto maior a pressão, menor será o tamanho de gota, e conseqüentemente maior será a cobertura de gotas, conforme observados com os valores de DMV. Entretanto, o risco de deriva primária durante as aplicações estão intimamente relacionadas ao tamanho de gota (Hilz & Vermeer, 2013). Observou-se que gotas abaixo de 100 μm são altamente sujeitas à deriva, sendo facilmente transportadas pelo vento e em condições de alta temperatura e baixa umidade relativa ficam mais propícias à evaporação. Cunha et al. (2003) afirmam que valores inferiores a 15% do volume pulverizado composto por gotas <100 μm são adequadas para uma aplicação segura.

Inversamente à variável anterior, na porcentagem de gotas maiores que 500 μm (Figura 3b), os maiores valores são encontrados à medida que se diminui a pressão. Esses valores elevados potencializam as perdas por escorrimento, que durante as aplicações via pulverização é chamado de endoderiva, no qual há perda da calda de pulverização para o solo por escorrimento dentro da área do alvo, que na maioria das vezes está associada à grandes taxas de aplicação e gotas de maiores diâmetros. Por exemplo, Sossai et al. (2020) verificaram que



a ponta AI110015 apresentou menores depósitos nas plantas daninhas e simultaneamente aumentou a endoderiva, por possuir maior diâmetro de gota. Nesse caso, durante as pulverizações o uso de adjuvantes é fundamental, a fim de alcançar maior eficiência no momento da cobertura de gotas sob o alvo desejado (Camolese & Baio, 2016).

Figura 3. (a) % < 100 (µm); (b) % V > 500 (µm).



*, **. Coeficiente de regressão significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F; letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autores.

Embora os resultados do presente estudo tenham sido significativos no diâmetro de gotas da ponta TTI-110025, poucos estudos esclarecem a interação da pressão de trabalho no espectro de gotas, bem como nos possíveis impactos ambientais. Nesse sentido, outros estudos experimentais são necessários para elucidar a interação entre a pressão de trabalho e demais parâmetros operacionais da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes foliares, a fim de aumentar a eficiência das aplicações e analisar conjuntamente a eficácia da aplicação no controle de pragas, doenças, plantas daninhas e na aplicação de fertilizantes foliares.

4. CONCLUSÃO

O aumento da pressão de trabalho resultou na diminuição do espectro de gotas na distribuição volumétrica por classe de tamanho ($Dv_{0.1}$, DMV, $Dv_{0.9}$) e na porcentagem do volume de gotas com diâmetro maior que 500 µm.

O potencial de escorrimento em aplicações pós-emergentes com essa ponta foi elevado já que a porcentagem do volume de gotas com diâmetro >500 µm atingiram valores considerados (68,47 a 80,52%).

Sugere-se operar a ponta TTI-110025 utilizando a pressão de 600 kPa, desde que as características do produto fitossanitário, equipamento pulverizador, condições climáticas, alvo desejado e as condições da área permitem tais condições.

6. REFERÊNCIAS

Baesso, M. M., Teixeira, M. M., Ruas, R. A. A., Baesso, R. C. E. (2014). Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. *Revista Ceres*, 61(suppl), 780-785. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000003>

Butts, T., Samples, C., Franca, L., Dodds, D., Reynolds, D., Adams, J., & Kruger, G. (2019). Droplet size impact on

efficacy of a Dicamba-plus-Glyphosate mixture. *Weed Technology*, 33(1), 66-74. <https://doi.org/10.1017/wet.2018.118>

Camolese, H. da. S., & Baio, F. H. R. (2016). Deposição de calda aplicada em volume reduzido no período noturno na cultura do algodoeiro. *Revista Agrarian*, 9(34), 365-373.



Citação (APA): Ribeiro, J. R. D., Ribeiro, L. F. O., Santos, T. G., dos., Nunes, J. G. P., Ribeiro, M. F., Júnior., & Vitória, E. L. da. (2023). Espectro de gotas da ponta de pulverização TTI- 110025 sob diferentes pressões de trabalho. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(2), 161-169.

<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4423/3678>

Cunha, J. P. A. R., Bueno, M. R., & Ferreira, M. C. (2010). Espectro de gotas de pontas de pulverização com adjuvantes de uso agrícola. *Planta Daninha*, 28(Planta daninha, 2010 28(spe)), 1153-1158. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000500023>

Cunha, J. P. A. R., Teixeira, M. M., Coury, J. R., & Ferreira, L. R. (2003). Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, 21(Planta daninha, 2003 21(2)), 325-332. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582003000200019>

Cunha, J. P., Teixeira, M. M., & Fernandes, H. C. (2007). Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. *Engenharia Agrícola*, 27, 10-15. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000200002>

Guo S, Li J, Yao W, Zhan Y, Li Y, Shi Y. (2019). Características de distribuição na deposição de gotículas de vórtice de campo de vento formado por UAV multi-rotor. *PLoS ONE*, 14 (7): e0220024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220024>

Hilz, E. & Vermeer, A. W. (2013). Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. *Crop Protection*, 44, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.10.020>

Hunter, J. E., Gannon, T. W., Richardson, R. J., Yelverton, F. H., & Leon, R. G. (2020). Coverage and drift potential associated with nozzle and speed selection for herbicide applications using an unmanned aerial sprayer. *Weed Technology*, 34(2), 235-240. <https://doi.org/10.1017/wet.2019.101>

Lamare, A., Zwertvaegher, I., Nuytens, D., Balsari, P., Marucco, P., Grella, M., Caffini, A., Mylonas, N., Fountas, S., & Douzals, J. P. (2022). Performance of a Prototype Boom Sprayer for Bed-Grown Carrots Based on Canopy Deposition Optimization, Ground Losses and Spray Drift Potential Mitigation in Semi-Fiel Conditions. *Applied Sciences* (Switzerland), 12(9). <https://doi.org/10.3390/app12094462>

Machado, T. M., Barbosa, M. F., Rezende, A. V. S. de, & Bueno, R. S. (2019). Pontas tipo cone com variação da taxa de aplicação e velocidade na cultura do algodoeiro. *Nativa*, 7(3), 301-305. <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i3.7528>

Minguela, J. V. & Cunha, J. P. A. R., da. (2010). *Manual de aplicação de produtos fitossanitários*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 588p.

Queiroz, M. F. P. D. (2018). *Espectro de gotas e características físicas de caldas com adjuvantes tensoativos e os herbicidas glyphosate e 2, 4-D, isolados e em mistura*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11449/153860>

Ribeiro, L. F. O., Ribeiro, M. E. A., Santos, T. M., Aiala, M. L. C., & Vitória, E. L. da. (2023a). Pulverização simulada de herbicida nas entrelinhas da cultura da pimenta-do-reino. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 9(1), 41-55. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v9i1.39943>

Ribeiro, L. F. O., Vitória, E. L. D., Soprani Júnior, G. G., Chen, P., & Lan, Y. (2023b). Impact of Operational Parameters on Droplet Distribution Using an Unmanned Aerial Vehicle in a Papaya Orchard. *Agronomy*, 13(4), 1138. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041138>

Ribeiro, L. F. O. & Vitória, E. L. da. (2022). Qualidade de pulverização hidropneumática na cultura da macadâmia. *Agrotrópica* (Itabuna), 34(1), 81-88. <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2022v34n1p81-88>

Richardson, B., Rolando, C. A., Somchit, C., Dunker, C., Strand, T. M., & Kimberley, M. O. (2020). Swath pattern analysis from a multi-rotor unmanned aerial vehicle configured for pesticide application. *Pest Manag Sci*, 76(4), 1282-1290. <https://doi.org/10.1002/ps.5638>

Sasaki, R. S., Teixeira, M. M., Maciel, C. F. S., Alvarenga, C. B., & Forastiere, P. R. (2016). Espectro das gotas produzidas por pontas de jato plano duplo defasado com indução de ar. *Engenharia Na Agricultura*, 24(3), 211-218. <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i3.618>

Soela, D. M., Vitória, E. L., da, Falqueto, A. R., Freitas, I. L. de J., Braga, P. C. S., & Simon, C. A. (2021). Efeito de diferentes pontas e pressões de pulverização na aplicação de carbonato de cálcio em mudas de café conilon. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(5), 93-102. <https://doi.org/10.47456/bjpe.v7i5.36054>

Sossai, J. V., Vitória, E. L. Da, Lourenço, I., Freitas, J., Locatelli, T., Das, E., & Lacerda, G. (2020). Deposition and endo-and exodrifts in simulated herbicide spraying in Conilon coffee inter-rows. In *Research Inventy: International Journal of Engineering and Science*, 10(11), 38-44. Recuperado de www.researchinventy.com

Viana, R. G., Ferreira, L. R., Ferreira, M. C., Teixeira, M. M., Rosell, J. R., Tuffi Santos, L. D., & Machado, A. F. L. (2010). Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. *Planta Daninha*, 28, 439-446. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000200024>

Vitória, E. L. D., Krohling, C. A., Borges, F. R. P., Ribeiro, L. F. O., Ribeiro, M. E. A., Chen, P., ..., & Furtado Júnior, M. R. (2023). Efficiency of Fungicide Application an Using an Unmanned Aerial Vehicle and Pneumatic Sprayer for Control of *Hemileia vastatrix* and *Cercospora coffeicola* in Mountain Coffee Crops. *Agronomy*, 13(2), 340. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020340>

Vitória, E. L., da. & Leite, J. (2014). Espectro de gotas de pontas de pulverização de jato cônico vazio. *Enciclopedia Biosfera*, 10(18). Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2777>

Vitória, E. L. da, Crause, D. H., Freitas, I. L. D. J., Locatelli, T., Lacerda, E. D. G., Valle, J. M., ..., & Freitas, S. D. P. (2019). Droplet spectrum produced in pumpkin cultures submitted to different forms of spraying. *Journal of Agricultural Science* (Toronto), 11(14), 56-64. <https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/40354>

Vitória, E. L., da, Souza A., D., d., Rossi, M. T., Favero, R. G., Fernandes, A. A., Silva, M. B., da, ... & Graça L., É., da. (2022). Spray Deposition on Watermelon Crop in Aerial and Ground Application. *Journal of Agricultural Science*, 14(3). <https://doi.org/10.5539/jas.v14n3p172>

Vitória, E. L., da. & Campanharo, A. (2016). Amostra de etiquetas de papel hidrossensíveis para determinação de espectro de gotas em pulverização no cafeeiro canéfora. *Coffee Science*, 11(3), 368-374. Recuperado de <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8032>

