



# ANÁLISE DO TAMANHO DOS FILMES LÍQUIDOS FORMADOS NO JATO DE PULVERIZAÇÃO DE PONTAS DE JATO PLANO E SUA INFLUÊNCIA NO DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO

Marcella Guerreiro de Jesus<sup>1</sup>, Ulisses R. Antuniassi<sup>2</sup>, Raquel Berna<sup>3</sup> & Fernando K. Carvalho<sup>4</sup> & Alisson A. Motta<sup>5</sup>

**RESUMO:** Muitas são as variáveis que interferem no espectro das gotas formadas em uma pulverização agrícola, a padronização do tamanho de gotas interfere de forma significativa no resultado final de uma aplicação. O objetivo do trabalho foi analisar o comprimento dos filmes líquidos obtidos no momento da saída da calda na ponta de pulverização de jato plano XR 11002 e sua influência no tamanho das gotas produzidas. Os tratamentos foram constituídos de misturas contendo fungicidas e adjuvantes, as quais foram pulverizadas em uma pressão de 300 kPa. O diâmetro mediano volumétrico (DMV) foi determinado em analisador de gotas por difração de laser e os comprimentos dos filmes líquidos gerados nos jatos de pulverização foram determinados por videografia e análise digital das imagens. A correlação entre os dados de DMV e o comprimento do filme líquido foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson. Os resultados mostraram coeficientes de correlação significativos entre o comprimento do filme líquido e o DMV na pulverização formada pela pontas XR 11002. A substituição de óleos por adjuvantes não oleosos resultou em redução do DMV gerado na aplicação de fungicidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** espectro de gotas, pontas de pulverização, defensivos agrícolas.

## ANALYSIS OF THE SIZE OF LIQUID SHEET FORMED IN FLAT FAN NOZZLES AND ITS INFLUENCE ON THE VOLUME MEDIAN DIAMETER

**ABSTRACT:** There are many variables that interfere with the spectrum of droplets formed in an agricultural spray, the droplet size has a significantly interfere with the final result of an application. The objective of this work was to analyze the length of the liquid films obtained at the moment the solution exit the XR 11002 flat jet spray tip and its influence on the size of the droplets produced. The treatments were composed of mixtures containing fungicides and adjuvants, which were sprayed at a pressure of 300 kPa. The volumetric median diameter (DMV) was determined in a laser diffraction drop analyzer and the lengths of the liquid films generated in the spray nozzles were determined by videography and digital analysis of the images. The correlation between the DMV data and the liquid film length was analyzed using the Pearson correlation coefficient. The results showed significant interference with the correlation coefficients between the liquid film length and the DMV in the spray formed by the XR 11002 nozzles. The substitution of oils with non-oily adjuvants resulted in reduction of the DMV generated in the application of fungicides.

**KEYWORDS:** Droplet spectra, nozzles, pesticides.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de pulverização em uma ponta de jato plano envolve a fragmentação de um filme líquido da solução que é gerado pela passagem do fluido pelo orifício da ponta, produzindo o espectro de gotas (QUIN et al., 2010). Segundo Jesus (2014), quanto maior o comprimento dessa lâmina líquida, menores serão as gotas produzidas, e vice-versa. Miller et al. (1995) discutem a influência de adjuvantes nas caldas de pulverização e identificam a diminuição do comprimento dos filmes líquidos como um fator que pode levar à redução do risco de deriva, em função do aumento do

tamanho das gotas. Segundo Butler Ellis et al. (1997), a espessura do filme líquido e seu desmembramento estão relacionados com a composição da calda. Destacam os autores que quando se utiliza um produto solúvel em água, esse fator prolonga o tamanho desse filme líquido, mas a utilização de um produto emulsionável resulta em filmes curtos, alterando o DMV (diâmetro mediano volumétrico) das gotas. Segundo Quin et al. (2010), apesar dos parâmetros de seleção da ponta serem fatores-chave para definir este espectro, as propriedades físicas da solução pulverizada também têm efeitos significativos sobre a distribuição de tamanhos de gota para vários tipos de pontas. Estes autores destacam que uma dessas propriedades é a inclusão de uma fase de óleo, sob a forma de emulsão, mas observam que os mecanismos deste efeito não são completamente conhecidos. O efeito de emulsões de óleo-em-água sobre o espectro já foi demonstrado por Miller (2000), que reforça a

<sup>1, 2, 3, 4 e 5</sup> Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA/UNESP, Botucatu, SP. E-mails: [marcellaguerreiro@hotmail.com](mailto:marcellaguerreiro@hotmail.com) ; [ulisses@fca.unesp.br](mailto:ulisses@fca.unesp.br) ; [abm\\_mota@hotmail.com](mailto:abm_mota@hotmail.com) ; [fernandokassis@hotmail.com](mailto:fernandokassis@hotmail.com)

importância da composição da calda no processo de formação e rompimento do filme líquido. O objetivo do trabalho foi analisar o comprimento dos filmes líquidos formados na pulverização gerada pelas pontas de jato plano de acordo com as caldas pulverizadas e sua influência no tamanho das gotas produzidas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A Tabela 1 apresenta a nomenclatura adotada para a identificação dos produtos utilizados. A ponta selecionada foi a XR 11002, pulverizando na pressão de 300 kPa. Os tratamentos foram constituídos por misturas em tanque contendo fungicidas e adjuvantes (Tabela 2).

**Tabela 1** - Descrição dos produtos comerciais utilizados

Produto	Fabricante	Função	Nomenclatura
Fox	Bayer	Fungicida	F
Aproach Prima	DuPont	Fungicida	AP
Nimbus	Syngenta	Adjuvante óleo mineral	NB
Aureo	Bayer	Adjuvante óleo vegetal modificado	AU
In-Tec	Inquima	Adjuvante surfactante	IT
TA 35	Inquima	Adjuvante multifuncional	TA

**Tabela 2** - Descrição dos tratamentos, de acordo com a nomenclatura adotada para os produtos comerciais descritos na Tabela 1.

Nomenclatura	F (L p.c. ha <sup>-1</sup> )	AU (L p.c. ha <sup>-1</sup> )	TA (mL ha <sup>-1</sup> )	IT (mL ha <sup>-1</sup> )
F + AU	0,4	0,2	-	-
F + 1/2 AU + TA30	0,4	0,1	30	-
F + TA50	0,4	-	50	-
F + 1/2 AU + IT50	0,4	0,1	-	50
F + IT50	0,4	-	-	50
	AP (L p.c. ha <sup>-1</sup> )	NB (L p.c. ha <sup>-1</sup> )	TA (mL ha <sup>-1</sup> )	IT (mL ha <sup>-1</sup> )
AP + NB	0,3	0,6	-	-
AP + 1/2 NB + TA30	0,3	0,3	30	-
AP + TA50	0,3	-	50	-
AP + 1/2 NB + IT50	0,3	0,3	-	50
AP + IT50	0,3	-	-	50

Estas misturas representam a adição de adjuvante recomendada pelo fabricante de cada fungicida (tratamentos F + AU e AP + NB) e tratamentos alternativos considerando a substituição parcial ou total da dose desse adjuvante, com taxa de aplicação de 50 L ha<sup>-1</sup>. As condições climáticas foram mantidas dentro das consideradas ideais, com temperaturas abaixo de 30°C e umidade relativa do ar acima de 50%. Nas condições de laboratório o vento é considerado nulo. As leituras do espectro de gotas foram realizadas com o analisador de partículas Mastersizer S®, Malvern Instruments Co. Nesta metodologia, a passagem das gotas pulverizadas pela região de amostragem do aparelho possibilita a medição do diâmetro pela difração do raio laser (SCHICK, 1997).

O filme líquido formado na ponta de pulverização foi analisado por meio de videografia e análise de imagens. A filmagem foi realizada com uma câmera modelo

Canon EOS 5D MARK II® e os vídeos totalizaram 3,05 segundos de filmagem cada.

Foram obtidas fotos consecutivas de cada calda filmada, por meio do programa de edição Movie Maker®. Após a obtenção das fotos instantâneas, para uma melhor visualização dos filmes líquidos utilizou-se a edição Image Adjust Brightness/Contrast do programa ImagemJ®. Posteriormente, foram efetuadas dez medições, uma em cada foto coletada anteriormente no programa Movie Maker®, conforme ilustrado na Figura 1.

A correlação entre os dados de DMV e o comprimento do filme líquido foi analisada dez vezes, através do coeficiente de correlação de Pearson. As médias obtidas em cada tratamento foram comparadas entre si através do cálculo do Intervalo de Confiança ao nível de 5% de probabilidade (IC95)

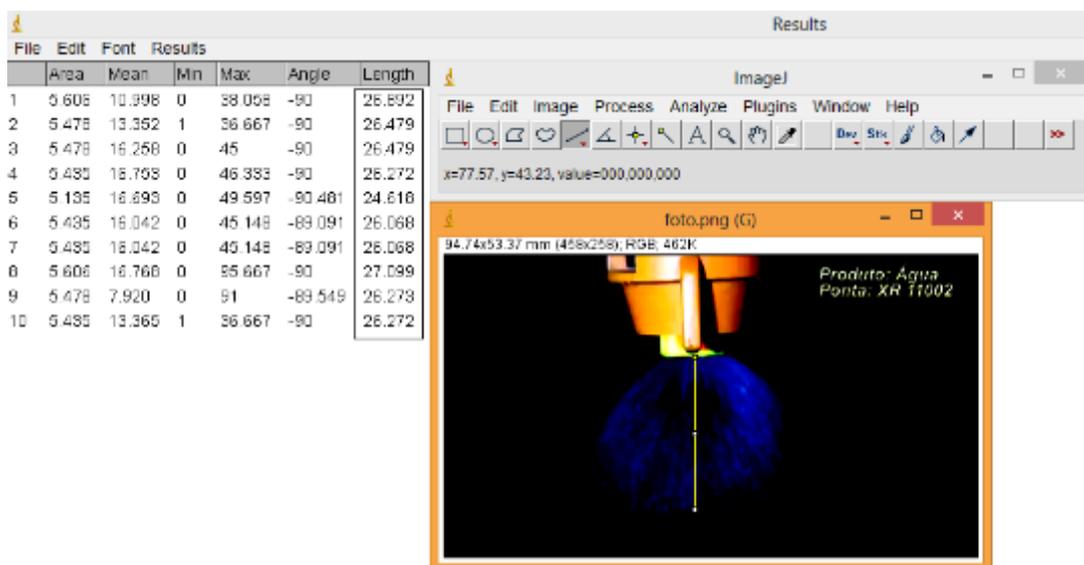


Figura 1 - Software de edição de imagens para determinação do comprimento do filme líquido.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os valores de diâmetro mediano volumétrico (DMV) são apresentados na Figura 2. Observa-se que o comportamento do DMV se mostrou semelhante para os dois fungicidas, de acordo com os tratamentos propostos. Em ambos os casos, a substituição parcial do adjuvante recomendado pelo fabricante (óleos adjuvantes) pelos adjuvantes não oleosos resultou em pouca ou nenhuma

interferência no DMV. Entretanto, quando a substituição do óleo na calda foi total, houve significativa redução nos valores de DMV, ou seja, quando a calda deixou de conter a emulsão, as gotas formadas ficaram menores. Este efeito reforça as observações de Butler Ellis et al. (1997), Miller (2000) e Quin et al. (2010) com relação à interferência das emulsões como líquido pulverizado no processo de geração de gotas para as pontas de jato plano.

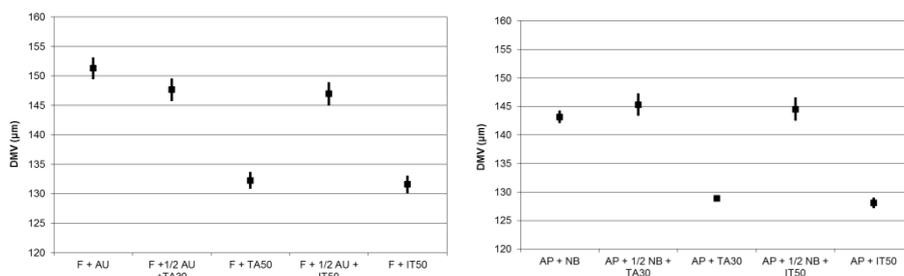
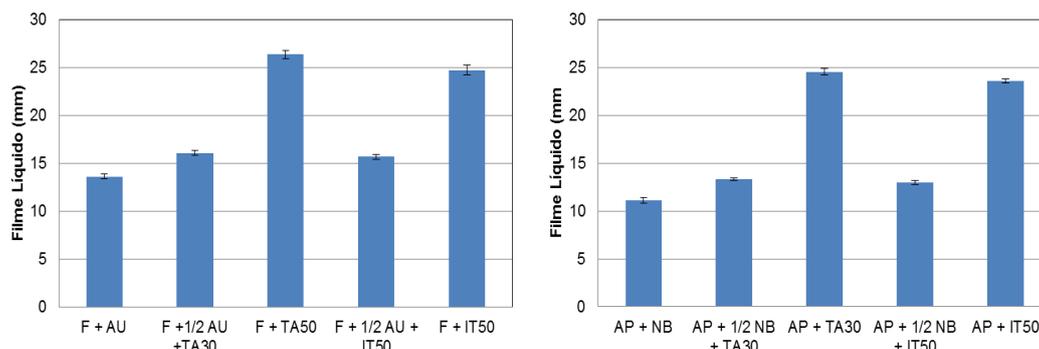


Figura 2 - Valores de diâmetro mediano volumétrico (DMV) obtidos na pulverização de cada tratamento com a ponta XR 11002 a 300 kPa. Os pontos representam as médias e as linhas verticais valotres do IC95.

A Figura 3 apresenta os resultados relativos à determinação do comprimento do filme líquido na pulverização gerada pela ponta XR 11002 de acordo com os tratamentos considerados. Observa-se que os filmes se apresentaram mais longos quando da ausência da emulsão, caso dos tratamentos onde os óleos recomendados pelos fabricantes dos fungicidas foi substituído pelos adjuvantes não oleosos. A Tabela 3 apresenta os coeficientes de correlação entre os

valores de DMV e dos comprimentos do filme líquido de acordo com os tratamentos propostos em cada fungicida. Observa-se que os coeficientes demonstram uma correlação inversa, forte e significativa entre os fatores (Ferreira, 2000), reforçando novamente as observações de Butler Ellis et al. (1997), Miller (2000), Quin et al. (2010) e Jesus (2014) com relação à correlação entre o comprimento do filme líquido e o DMV na pulverização formada nas pontas de jato plano.



**Figura 3** - Valores dos tamanhos dos filmes líquidos em milímetros obtidos na pulverização de cada tratamento com a ponta XR 11002 a 300 kPa. As barras representam as médias e as linhas verticais valores do IC95.

**Tabela 3** - Coeficiente de correlação ( $R$ ) e respectivos níveis de significância ( $p$ ) entre os valores de DMV e do comprimento do filme de líquido.

Fungicidas	$R$	$P$
Fox	-0,9908	$p < 0,0011$
Approach Prima	-0,9721	$p < 0,0056$

## 4 CONCLUSÃO

Foram determinados coeficientes de correlação significativos entre o comprimento do filme líquido e o DMV na pulverização formada nas pontas de jato plano. A ausência de emulsão na calda resultou em redução do DMV gerado na pulverização.

## 5 REFERÊNCIAS

BUTLER ELLIS, M. C.; MILLER, P. C. H.; TUCK, C. R. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural at fan nozzles. **Crop Prot.** v.16, p.41-50, 1997.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. Maceió: EDUFAL, 3ª ed. 422p. 2000.

JESUS M. G. **Caracterização da pulverização de mistura de tanque com diferentes pontas de jato plano**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

MILLER, P. C. H., BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R. The influence of adjuvants on droplet production. **New Zealand Forest Research Institute Bulletin (193) Fourth International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals**, Melbourne, Australia, p.3-6, October 1995.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, Guildford, v.19, p. 609-615, 2000.

QUIN, K.; CLOETER, M.; TANK, H.; WILSON, S.; LIU, L. "Modeling the Spray Atomization of Emulsion Embedded Agricultural Solutions". **Journal of ASTM International**, v.7, p.189-201, 2010.

SCHICK, R. J. **An engineer's practical guide drop size**. Wheaton: Spraying Systems, 1997. 28p.