

Eder Ricardo Bonadio Bellucci,  
Gustavo Migliorini de Oliveira,  
Lênio Cesar Moraes de  
Camargo, Otavio Jorge Grigoli  
Abi Saab

**EFEITO DE ADJUVANTES NA VAZÃO E  
PORCENTAGEM DE COBERTURA EM  
PULVERIZAÇÕES**

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de adjuvantes na vazão e porcentagem de cobertura para diferentes pontas de pulverização. Foi desenvolvido um experimento com delineamento em esquema fatorial 3 x 2, inteiramente casualizado, tendo como fatores a adição de adjuvantes à calda de pulverização e pontas de pulverização, respectivamente, avaliando-se a vazão proporcionada e a porcentagem de cobertura. As caldas de pulverização constituíram-se de água, água + adjuvante anti-deriva (2,50 mL L<sup>-1</sup>) e água + adjuvante espalhante adesivo (1,0 mL L<sup>-1</sup>). As pontas de pulverização estudadas foram XR 110-02 (jato plano com faixa ampliada) e TTJ60 110-02 (jato plano duplo). O experimento foi realizado em condições de ambiente fechado na Universidade Estadual de Londrina, apresentando temperatura e umidade relativa média de 21,5 °C e 75%, respectivamente. Os resultados indicaram interação significativa entre adjuvantes e pontas de pulverização tanto para vazão como para a porcentagem de cobertura. Observou-se variação na vazão para os diferentes tipos de calda, o que pode explicar as diferenças obtidas para a cobertura, haja vista, que os resultados foram semelhantes entre si.

**PALAVRAS-CHAVE:** papel hidrossensível, pontas de pulverização, tecnologia de aplicação.

EFFECT OF ADJUVANT IN THE FLOW RATE AND PERCENTAGE OF  
COVERAGE AT SPRAYS

**ABSTRACT:** This paper has the objective to evaluate the influence of adjuvants sprayed by different spray tips on the flow rate and percentage of coverage. It was developed an experiment, designed in a factorial 3 x 2, completely randomized. The factors were the adjuvants and spray nozzles, respectively. It was evaluated the flow rate and the percentage of coverage in water sensitive papers. The spray solution consisted of water, water + anti-drift adjuvant

Data de submissão: 05-05-2014

Data de aceite: 08-12-2014

(2.50 mL L<sup>-1</sup>) and water + adhesive spreader adjuvant (1.0 mL L<sup>-1</sup>). The spray tips studied were XR 110-02 (with extended range flat fan) and TTJ60 110-02 (double fan). The experiment was conducted in a closed ambient at the State University of Londrina, with temperature and relative humidity averaged of 21.5 °C and 75%, respectively. The results indicated significant interactions between adjuvants and spray tips for the flow rate and for the percentage of coverage evaluated. There was variation in the flow rate provided by the different types of adjuvants, which may explain the differences obtained for the coverage - the results were similar.

**KEYWORDS:** spray tips, water-sensitive papers, application technology.

## INTRODUÇÃO

A eficiência dos produtos fitossanitários depende do momento biológico de controle (“timing” de aplicação) e da tecnologia de aplicação adotada. A aplicação via líquida é a forma mais utilizada entre os agricultores devido a maior praticidade da operação e as diversas adequações que podem ser realizadas para cada situação de alvo e condições meteorológicas. O ponto primordial a ser considerado para uma aplicação adequada é a regulagem e a calibração dos equipamentos. Para tanto, os indicadores que devem ser considerados inicialmente são a velocidade de trabalho do pulverizador, a pressão de trabalho e a ponta de pulverização. Estes fatores devem ser considerados conjuntamente, porém a velocidade do pulverizador tem uma dependência maior do tipo de equipamento, situação topográfica do terreno e característica do alvo, enquanto que a pressão de trabalho e as pontas de pulverização estão atreladas a vazão e ao tamanho de gota que se deseja gerar. Em condições meteorológicas de altas temperaturas e baixas umidades relativas do ar, quanto menor o tamanho da gota maior é a possibilidade de evaporação destas antes de atingir o alvo, bem como são sujeitas a deriva pela ação do vento (Câmara et al., 2008), podendo resultar, contudo, em redução na eficiência de controle e contaminação ambiental (Costa et al., 2007).

Existem ainda inúmeros produtos no mercado denominados genericamente como adjuvantes, podendo ser tanto um componente do produto fitossanitário formulado como produtos adicionados junto à calda de pulverização posteriormente. Estes podem tanto reduzir a tensão superficial da calda de pulverização, o que pode diminuir o tamanho de gotas, como podem aumentar o tamanho de gotas reduzindo a deriva (Iost & Raetano, 2010; Spanoghe et al., 2007; Costa, 2006; Butler Ellis & Miller, 1997)

Baseados nestes aspectos, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da adição de adjuvantes adicionados à calda de pulverização na vazão e porcentagem de cobertura proporcionada diferentes pontas de pulverização.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi desenvolvido um experimento com delineamento experimental em esquema fatorial 3 x 2, inteiramente casualizado, tendo como fatores a adição de adjuvantes à calda de pulverização e pontas de pulverização, respectivamente. As caldas de pulverização constituíram-se de água, água + adjuvante anti-deriva (2,50 mL L<sup>-1</sup>) e água + adjuvante espalhante adesivo (1,0 mL L<sup>-1</sup>). As pontas de pulverização estudadas foram XR 110-02 (jato plano com faixa ampliada) e TTJ60 110-02 (jato plano duplo).

O experimento foi realizado em condições de ambiente fechado na Universidade Estadual de Londrina, apresentando temperatura e umidade relativa média de 21,5 °C e 75%, respectivamente. As pulverizações foram realizadas por meio de um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> com apenas uma ponta de pulverização, sob a pressão de trabalho de 300 kPa, estando o manômetro devidamente aferido. A vazão de cada tratamento foi verificada quatro vezes, gerando quatro repetições, através da mensuração do volume coletado em uma proveta graduada por um período de 60 segundos. Avaliou-se ainda, entre os diferentes tratamentos, a porcentagem de cobertura das pulverizações em papéis hidrossensíveis dispostos sobre o solo um ao lado do outro no sentido do deslocamento do pulverizador, tendo oito repetições cada tratamento. As aplicações foram efetuadas a uma altura de 0,50 metros na velocidade aproximada de 4 km h<sup>-1</sup>. Após as aplicações, os papéis foram digitalizados em um scanner de mesa com 300 dpi de resolução, sendo as imagens posteriormente analisadas pelo software Conta-Gotas (Canteri et al., 2001). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguido do teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram que houve interações significativas entre os fatores ponta de pulverização e uso de

adjuvantes, tanto para vazão como para porcentagem de cobertura. Este fato denota que a vazão e a porcentagem de cobertura das pulverizações sofreram influência concomitante do uso de adjuvantes e das pontas de pulverização utilizadas.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados relativos a vazão entre os tratamentos estudados. Evidencia-se que a ponta TTJ60 110-02 apresentou maior vazão em relação à XR 110-02 para todos os tipos de calda estudados, o que pode ser decorrente da influência dos diferentes tipos de calda aplicados, uma vez que as pontas de pulverização eram novas. A vazão das aplicações da calda composta de água + adjuvante espalhante adesivo, para a ponta XR 110-02, resultou em valores significativamente maiores que da água isoladamente e de água + adjuvante anti-deriva. Para esta mesma ponta a calda composta de apenas água apresentou ainda maior vazão que água + adjuvante anti-deriva. Já para a ponta TTJ60 110-02, a calda composta de água + adjuvante espalhante adesivo também resultou em maior vazão do que os demais tipos de calda, não apresentando, contudo, diferença significativa entre água e água + adjuvante anti-deriva.

**Tabela 1** Vazão ( $\text{mL min}^{-1}$ ) em função do uso de adjuvantes e pontas de pulverização

	XR 110-02	TTJ60 110-02	Média
Água + adjuvante anti-deriva	775,0 Bc	797,0 Ab	786
Água	767,5 Bb	800,0 Ab	783,7
Água + adjuvante espalhante adesivo	802,5 Ba	812,5 Aa	807,5
Média	781,7	803,2	
CV (%)		0,52	

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados referentes à porcentagem de cobertura. A ponta XR 110-02 promoveu maior cobertura do que a ponta TTJ60 110-02 para todos os tipos de caldas. Este fato se deve principalmente aos diferentes tamanhos de gota gerados, pois segundo o fabricante a ponta XR 110-02 na pressão de trabalho estudada gera gotas classificadas como finas, enquanto que a ponta TTJ60 110-02 gera gotas classificadas como grossas. Os resultados da porcentagem de cobertura apresentaram-se da mesma forma que para a vazão, ou

seja, considerando a ponta XR 110-02, os maiores valores foram obtidos pela água + espalhante adesivo, seguido da calda composta apenas de água e da calda composta de água + adjuvante anti-deriva. Considerando a ponta de pulverização TTJ60 110-02, a calda com água + adjuvante espalhante adesivo promoveu maior cobertura do que a calda composta apenas de água e a calda com água + adjuvante anti-deriva, que por sua vez, não diferiram entre si.

**Tabela 2** Porcentagem de cobertura em função do uso de adjuvantes e pontas de pulverização

	XR 110-02	TTJ60 110-02	Média
Água + adjuvante anti-deriva	34,62 Ac	34,62 Ac	34,62 Ac
Água	56,75 Ab	24,00 Bb	40,37
Água + adjuvante espalhante adesivo	63,12 Aa	43,87 Ba	43,87 Ba
Média	51,49	32,54	
CV (%)		11,26	

\*Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adição de produtos químicos altera as propriedades físico-químicas da água podendo resultar em determinadas consequências para a tecnologia de aplicação. Esta prerrogativa é embasada em resultados encontrados na literatura científica (Iost & Raetano, 2010; Spanoghe et al., 2007; Butler Ellis & Miller, 1997), que constataram que o uso de adjuvantes que reduzem a tensão superficial dos líquidos pode reduzir o tamanho de gotas pulverizadas. Estes adjuvantes aumentam ainda o percentual de cobertura das gotas sobre o alvo, uma vez que estas apresentam ângulo de contato menor com a superfície do alvo, resultando, portanto, em uma maior área coberta.

Entretanto, alguns resultados neste âmbito de estudo são muitas vezes contraditórios. Por exemplo, Costa (2006) relata que adjuvantes espalhantes adesivos, que deveriam reduzir a tensão superficial da calda não tiveram este mesmo comportamento quando se avaliou a tensão superficial dinâmica (TSD), ou seja, em um determinado período de tempo, apresentando, contudo, maiores tamanhos de gotas quando do uso da ponta de pulverização de jato plano ampliado (XR 110-02). Assim este autor corrobora com Chapple et al. (1993) que dizem que a tensão superficial da calda de pulverização não é um parâmetro diretamente associado ao tamanho de gotas pulverizadas,

principalmente relacionados à deriva.

Resultados semelhantes também são verificados na literatura (Fietsam et al., 2004; Butler Ellis & Tuck, 1999) para pontas de jato plano duplo. Estes autores sugerem que tais resultados são variáveis, dependendo da característica do adjuvante utilizado, bem como da ponta de pulverização e pressão de trabalho estudada.

Embora o tamanho de gota possa sofrer influência direta do adjuvante utilizado, neste caso a vazão pode ter sido a principal causa da variação da porcentagem de cobertura, pois as variações de cobertura corresponderam de maneira idêntica com as variações de vazão observadas, sendo as caldas que proporcionaram maiores vazões também proporcionaram maiores níveis de cobertura. O aumento na vazão resulta necessariamente em um maior número de gotas pulverizadas, o que teoricamente aumentaria o percentual de cobertura. No entanto, o fabricante das pontas de pulverização relata que ambas as pontas deveriam apresentar a mesma vazão em água na pressão de trabalho utilizada, o que de fato não ocorreu, pois a variação média da vazão, por ponta de pulverização, em água isoladamente chegou à aproximadamente 4%.

Visando fornecer informações mais adequadas aos produtores, os resultados encontrados neste trabalho sugerem, portanto, que estudos sobre a relação entre a vazão e a adição de produtos à calda deva ser mais bem estudada, pois características físico-químicas da calda aliado aos diferentes tipos de pontas de pulverização podem modificar a vazão proporcionada quando comparada à água isoladamente. Neste sentido, a regulagem e a calibração dos equipamentos deveriam ser feitas a partir da calda pronta a ser aplicada na lavoura, merecendo, portanto maior atenção do operador em relação a sua própria exposição ao produto bem como a contaminação do meio ambiente. Variações médias de até 3% na vazão por ponta de pulverização foram encontradas entre os diferentes tipos de caldas.

## CONCLUSÕES

É possível concluir que a vazão pulverizada entre as pontas de pulverização testadas sofreu influência da adição de adjuvantes à calda de pulverização, ocasionando também diferenças nas porcentagens de cobertura obtidas nos papéis hidros sensíveis.

## REFERÊNCIAS

- BUTLER ELLIS, M.C., MILLER, P.C.H. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. **Crop Protection**, v. 16, n 1, p. 41-50, 1997.
- BUTLER ELLIS, M.C.; TUCK, C.R. How adjuvants influence spray formation with different hydraulic nozzles. **Crop Protection**, v. 18, n. 1, p. 101-109, 1999.
- CANTERI, M. G.; FÜRSTENBERGER, A. L. F.; GARCIA, L. C.; JUSTINO, A. Conta-gotas: sistema para análise de eficiência de pulverização. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, Piracicaba, SP. Summa Phytopathologica. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, v.27, p. 136, 2001.
- CÂMARA, F.T, SANTOS, J.L., SILVA, E.A. e FERREIRA, M.C. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR1 1003. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.740-749. 2008.
- CHAPPLE, C.A.; DOWNER, R.A.; HALL, F.R. Effects of spray adjuvants on swath patterns and droplet spectra for a flat-fan hydraulic nozzle. **Crop Protection**, v. 12, n. 8, p. 579-590, 1993.
- COSTA, A. G. F. Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes. 2006. 94 p. Tese (Doutorado em Agricultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2006
- COSTA, A.G.F., VELINI, E.D., NEGRISOLI, E. CARBONARI, C.A, ROSSI, C.V.S., CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M.L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n.1, p.203-210, 2007.
- FIETSAM, J. F. W.; YOUNG, B. G.; STEFFEN, R.W. Differential response of herbicide drift reduction nozzles to drift control agents with glyphosate. **American Society of Agricultural Engineers**, v. 47, n. 5, p. 1405 - 1411, 2004.
- IOST, C.A.R., RAETANO, C.G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.670-680, 2010.
- SPANOGHE, P.; SCHAMPHELEIRE, M.; MEEREN, P.V.; STEUBAUT, W.; Influence of agricultural adjuvants on droplet spectra. **Pesticide Management Science**, v.63, p.4-16, 2007.