



# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

## Instituto Agrônômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

### EFEITO DA TAXA DE APLICAÇÃO DE FUNGICIDA E ADJUVANTE NA ÁREA DE MOLHAMENTO E TEMPO DE EVAPORAÇÃO DE GOTAS EM FOLÍOLOS DE SOJA

João Victor de Oliveira<sup>1</sup>, Laís Maria Bonadio Precipito<sup>1</sup>, Gustavo Dario<sup>2</sup>, Marco Antonio Gandolfo<sup>3</sup>, Rone Batista de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando (a) em Agronomia, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP - CLM), Bandeirantes, PR. [joaovictordeoliveira@hotmail.com](mailto:joaovictordeoliveira@hotmail.com) <sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, mestrando, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) Bandeirantes, PR, Brasil <sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Orientador (UENP- CLM), Bandeirantes, PR.

**RESUMO** - O comportamento das gotas de pulverização sob as superfícies foliares são alteradas pela taxa de aplicação e pelas características físicas e químicas da calda de aplicação. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da taxa de aplicação de fungicida, com e sem adjuvante sobre espalhamento e evaporação de gotas depositadas em folíolos de soja. Foi utilizado o Fungicida Fox® (0,4 L ha<sup>-1</sup>) nas taxas de 50, 100 e 200 L ha<sup>-1</sup> sem e com a adição do adjuvante Aureo® (720 g L<sup>-1</sup>) recomendado para este fungicida sob condições controladas de temperatura 30°C (±1,5°C) e umidade relativa do ar de 60% (±5%). Gotas de 600 µm (±30 µm) foram depositadas em folhas de soja e quantificado a área de molhamento e tempo de evaporação por meio de análises por imagens. A tensão superficial das caldas foi determinada pelo método gravimétrico. O adjuvante e a taxa de aplicação afetam diretamente o desempenho do fungicida Fox®. A adição do adjuvante (Aureo®) ao fungicida Fox® tem maior efeito na tensão superficial, área de molhamento e tempo evaporação na maior taxa de aplicação (200 L ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, espalhamento, tensão superficial, alvo.

## INTRODUÇÃO

O uso de fungicidas é umas das principais ações para reduzir o efeito de doenças e assegurar a produtividade da cultura (DIAS et al., 2009). A necessidade de uso mais eficiente e sustentável de agroquímicos exige uma melhor compreensão do processo de formação, impacto, espalhamento e retenção de gotas para atingir a cobertura adequada das folhas nas posições críticas dentro do dossel das culturas e dessa forma melhorar o controle dos agentes de danos (GLASS et al., 2010). Os adjuvantes têm diferentes características entre si, ou seja, podem influenciar no molhamento, espalhamento, aderência, redução de espuma e dispersão da calda de pulverização. (TU & RANDALL, 2003). O comportamento da gota de pulverização sob o alvo determinará em caráter inicial o depósito, bem como o impacto e a acumulação sobre a superfície foliar, antes da penetração e evaporação da solução. A absorção e eficiência da pulverização de agroquímico estão relacionadas diretamente ao



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**

## **Instituto Agrônomo - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

espalhamento e evaporação das gotas aplicadas, e pode ser reduzida se o ingrediente ativo não se espalhar de forma uniforme sobre o alvo (XU et al., 2010). A tensão superficial também é um dos principais fatores que afetam a área de molhamento (MENDONÇA et al., 1999).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da taxa de aplicação de fungicida, com e sem adjuvante sobre espalhamento e evaporação de gotas depositadas em folíolos de soja e tensão superficial das caldas.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x2, três taxas de aplicação (50, 100 e 200 L ha<sup>-1</sup>) do fungicida Trifloxistrobina (150 g L<sup>-1</sup>) + Protioconazol, (175 g L<sup>-1</sup>) (Fox®, 0,4 L ha<sup>-1</sup>) na dose com e sem o adjuvante Éster metílico de óleo de soja (720 g L<sup>-1</sup>) (Aureo®, 0,25% v v<sup>-1</sup>) totalizando seis tratamentos com cinco repetições. As soluções foram preparadas em balão volumétrico de 1000 mL com água destilada.

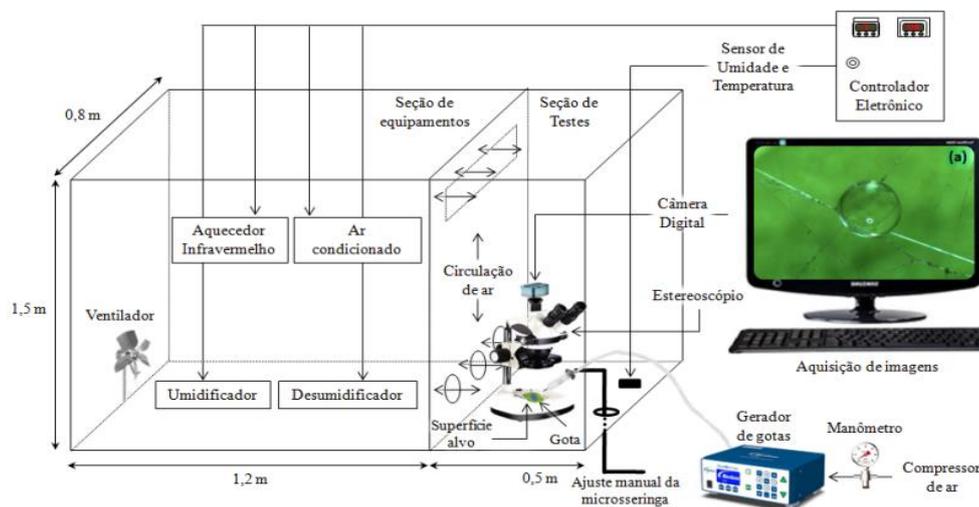
As avaliações realizadas foram de tensão superficial, área de molhamento e tempo de evaporação. Para tensão superficial das soluções, foi utilizado o método proposto por MENDONÇA et al. (1999), que consiste na pesagem das gotas de um líquido através da extremidade de uma bureta. Com temperatura média de 30°C (±1,5°C) das soluções, a medição das massas foi realizada a partir do conjunto de cinco gotas (formando uma repetição) quando uma gota desprender da ponta da bureta dispara-se o cronômetro (intervalo de aproximadamente 15 segundos até a próxima gota) e tara a balança antes que a próxima gota caia em um béquer (com óleo vegetal para evitar a evaporação das gotas) sobre uma balança analítica (precisão de 0,1 mg). Para todos os tratamentos, a bureta ficou na altura de 5 cm acima da superfície do líquido dentro do béquer, padronizando assim a interferência de perdas por evaporação durante a queda das gotas. Os dados de peso das gotas foram convertidos para tensão superficial, considerando como 0,0726 N m<sup>-1</sup> a tensão superficial da água destilada (OLIVEIRA, 2012). Na área de molhamento e tempo de evaporação um sistema experimental (Figura 1) foi desenvolvido para suas averiguações, com as gotas depositadas em folíolo da cultura da soja. O sistema é composto pelos seguintes componentes: câmara climática com desumidificador, umidificador, ar condicionado, ventilador e aquecedor infravermelho; gerador de gotas de tamanho real; e estereoscópico equipado com uma câmera de alta definição.



# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA Instituto Agrônomo - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

**Figura 1.** Sistema experimental com controle de temperatura, umidade relativa do ar, tamanho de gotas para análises por imagens de gotas sobre superfície natural (OLIVEIRA et al., 2015).



Os ensaios foram realizados na temperatura de  $30^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar de 60% ( $\pm 5\%$ ). As gotas foram formadas com  $600\ \mu\text{m}$  ( $\pm 30\ \mu\text{m}$ ) por meio de um gerador de gotas baseado na regulagem de tempo, pressão do ar do fluido dispensado e vácuo (Modelo Ultimus V, EFD Inc; East Providence, RI), independente da densidade e viscosidade do líquido. O terceiro componente, envolve a parte da geração sequencial de imagens, do tipo bitmap e com resolução de  $1260 \times 960$  a partir de sua câmera acoplada na parte superior; e, um software Iscapture 2.2.1 (Scienon Technology Co. Ltda) com o objetivo de capturar de 4 em 4 segundos e mensurar de maneira manual as imagens das gotas de  $600\ \mu\text{m}$  ( $\pm 30\ \mu\text{m}$ ) de diâmetro mediano volumétrico (DMV) na superfície foliar. O programa foi calibrado com a imagem de uma régua de  $0,01\ \mu\text{m}$  na mesma objetiva de aumento e zoom utilizados na captura de imagens, com isso as gotas foram calibradas a partir da deposição de 20 gotas sobre fios de teia de aranha fixados em um suporte, o que permite o formato esférico para medição de seu diâmetro. A área de molhamento da gota foi obtida delimitando as bordas das gotas com a função polígono do software, e essa gota mensurada é a que corresponde à área máxima da mesma obtida dentro de cada repetição. O tempo de evaporação foi avaliado com base no intervalo entre a deposição da gota no folíolo e a total evaporação da parte líquida, com isso o número de imagens capturadas multiplicado pelo intervalo entre as imagens (4 segundos) resulta no tempo de evaporação, segundo metodologia desenvolvida por ZHU et al. (2008).



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**

## **Instituto Agrônômico - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ) e a homogeneidade de variância pelos testes de Levene, Cochran e Hartley e aplicada a análise de variância. Foi estudado a interação dos fatores caldas e taxas de aplicação e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo intervalo de confiança ( $P < 0,05$ ).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados de tensão superficial estão apresentados na Figura 2. Em comparação com a água ( $72,6 \text{ mN m}^{-1}$ ) todos os tratamentos reduziram a tensão superficial, independente da calda. Observa-se que para o fungicida (Fox®) sem adjuvante à medida que reduziu a taxa de aplicação houve redução significativa da tensão superficial, o que indica que o próprio defensivo altera as propriedades da calda conforme resultados obtidos por PALLADINI (2000). A adição do adjuvante (Aureo®) ao fungicida (Fox®) proporcionou alteração nos valores de tensão superficial em todas as taxas de aplicação. A adição de adjuvantes altera as propriedades físicas e químicas das caldas (GREEN, 2000). O adjuvante nas taxas de 200 e  $100 \text{ L ha}^{-1}$  reduziu a tensão superficial e na taxa de  $50 \text{ L ha}^{-1}$  aumentou a tensão superficial. Isto mostra, que a alteração na taxa de aplicação pode influenciar na tensão superficial das caldas e por isto torna-se necessário pesquisas para maior precisão na quantificação de adjuvantes em função da taxa de aplicação. Importante salientar que nos extremos de taxa de aplicação os adjuvantes apresentaram maior efeito, ou seja, em taxas altas os adjuvantes contribuem para redução da tensão superficial. As taxas de 50 e  $100 \text{ L ha}^{-1}$  com adição de adjuvante apresentaram menor área de molhamento em comparação a taxa de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  com adjuvante (Figura 2), apresentando um comportamento inverso a tensão superficial. A redução da tensão superficial aumenta a área de molhamento (CHUNG & KWON, 1992; MENDONÇA et al., 1999). Na ausência do adjuvante. O fungicida sem adjuvante apresentou maior área de molhamento na taxa de  $100 \text{ L ha}^{-1}$  e menor na taxa de  $200 \text{ L ha}^{-1}$  quando comparados a mesmas taxas com adição de adjuvante. Em contrapartida, na taxa de  $50 \text{ L ha}^{-1}$  não houve diferença significativa, mostrando que o molhamento do alvo é determinado tanto pela taxa de aplicação como pela adição de adjuvantes à calda.

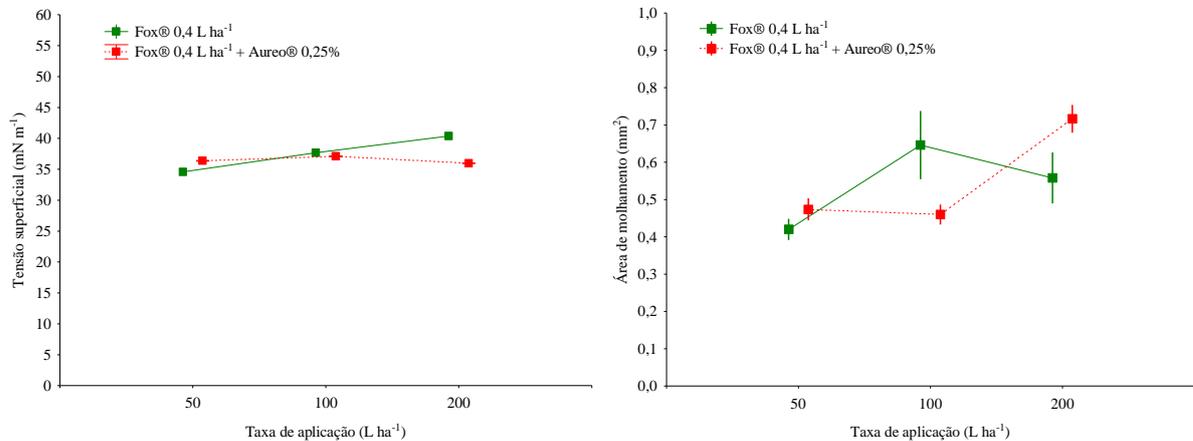


# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

## Instituto Agronômico - Campinas, SP

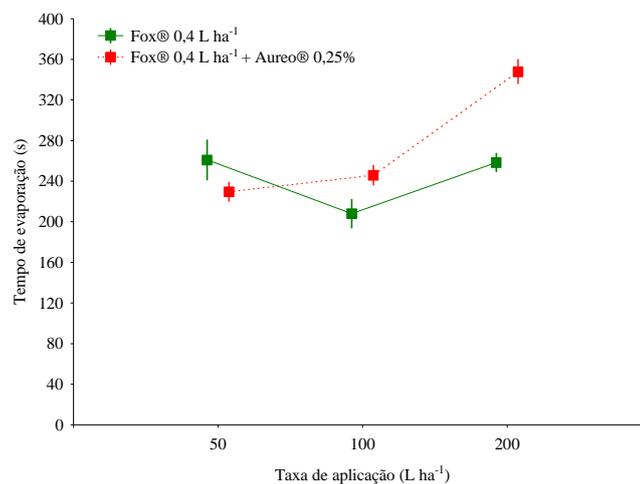
### 7 a 9 de Fevereiro de 2017

**Figura 2.** Tensão superficial e área de molhamento das duas caldas em diferentes taxas de aplicação.



A adição de adjuvantes proporcionou maior tempo de evaporação das gotas nas taxas de aplicação de 100 e 200 L ha<sup>-1</sup> e menor para 50 L ha<sup>-1</sup>, quando comparadas as mesmas sem adjuvante (Figura 3). Mostrando que o uso de adjuvante aumentou o tempo de evaporação nas taxas de aplicação em que a concentração de fungicida é menor.

**Figura 3.** Tempo de evaporação das caldas de pulverização em diferentes taxas de aplicação.



## CONCLUSÃO



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**

## **Instituto Agrônomo - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

O adjuvante e a taxa de aplicação afetam diretamente o desempenho do fungicida Fox®. A adição do adjuvante Aureo® ao fungicida Fox® tem maior efeito na tensão superficial, área de molhamento e tempo evaporação na maior taxa de aplicação (200 L ha<sup>-1</sup>).

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CHUNG, B. J., KWON, Y. W. Relationship between surfactant properties and wettability of rice leaf surfaces for several nonionic surfactants. In: FOY, C. L., Adjuvants for agrochemicals. Florida: CRC Press, p.37-58, 1992.

DIAS, A.R.; BORGES, E.P.; ANDRADE, D.F.A.A.; OLIVEIRA, J.A.R.; FERREIRA, K.B.; SILVA, E.M. Associação de doses versus residual no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja. Resultados dos ensaios cooperativos para controle da ferrugem asiática da soja. Safra 2008/2009 In: Congresso Brasileiro de Soja, 5., 2009, Goiânia. Anais... Londrina: Embrapa Soja; 2009. 1 CD-ROM.

GLASS, C. R. et al. Recent advances in computational fluid dynamics relevant to the modelling of pesticide flow on leaf surfaces. *Pest Manag. Sci.*, v. 66, n. 1, p. 2-9, 2010.

GREEN, J. M. Adjuvants outlook for pesticides. *Pesticide Outlook*, Cambridge, p. 196-199. out. 2000.

MENDONÇA, C. G. et al. Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. *Planta Daninha*, Viçosa, 17, n. 3, p. 355-365, 1999.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, U. Caracterização física e química e potencial de deriva de caldas contendo surfactantes em pulverizações agrícolas. *Energia na Agricultura*, v. 27, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, R. B. et al. Influence of the glyphosate formulations on wettability and evaporation time of droplets on diferente targets. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 599-606, 2015.



**XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**  
**Instituto Agronômico - Campinas, SP**  
**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

PALLADINI, L. A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

TU, M.; RANDALL, J. M. Adjuvants. In: TU, M. et al. Weed control methods handbook the nature conservancy. Davis: TNC, p. 1-24, 2003.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, E. H. Adjuvant effects on evaporation time and wetted area of droplets on waxy leaves. Transactions of the ASABE, v. 53. n.1, p. 13-20, 2010.

ZABKIEWICZ, J. A. Adjuvants and herbicidal efficacy - present status and future prospects. Weed Research, Oxford, v. 40, p. 139-149, 2000.

ZHU, H.; YU, Y.; OZKAN, H. E.; DERKSEN, R. C.; KRAUSE, C. R. Influence of Spray Additives on Droplet Evaporation and Residual Patterns on Wax and Wax-free Surfaces. Transactions of the ASABE, 2008.