

RELAÇÃO ENTRE TENSÃO SUPERFICIAL E ÁREA DE MOLHAMENTO DE GOTAS CONTENDO ADJUVANTES

Tiago Makoto Otani¹, Rone Batista de Oliveira³, Marco Antonio Gandolfo³, Gustavo Dario¹ & Gustavo Rodrigues Gimenes²

¹ Graduando em Agronomia, UENP/CCA, tiagomotani@gmail.com, gdgustavodario@gmail.com

² Mestrando em Agronomia, UENP/CCA, gustavo.r.o@terra.com.br

³ Professor Doutor, UENP/CCA, rone@uenp.edu.br, gandolfo@uenp.edu.br

RESUMO - A eficácia do controle químico está relacionada a diversos fatores, dentre os quais, o espalhamento das gotas de pulverização sobre as superfícies foliares devido à redução da tensão superficial. Nesta pesquisa foram utilizados três adjuvantes para analisar a relação entre a tensão superficial e a área de molhamento de gotas depositadas em superfícies. Os adjuvantes utilizados foram: Óleo vegetal (Agro' óleo 0,5%, v/v), óleo mineral (Nimbus® 0,5%, v/v) e lecitina + ácido propiônico (Li700® 0,5%, v/v). Um sistema experimental foi desenvolvido para quantificação da área de molhamento. O sistema é constituído de um microinjeter, um estereoscópio, uma câmera de alta definição e um *software* de captura e processamento de imagens. A tensão superficial foi determinada pelo método de peso das gotas. Após a deposição da gota sob a superfície, imagens sequenciais foram capturadas e a área máxima de espalhamento medida. Tensão superficial e área de molhamento apresentaram relação negativa, ou seja, reduzindo a tensão aumenta a área de espalhamento. O uso de análises por imagens permite visualizar e quantificar a área de molhamento com precisão. O Nimbus 0,5% e Li700 0,5% proporcionam 4,62 e 3,35 vezes a mais de espalhamento que o Agro' óleo 0,5%, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: análises por imagens, métodos experimentais, tecnologia de aplicação.

RELATIONSHIP BETWEEN SURFACE TENSION AND WETTED AREA OF ADJUVANTS IN AQUEOUS SOLUTIONS

ABSTRACT – The effectiveness of chemical control is connected to the spreading of spray droplets on leaf surfaces due to surface tension reduction. The aim of this research was to evaluate the influence of surface tension on the wetting area of pesticides utilizing three different kinds of adjuvants. The adjuvants were: Mineral oil (Nimbus® 0.5%, v/v), Vegetable oil (Agro'óleo® 0.5%, v/v) and phosphatidylcholine + methylacetic acid (LI700® 0.5%, v/v). An experimental system was developed for investigation of wetted area on different targets. The system consists of a droplet generator, a stereoscope with a digital camera, a stereoscope equipped with a high definition camera to take sequential images of droplets. The drop weight method was utilized the determination of surface tension. Droplets deposited and after spreading on surface were measured the maximal coverage area (wetted area). The surface tension and wetted area showed negative relationship or reducing the tension surface increased the wetted area. The use images analyses allow visualizing and quantifying the wetted area with precision. The wetted area of droplets with Agro' óleo 0.5% was 4.62 times lower than that with Nimbus 0.5% and 3.35 times lower than that with Li700 0.5%.

KEY WORDS: image analysis, experimental method, application technology.

INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias de análises por imagens no entendimento da interação da gota de pulverização e a superfície foliar é algo novo em estudos de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.

A eficiência da pulverização é frequentemente relacionada com o espalhamento e a evaporação de gotas aplicadas, e pode ser reduzida se o ingrediente ativo não se espalhar de forma uniforme sobre o alvo (XU et

al., 2010). A área de molhamento resultante de uma aplicação é considerada importante no processo de penetração de produtos na planta. Para uma melhor eficiência na aplicação de agroquímicos são adicionados surfatante a calda. Alguns benefícios dos adjuvantes podem ser destacados: aumento da absorção do ativo, aumento da retenção no alvo, aumento da persistência e redução da concentração (STICKLER, 1992).

A tensão superficial está relacionada entre as propriedades dos adjuvantes que influenciam na atividade biológica dos produtos de controle fitossanitário (GREEN, 2001; HAZEN, 2000).

A área de molhamento está correlacionada com a tensão superficial da solução, do tipo e dosagem do surfactante, além das características ultra estruturais (presença ou ausência de cera epicuticular) da superfície foliar de cada espécie (MENDONÇA, 2000).

O conhecimento das propriedades da calda de pulverização, como tensão superficial, área de molhamento, e capacidade de penetração, juntamente ao tipo de superfície foliar da planta alvo é fundamental para melhor eficiência na aplicação de agroquímicos.

Nesta pesquisa foram utilizados três adjuvantes com o objetivo de analisar a relação entre a tensão superficial e a área de molhamento de gotas depositadas em superfícies.

MATERIAL E MÉTODOS

Um sistema experimental foi desenvolvido para investigar a área de espalhamento de gotas depositadas em diferentes superfícies. O sistema é composto pelos seguintes componentes: Um microinjetor que gera gotas de tamanho real as utilizadas em pulverizações agrícolas ($\geq 200 \mu\text{m}$); um estereoscópico (3,5x a 225x de aumento) equipado com uma câmera de alta definição para captura de imagens sequenciais; e, uma câmara climática de controle de temperatura ($\pm 1,5^\circ \text{C}$) e umidade relativa ($\pm 3\%$).

Para geração da gota foi utilizado um microinjetor baseado num modelo de tempo e pressão do ar do fluido dispensado, gerando uma gota de $900 \mu\text{m}$ de diâmetro. O gerador regula a quantidade de líquido para controlar os tamanhos de gota pela pressão de ar, tempo de distribuição e da retirada de vácuo. Um sistema de solenóide de alta velocidade proporciona um controle para a produção de gotas de tamanho constante. O tempo de distribuição varia de 0,0001-1000 s e a pressão do ar de 0 a 35 kPa. O controle de vácuo impede o gotejamento quando os líquidos finos são usados. O gerador de gotículas também contém uma seringa de 11,6 centímetros de comprimento e 2,5 centímetros de diâmetro dotado de pistões especiais e uma agulha de ponta chanfrada com precisão para produzir gotículas de 100 a $1000 \mu\text{m}$. O reservatório de 10 mL foi colocado dentro da seção de testes da câmara para deposição das gotas sobre os alvos.

A gota foi depositada sobre a superfície e visualizada por um estereoscópico que apresenta interface com uma câmera digital de alta definição e software de capturada, análise e processamento das imagens. A área de molhamento foi mensurada com a função polígono de um software específico que acompanha o estereoscópico.

A tensão superficial das soluções foi determinada pelo método gravimétrico por meio de medição das massas de 5 gotas individuais por repetição (cinco repetições), utilizando-se uma balança analítica com precisão de 0,1 mg. As gotas foram depositadas em um béquer sobre a balança, obtidas com auxílio bureta graduada de 25 mL no plano vertical e a uma velocidade constante predeterminada. Para todos os tratamentos a bureta ficou a uma altura de 5 cm acima da superfície do béquer, padronizando assim a interferência no caminhar das gotas para todos os tratamentos durante o percurso de queda. Os dados de peso das gotas foram convertidos para tensão superficial, considerando uma média do peso de gotas da água destilada como $0,0726 \text{ N m}^{-1}$, conforme metodologia realizada por Oliveira (2011).

Os dados foram avaliados pela análise de variância que separou as variações ao acaso pelas variações devidas aos efeitos dos tratamentos, indicando que os diferentes adjuvantes apresentam diferenças significativas. As médias dos tratamentos foram comparadas por Intervalo de Confiança ($\text{IC}_{95\%}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os valores de tensão superficial para os adjuvantes avaliados nas diferentes concentrações. Entre os adjuvantes, observa-se que o Nimbus 0,5% ($34,3 \text{ mN m}^{-1}$) e o Li700 0,5%

37,23 mN m⁻¹) apresentaram os menores valores de tensão superficial com diferenças significativas para o Agro' óleo 0,5% (39,4 mN m⁻¹). Vários autores consideram que a tensão superficial é um dos principais indicativos da área de molhamento proporcionada pelos produtos, além de ser simples para quantificação, porém vale ressaltar que valores reais de molhamento somente poderão ser obtidos por métodos que determinem diretamente o molhamento das caldas de pulverização.

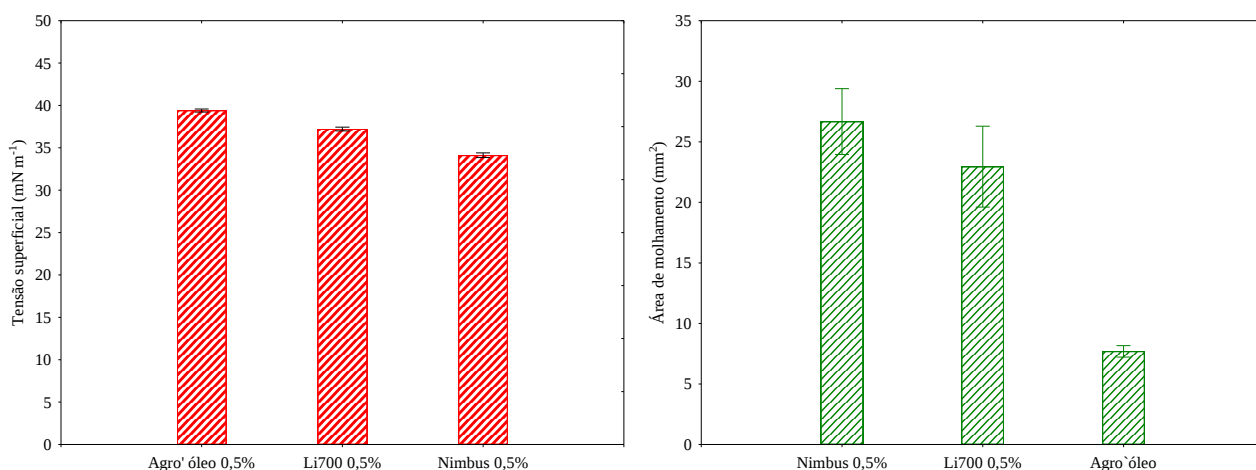


Figura 1. Tensão superficial e área de molhamento de adjuvantes em soluções aquosas.

Existe uma relação inversamente proporcional entre a tensão superficial e a área de molhamento, ou seja, quanto maior a tensão superficial da calda menor é a área de espalhamento (Figura 2).

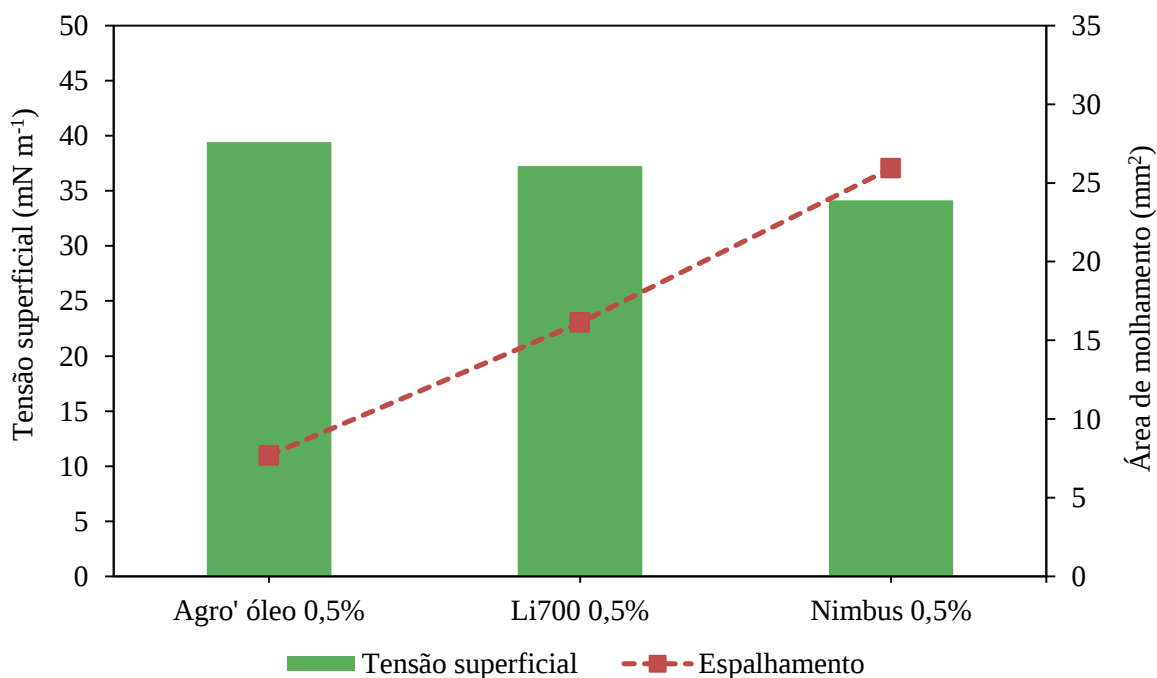


Figura 2. Relação entre a tensão superficial e a área de espalhamento de adjuvantes em soluções aquosas.

Nas Figuras 3, 4 e 5 são demonstradas de maneira visual e quantitativa várias comparações entre os adjuvantes avaliados. Pode-se observar que o maior ganho de área molhada foi proporcionado pelos produtos Nimbus e Li700 e que o óleo vegetal Agro' óleo apresentou a menor capacidade de aumentar a área de contato com a superfície. Nas Figuras também estão demonstrados os resultados das áreas de molhamento inicial (logo após a deposição sob a superfície de vidro) e a área máxima das gotas para os diferentes adjuvantes avaliados geradas por gotas de 900 μm de diâmetro. Os resultados indicam que o óleo vegetal Agro' óleo 0,5% apresentou a menor área de molhamento tanto na gota inicial quanto na área máxima de espalhamento, quando comparado com os demais tratamentos. Estes resultados podem ser visualizados de forma prática nas Figuras 3 e 5. Isto demonstra a baixa capacidade do óleo vegetal em promover o espalhamento da gota sob a superfície alvo, o que pode refletir num espalhamento insuficiente.

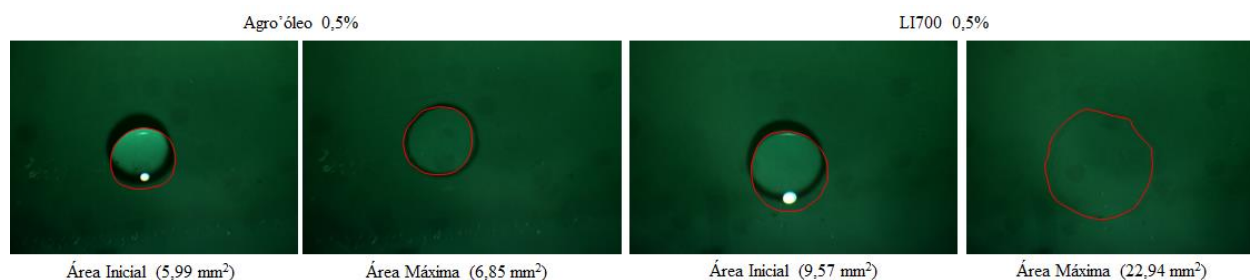


Figura 3. Área inicial e máxima proporcionada pelos adjuvantes Agro'óleo[®] 0,5% e LI700[®] 0,5%.

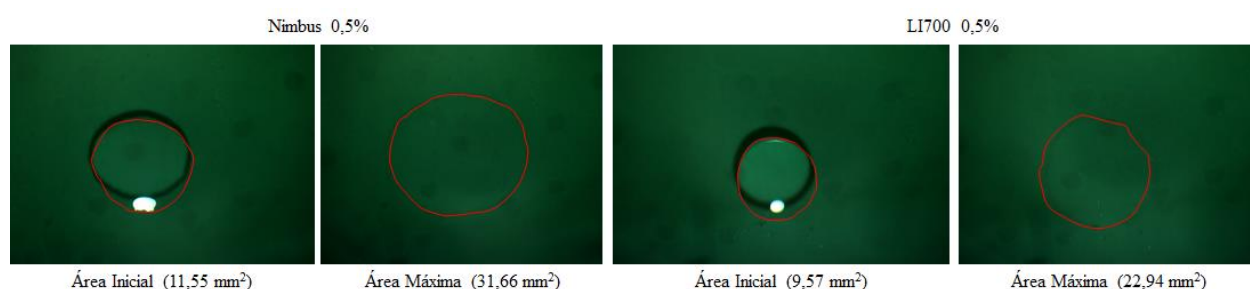


Figura 4. Área inicial e máxima proporcionada pelos adjuvantes Nimbus[®] 0,5% e Li700 0,5%.

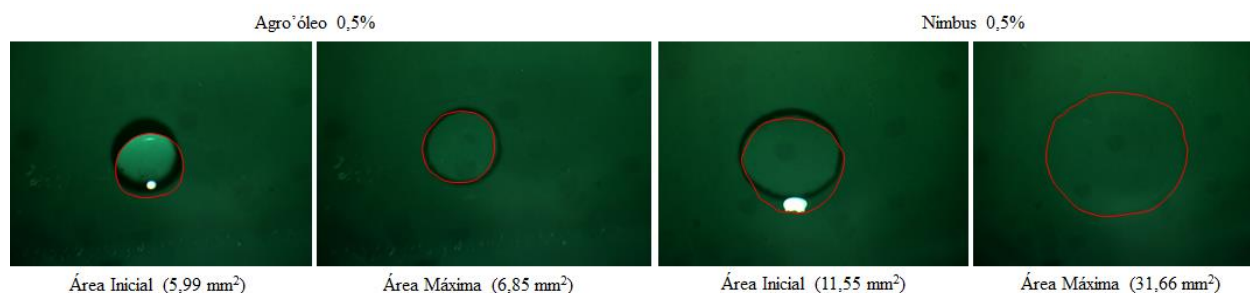


Figura 5. Área inicial e máxima proporcionada pelos adjuvantes Agro'óleo[®] 0,5% e Nimbus[®] 0,5%.

CONCLUSÃO

A relação entre a tensão superficial e a área de molhamento tem ação inversamente.

As características de molhamento das gotas de pulverização sob a superfície são alteradas pelo tipo de adjuvantes agrícolas.

O Nimbus 0,5% e Li700 0,5% proporcionam 4,62 e 3,35 vezes a mais de espalhamento que o Agro' óleo 0,5%, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

À equipe de pesquisa do Núcleo de Investigação em Tecnologia de aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas – NITEC da Universidade Estadual Norte do Paraná – UENP, Bandeirantes/PR.

REFERÊNCIAS

GREEN, J. M. **Herbicide adjuvants**. In: DAVIS, U. C. Weed Science School, 2001.p.26-28.

HAZEN, J. L. Adjuvants: Terminology, Classification, and Chemistry. **Weed Technology**. v. 14. 773-784, 2000.

MENDONÇA, C.G.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MENDONÇA C.G. **Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca**. *Planta Daninha*, Londrina, v.13, n.3, p.355-65, 1999.

MENDONÇA, C.G **Algumas características da superfície foliar de diversas plantas daninhas monocotiledôneas**. Botucatu, 2000a. 89p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Área de Concentração Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

OLIVEIRA, R. B. **Classificação funcional de adjuvantes em soluções aquosas**. 2011. 122 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2011.

STICKLER, W.E. **The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry**. In: FOY, C.L. (Ed.). *Adjuvants for Agrochemicals*. New York: Marcell Dekker, 1992. cap.22, p.247-9.

XU, L. et al. **Adjuvant effects on evaporation time and wetted área of droplets on waxy leaves**. Transactions of the ASABE, v. 53. N.1, p.13-20, 2010.