

TENSÃO SUPERFICIAL E ÂNGULO DE CONTATO DAS GOTAS DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM MISTURA COM DIFERENTES ADJUVANTES SOBRE FOLHAS DE CITROS

Ricardo Augusto Decaro¹, Sergio Tadeu Decaro Junior², Jaqueline Franciosi Della Vechia³, Renata Thaysa da Silva Santos⁴, Marcelo da Costa Ferreira⁵

¹ Eng. Agro. Mestrando - Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. ricardo_decara@hotmail.com;

² Eng. Agro. Dr. - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. sergiotdecaro@yahoo.com.br

³ Eng. Agr. Mestranda - Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. jaque_dellavechia@hotmail.com;

⁴ Eng. Agr. Mestranda - Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. renata@agronoma.eng.br;

⁵ Professor Dr. - Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. mdacosta@fcav.unesp.br;

Resumo

A tensão superficial de uma calda fitossanitária é importante para que se tenha uma boa formação, espalhamento e adesão das gotas pulverizadas sobre uma superfície foliar, havendo eficiência de controle de um determinado alvo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a tensão superficial e o ângulo de contato das gotas produzidas por diferentes caldas fitossanitárias. O experimento foi realizado no Laboratório do Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação – NEDTA, pertencente ao Departamento de Fitossanidade – Univ Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP. Foram utilizados acaricidas, inseticidas e fungicidas misturados à adjuvantes para formulação das 18 caldas. A análise da tensão superficial e ângulo de contato foram feitas por meio do equipamento Contact Angle System OCA, equipado com câmera CCD de alta velocidade e definição. Em ambos os experimentos os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados obtidos mostraram que o uso do adjuvante fosfatidilcolina reduziu a tensão superficial das caldas e, conseqüentemente, diminuiu o ângulo de contato com a superfície foliar promovendo maior espalhamento.

Palavras-chave: fungicidas, inseticidas, acaricidas, tecnologia de aplicação, pulverização

Introdução

Atualmente, o emprego de adjuvantes ou aditivos é um assunto de grande interesse para produtores agrícolas devido melhorias propostas na aplicação de produtos fitossanitários, por exemplo, a proteção das gotas e das moléculas químicas, a redução da deriva e da evaporação, o melhor espalhamento das gotas e uma possível melhora na absorção da calda (Ferreira, 2010; Iost, 2008).

As caldas fitossanitárias a serem pulverizadas caracterizam-se pela mistura que envolve um solvente ou veículo, o produto e em alguns casos, um adjuvante, para que as gotas sejam produzidas na pulverização, por meio dessa mistura (Kissmann, 1998).

Quando há variação no volume de calda a ser pulverizada em uma área agrícola, considera-se o maior ou menor uso de veículo adicionado à calda fitossanitária. Torna-se muito importante o uso de adjuvante para baixo volume de aplicação pois, altos volumes podem causar problemas intrínsecos ao veículo, devido à alta tensão superficial da água, por exemplo, requerendo um adjuvante específico para esse problema (Prado et al., 2011).

Organização:

Depto. Fitossanidade, UNESP - Campus de Jaboticabal.

Utilizando-se água como veículo, a tensão superficial do líquido ou solução é a principal propriedade em que os tensoativos do adjuvante podem atuar, sendo entendida como a força de ligação entre as moléculas que tendem a serem atraídas para o centro de um líquido (Iost, 2008). Sabe-se que, aumentando-se o volume de calda pulverizada, melhora-se a cobertura. Porém, aumentar o volume além do ponto de escorrimento caracteriza-se desperdício de calda que poderia ser evitado utilizando corretamente um adjuvante.

Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a tensão superficial, o ângulo de contato das gotas produzidas e a retenção de caldas com e sem adjuvantes aplicadas sobre folhas de citros.

Material e Métodos

As caldas fitossanitárias, descritas na tabela 1, foram analisadas em sua tensão superficial e ângulo de contato de gotas em superfícies de folhas de citros. As leituras foram feitas em equipamento Contact Angle System OCA, equipado com câmera digital de alta velocidade e definição CCD com 300 frames por segundo.

Tabela 1. Nome comercial e ingrediente ativo dos produtos utilizados no experimento.

PRODUTO	INGREDIENTE ATIVO	DOSE (g ou mL/100L Água)
Envidor®	espiroclorfenol	25mL/100L
Acarit®	propargito	100mL/100L
Kohinor®	imidacloprido	20mL/100L
Engeo Pleno®	lambda cialotrina + tiametoxan	15mL/100L
Cuprogarb 500®	oxicloreto de cobre	200g/100L
Supera®	hidróxido de cobre - inorgânico	150 mL/100 L

Para cada um dos seis produtos foram acrescentados dois adjuvantes representados pelo polidimetilsiloxano (Vertex RS®), na dosagem de 20 mL do produto por 100 litros de água o - fosfatidilcolina e ácido propiônico (LI700®, formulação Concentrado Emulsionável - EC), na dosagem de 500 mL de produto por 100 litros de água, além de calda apenas com água, como controle.

Para a análise de tensão superficial, gotas pendentes das 18 caldas foram formadas na ponta de uma agulha com 0,52 mm de diâmetro, acoplada a uma seringa Hamilton. A imagem das gotas foi obtida segundo a segundo durante 60 segundos, obtendo-se 60 leituras de tensão superficial. Considerando a imagem da gota pendente, o software SCA20 integrado ao processo de análise calcula a tensão superficial em $mN.m^{-1}$, de acordo com a equação de Young-Laplace.

Nas leituras de ângulo de contato de gotas, foram usadas folhas de citros recém coletadas a campo, com auxílio de luvas de procedimento cirúrgico para evitar efeito de oleosidade da pele. Após a coleta, as folhas foram recortadas em retângulos com cerca de 1 cm de largura por 5 cm de comprimento, sendo afixadas em um suporte de forma a ficarem com a superfície plana. Nestas superfícies foram dispensadas gotas das 18 caldas e suas imagens analisadas no tensiômetro, segundo a segundo, durante 60 segundos.

O experimento teve delineamento fatorial 6 x 3 e 4 repetições, representadas pelas gotas. Os valores das variáveis tensão superficial, ângulo de contato e área molhada foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

As caldas em mistura com o adjuvante fosfatidilcolina resultaram nos menores valores tensão superficial comparada às caldas com polidimetilsiloxano e sem adjuvante (Figura 1). O efeito surfactante do fosfatidilcolina reduziu as forças de ligação entre moléculas, o que reflete em diminuição dos valores de tensão superficial das caldas (Iost, 2008). O uso de adjuvantes reduziu significativamente a tensão superficial das caldas. Resultados similares são encontrados na literatura, para caldas com outros adjuvantes e produtos (Iost; Raetano, 2010; Xu et al., 2011; Ferreira et al., 2013).

O fungicida hidróxido de cobre na calda sem adição dos adjuvantes promoveu redução considerável na tensão superficial, devido à presença de adjuvantes internos à formulação desse produto (Decaro Junior, 2013).

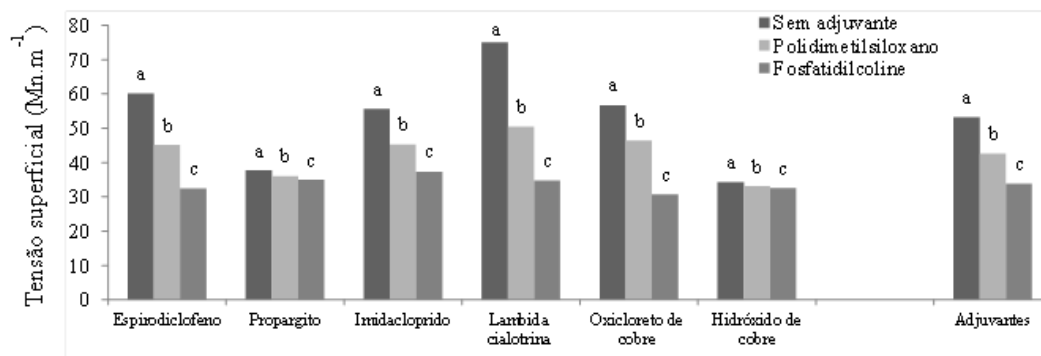


Figura 1. Tensão superficial média das caldas pulverizadas com e sem a adição de adjuvantes. CV(%) =4,06. DMS (5%) =0,43.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As caldas contendo os produtos misturados com o adjuvante polidimetilsiloxano apresentaram valores intermediários na tensão superficial (Figura 1). Segundo Ferreira et al. (2013), este adjuvante tem efeito na redução dos valores de tensão, entretanto com menor intensidade, comparado ao fosfatidilcolina.

Caldas fitossanitárias que apresentam alto valor de tensão superficial, quando pulverizadas, produzem gotas que, ao atingirem o alvo, depositam-se e se mantêm com elevado ângulo de contato sobre a superfície alvo. Dessa forma, o efeito redutor na tensão superficial também reduz o ângulo de contato de gotas pulverizadas (Iost; Raetano, 2010; Gimenes et al., 2013; Decaro Junior et al., 2014). Esse efeito é demonstrado no experimento, visto que as caldas contendo os adjuvantes formaram ângulos de contato significativamente menores em relação às gotas oriundas de caldas que não continham adjuvantes (Figura 2).

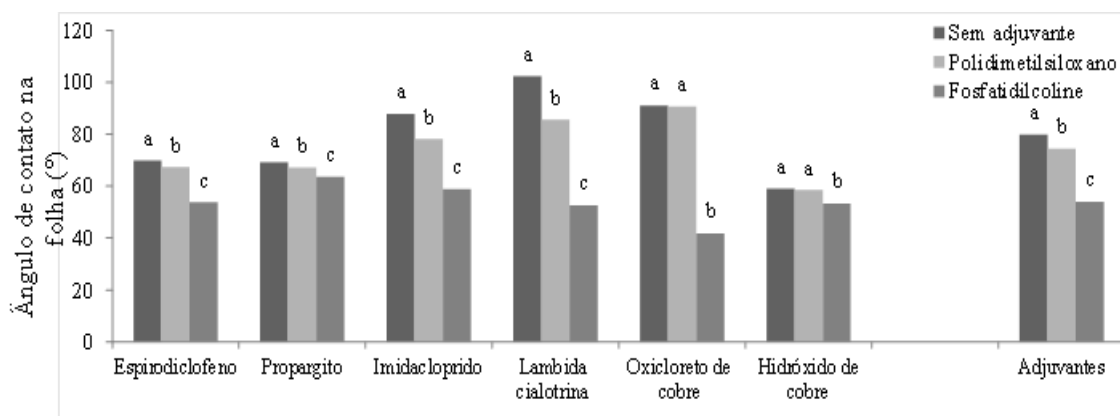


Figura 2. Ângulo de contato das diferentes caldas fitossanitárias com e sem adjuvantes sobre folhas de citros. CV(%) =5,9. DMS (5%) =1,01.

* Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Além de reduzir a tensão superficial das caldas, o efeito espalhante do adjuvante fosfatidilcolina intensificou a redução dos valores de ângulo de contato das gotas sobre as folhas de citros (Figura 1 e 2). Alguns produtos já possuem adjuvantes em sua formulação, de modo que seu uso associado com outros adjuvantes não resultou em modificações significativas no ângulo de contato de gotas aplicadas sobre folhas de citros (Figura 2).

O uso do polidimetilsiloxano não promoveu efeito significativo na redução do ângulo de contato com a superfície da folha quando em mistura com o oxicloreto de cobre e hidróxido de cobre. Isto se deve à formulação destes produtos.

Conclusão

O uso dos adjuvantes polidimetilsiloxano e fosfitidilcolina contribuíram com a redução da tensão superficial e do ângulo de contato das gotas produzidas, sendo que o último promoveu um efeito mais pronunciado nesta redução.

Referências

DECARO JUNIOR, S. T.; DECARO, R. A.; FERREIRA, M. C.; LEITE, G. J.; CAMPOS, H. B. N. Influência de chuvas simuladas sobre o depósito de caldas pulverizadas em mudas de citros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 6., 2013, Londrina. **Anais...** [Botucatu: FEPAF], 2013.

DECARO JUNIOR, S. T.; FERREIRA, M. C.; LASMAR, O.; CAMPOS, H. B. N. Relationship among variables of sprays applied at reduced volumes in coffee plantation. **Aspects of Applied Biology**, v. 122, p. 415-422, 2014.

FERREIRA, M. C. 2010. **Padrão do jato aspergido, arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica**. 2010. 73p. Tese (Livre Docente em Tratamento Fitossanitário) –Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

FERREIRA, M. C.; LASMAR, O.; DECARO JUNIOR, S. T.; NEVES, S. S.; AZEVEDO, L. H. 2013. Qualidade da aplicação de inseticida em amendoim (*Arachis hypogaea* L.), com e sem adjuvantes na calda, sob chuva simulada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1431-1440, 2013. Suplemento 1.

GIMENES, M. J.; ZHU, H.; RAETANO, C. G.; OLIVEIRA, R. B. Dispersion and evaporation of droplets amended with adjuvants on soybeans. **Crop Protection**, v. 44, p. 84-90, 2013.
IOST, C. A. R. **Efeito de adjuvantes nas propriedades Físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas**. 2008. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

IOST, C. A. R.; RAETANO, C.G. Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatante em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 670-680, 2010.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários**. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org.). Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

PRADO, E. P.; ARAÚJO, D. de; RAETANO, C. G.; POGETTO, M. H. F. A. D.; AGUIAR JÚNIOR, H. O. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 389-396, 2011.

XU, L.; ZHU, H.; OZKAN, H. E., BAGLEY, W. E.; KRAUSE, C. R. Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with the type and the concentration of adjuvants. **Pest Manag Sci**, United States, v. 67, p. 842-851, 2011.