

DETERMINAÇÃO DA RETENÇÃO DE LÍQUIDO, TENSÃO SUPERFICIAL E ÂNGULO DE CONTATO DE GOTAS A PARTIR DE CALDAS COM OXICLORETO DE COBRE SOBRE FOLHAS DE LARANJA

ARIANE MORGANA LEAL SOARES.¹; FERNANDO DA SILVA ALMEIDA.²;
MARCELO DA COSTA FERREIRA³; OLINTO LASMAR.⁴

^{1,2}Mestrandos em Agronomia (Produção Vegetal) - FCAV-UNESP – ariane18soares@yahoo.com.br - fernandosilva@iftm.edu.br ; ³Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Dep. Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil – mdacosta@fcav.unesp.br, ⁴Doutorando em Agronomia (Entomologia Agrícola) FCAV – UNESP – lasmar84@yahoo.com.br.

Resumo: O trabalho objetivou avaliar a retenção de líquidos, tensão superficial e ângulo de contato de gotas formadas por caldas fitossanitárias contendo diferentes grupos químicos de adjuvantes em mistura com um fungicida (oxicloreto de cobre), sobre folhas de laranja. Os experimentos foram realizados no mês de Outubro de 2012, no Departamento de Fitossanidade da UNESP, campus Jaboticabal, no laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia da Aplicação – NEDTA. Avaliaram-se quatro tratamentos (Cuprogarb®, Assist®, Veget'oil®, Gotafix® nas doses de 250,1000,1000 e 60 ml 100L⁻¹ de água, respectivamente), em delineamento inteiramente ao acaso com cinco repetições. Para a determinação da retenção foliar coletaram-se 20 folhas de laranja variedade Pêra Rio, presente no próprio campus. Em seguida, estas foram submetidas à pulverização e correlacionadas em função do peso e do volume, considerando uma relação 1:1. Para as análises de tensão superficial e ângulo de contato de gotas, utilizou-se um tensiômetro automático modelo OCA 15plus. A tensão superficial foi medida pelo método da gota pendente e o ângulo de contato pelo método da gota sêssil, ambas com auxílio de software específico, o qual utiliza a equação de Young-Laplace. Estas avaliações foram realizadas num período de até cinco minutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, além de uma análise gráfica. A retenção foliar foi diminuída quando utilizado a calda com adição de adjuvantes. O fungicida Cuprogarb sozinho aumentou a tensão superficial, mas não obteve os melhores resultados para o ângulo de contato, já quando adicionado ao adjuvante Gotafix obteve os maiores índices de redução da tensão superficial e do ângulo de contato entre a gota e a superfície a ser molhada. A adição de adjuvantes às caldas proporcionou alterações físicas evidenciadas em todas as avaliações, proporcionando assim na prática maior área de molhamento, contribuindo para eficiência da aplicação.

Palavras-chave: adjuvantes, fungicida, citros

INTRODUÇÃO

O cultivo de laranja para o estado de São Paulo atualmente possui uma área plantada de 569.641 ha que já é inferior ao ano anterior, onde teve uma área de 608.600 ha, tendo uma variação de 6,4% a menos, isso pode ser justificado pela erradicação de pomares improdutivos (CONAB, 2012).

Tensão superficial se caracteriza por forças que existem na interface dos líquidos não miscíveis, impedindo que eles se misturem (AZEVEDO, 2001). Os adjuvantes possuem propriedades que modificam a atividade biológica de produtos fitossanitários, com sua redução podem ter efeitos de maior velocidade de absorção e/ou translocação e molhamento da superfície foliar (MARTINS *et al.*, 2009).

A quantidade de líquido retido na folha também é propriedade da redução da tensão superficial, onde as taxas de escorrimentos na folha podem variar em função da área foliar do cultivo tratado (FERREIRA *et al.*, 2010). Buscando, portanto, se conhecer a importância da retenção de caldas no cultivo de laranja, o presente trabalho objetivou avaliar este parâmetro, bem como a tensão superficial e o ângulo de contato de gotas a partir de caldas formadas por diferentes grupos químicos de adjuvantes em mistura com um fungicida de princípio ativo oxicloreto de cobre, sobre folhas de laranja.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no mês de Outubro de 2012, no Departamento de Fitossanidade da UNESP, Campus Jaboticabal, no laboratório do Núcleo de Estudos e

Desenvolvimento de Tecnologia da Aplicação – NEDTA. Para a determinação da retenção foliar coletaram-se 20 folhas de laranja cultivada no próprio campus, estas foram divididas em quatro grupos com cinco repetições cada um, em seguida, estas foram submetidas à pulverização e correlacionadas em função do peso e do volume, considerando uma relação 1:1.

Foi utilizado medidor de área foliar digital, do modelo LI-3100 (Li-cor), o qual digitaliza a imagem da folha como um scanner e gera a medição em cm². As folhas foram penduradas pelo pecíolo, na vertical onde receberam em um dos lados a pulverização com caldas acaricidas de duas pontas de jato cônico vazio, modelo TX-02. As pontas de pulverização estavam acopladas a um cilindro pressurizado com CO₂ mantendo pressão constante de 40 Psi. Previamente à pulverização, a balança com precisão de 1 mg foi zerada para que desta forma pudesse ser obtida apenas a massa do volume pulverizado até o ponto de escorrimento. Assim cessado o escorrimento, observou-se os resultados na balança (FERREIRA, *et al.*, 2010).

Nas avaliações de ângulo de contato, as folhas de laranja utilizadas foram cortadas em tiras, fixadas de forma que ficassem esticadas, sem rugosidade e não comprometessem as avaliações.

Para esta avaliação, tensão superficial e retenção de líquidos foram utilizadas as seguintes caldas fungicidas e adjuvantes (concentrações recomendadas pelos fabricantes): Oxicloreto de Cobre (Cuprogarb®) na dose de 250 ml/100L; Oxicloreto de Cobre + Óleo Mineral (Assist®) na dose de 1000 ml/100L; Oxicloreto de Cobre + Óleo Vegetal (Veget'oil®) na dose de 1000 ml/100L e Oxicloreto de Cobre + Espalhante adesivo (Gotafix®) na dose de 60ml/100L.

Para ângulo de contato e tensão superficial foi acrescentado o quinto tratamento composto somente por água, a qual foi retirada a amostra da mesma que foi utilizada para preparar as caldas.

As medições foram realizadas a cada segundo num tempo total de cinco minutos, através de um tensiômetro automático, modelo OCA 15-plus, da Dataphysics Germany onde a tensão superficial é determinada pelo método da gota pendente. A imagem da gota é capturada por uma câmera e o equipamento analisa o formato da gota pendente na extremidade de uma agulha acoplada à seringa de emissão do líquido a ser analisado por assimetria de eixos (ADSA axisymmetric drop shape analysis). Um software específico que utiliza uma posição ideal como linha de referência no campo de imagem é utilizado para que se identifique o ponto chave para o início da gravação das imagens. A tensão superficial é determinada através da digitalização e análise do perfil da gota, utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace (LASMAR & FERREIRA, 2012).

Para a avaliação do ângulo de contato de gotas, utilizou-se o mesmo equipamento (OCA 15-plus), que também obtém estes valores através da análise de imagem. As medições também ocorreram a cada segundo num tempo total de cinco minutos após a deposição de cada gota na superfície natural (folha de laranja).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, além de uma análise gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, estão relacionados os dados de retenção foliar em folhas de laranja, onde podemos destacar a diminuição da retenção das caldas pelas folhas nas quais foram utilizados os adjuvantes junto à calda fungicida, o que significa que com a adição de adjuvante a calda, pode reduzir o volume de calda aplicado, essa redução se dá quando comparada a calda composta somente por fungicida e água.

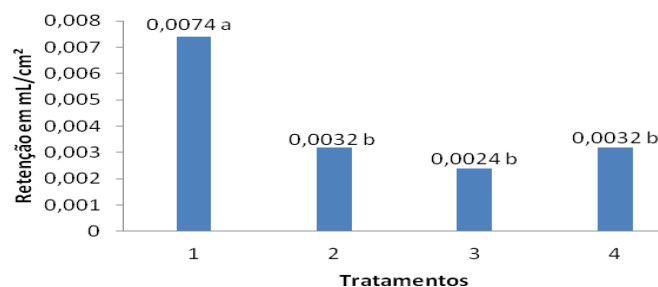


Figura 1: Retenção de líquido na superfície foliar de laranja, para os tratamentos: 1 - Cuprogarb; 2 - Cuprogarb + Assist; 3 - Cuprogarb + Veget'oil e 4 - Cuprogarb + Gotafix. CV = 30,24%, F=17,1*.

Para tensão superficial, os resultados obtidos para caldas que tiveram a adição de adjuvantes foram os menores valores obtidos, em comparação com calda somente com fungicida (T1) e água comum (T5). Dentre os surfatantes utilizados Gotafix (T4) obteve as maiores tensões superficiais em função do tempo, seguidos por Assist (T2) e Veget'oil (T3) (Tabela 1, Figura 2).

Tabela 1: Médias de tensão superficial (IFT mN.m^{-1}) de gotas em superfície natural (folha de laranja), em função dos tratamentos, Jaboticabal – SP, 2012.

Tratamentos	Dose mL p.c. 100 L ⁻¹	Tensão Superficial (mN m^{-1})		
		1s	90s	180s
1. Cuprogarb®	250ml	77,52 bA	73,52 bB	71,56 bB
2. Cuprogarb®+ Assist®	250+1000ml	31,79 dA	30,02 dA	27,10 dB
3. Cuprogarb®+ Veget'oil®	250+1000ml	31,71 dA	29,51 dB	26,19 dC
4. Cuprogarb®+ Gotafix®	250+60ml	37,90 cA	33,68 cB	33,24 cB
5. Água comum		79,67 aA	80,15 aA	79,88 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scoot Knott.

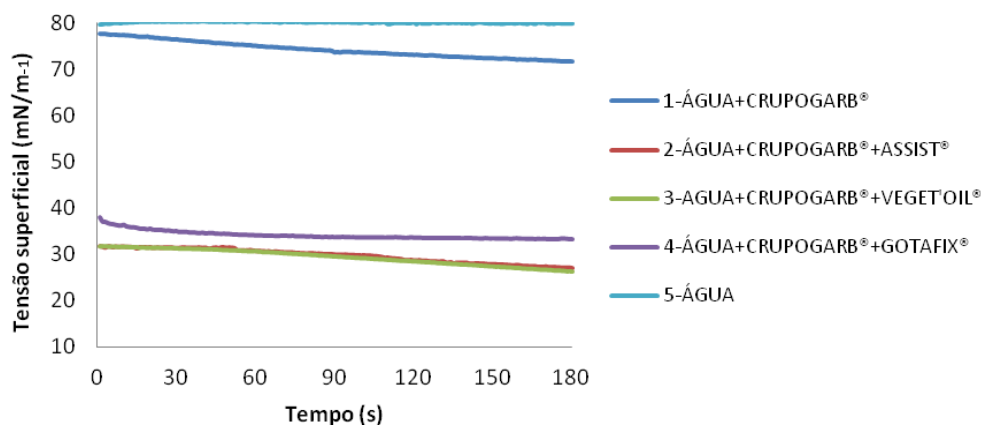


Figura 2: Cinética da tensão superficial das caldas fitossanitárias ao longo dos 180 segundos. Jaboticabal – SP, 2012.

Todos os produtos avaliados tiveram ângulo de contato menor que 90°, portanto são substâncias que possuem afinidade com a água e conseguem um bom espalhamento na superfície (Tabela 2, Figura 3). De acordo com Iost (2008), quanto maior a tensão superficial, menor será a área a ser molhada na superfície, contribuindo para o aumento do valor do ângulo de contato.

Tabela 2: Médias das medições de ângulo de contato (AC°) de gotas em superfície natural (folha de laranja), em função dos tratamentos, Jaboticabal – SP, 2012

Tratamentos	Dose mL p.c. 100 L ⁻¹	Tensão Superficial (mN m^{-1})		
		1s	90s	180s
1. Cuprogarb®	250ml	77,26 aA	53,38 aB	47,05 aC
2. Cuprogarb®+ Assist®	250+1000ml	79,71 cA	55,34 cB	49,24 cB
3. Cuprogarb®+ Veget'oil®	250+1000ml	82,16 bA	57,29 cB	51,43 cB
4. Cuprogarb®+ Gotafix®	250+60ml	84,60 bA	59,25 bB	53,62 bB
5. Água comum		87,05 aA	61,20 aB	55,80 aB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Scoot Knott.

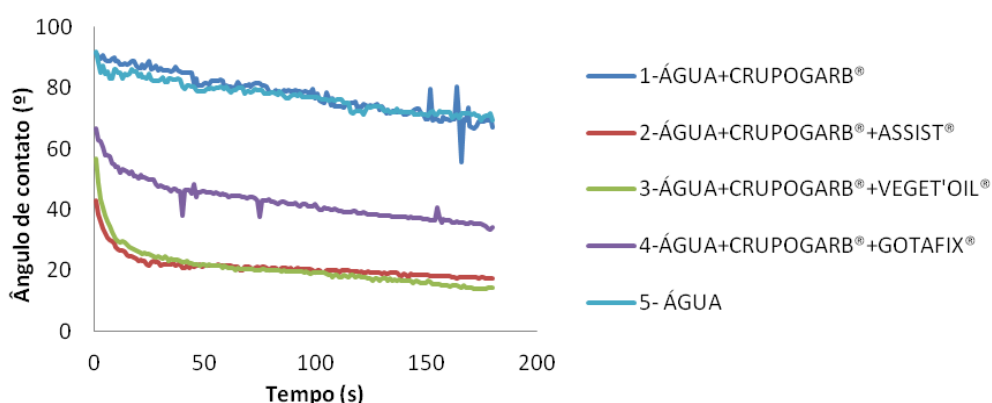


Figura 3. Cinética do ângulo de contato das caldas fitossanitárias ao longo dos 180 segundos. Jaboticabal – SP, 2012.

Resultados semelhantes a este trabalho foram relatados por Lasmar & Ferreira (2012), onde o grupo de adjuvantes utilizados também proferiu em menores tensões superficiais, relacionando o adjuvante Veget'oil com características semelhantes às utilizadas nesse trabalho. De acordo com Montório et al.(2005), Gotafix está entre as menores relações de valores de tensão superficial entre adjuvantes de seu grupo químico.

CONCLUSÃO

A retenção foliar foi diminuída quando utilizado a calda com adição de adjuvantes. O fungicida Cuprogarb sozinho aumentou a tensão superficial, mas não obteve os melhores resultados para o ângulo de contato, já quando adicionado ao adjuvante Gotafix obteve os maiores índices de redução da tensão superficial e do ângulo de contato entre a gota e a superfície a ser molhada. A adição de adjuvantes às caldas proporcionou alterações físicas evidenciadas em todas as avaliações, proporcionando assim na prática maior área de molhamento, contribuindo para eficiência da aplicação.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, L.A.S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. Campinas, SP: Emopi Gráfica, 2001.230 p.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira. Laranja safra 2011/2012. 3º levantamento – SP. Estimativa da safra no triângulo mineiro MG. Dezembro de 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 15/10/12.
- FERREIRA, M.C; ALANDIA, R. A.; CARVALHO, G. F. G.; BAGGIO, M. V. Determinação de área foliar e retenção de líquido por folhas de café em pulverização a alto volume. **Nucleus**, v.7, n.1, abr. 2010.
- 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/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.
- LASMAR, O.; FERREIRA, M.C. Cinética da tensão superficial e do ângulo de contato de gotas a partir de caldas com adjuvantes sobre folhas de laranja. In: **III Simpósio sobre fitossanidade em citros**, de 01 a 03 de Agosto de 2012/ UNESP/FCAV – Jaboticabal – SP.
- MARTINS, D.; CARBONARI, C.A.; TERRA, M.A.; MARCHI, S.R. Ação de adjuvantes na absorção e translocação de glyphosate em plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v.27, n.1, p.155-163, 2009.
- MATUO, T.; BABA, K. J. Retenção de líquido pelas folhas de citros em pulverização a alto volume. **Científica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 97-104, 1981.
- MONTÓRIO, G. A.; VELINI, E. D.; MACIEL, C. D. G.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 4, n. 2, p. 8-22, 2005.