

CINÉTICA DA TENSÃO SUPERFICIAL E DO ÂNGULO DE CONTATO DE GOTAS A PARTIR DE CALDAS COM OMITE[®] E ADJUVANTES SOBRE FOLHAS DE LARANJEIRA

Leonardo João Rivera Doring¹, Natali Calazança dos Santos², Jeruska Azevedo Moreira Brenha³, Sergio Tadeu Decaro Junior⁴ e Marcelo da Costa Ferreira⁵

¹Graduando em Engenharia Agrônômica na Unesp, Câmpus de Jaboticabal - SP, Brasil - leonardodoring@hotmail.com; ²Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Entomologia Agrícola, Dep. Fitossanidade, UNESP Jaboticabal –SP, Brasil - natalicalazanca@hotmail.com; ³Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Entomologia Agrícola, Dep. Fitossanidade, UNESP Jaboticabal –SP, Brasil - jeruskabrenha@yahoo.com.br; ⁴Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Produção Vegetal, Dep. Fitossanidade, UNESP Jaboticabal –SP, Brasil - sergiotdecaro@yahoo.com.br; ⁵ Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Dep. Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal - SP, Brasil - mdacosta@fcav.unesp.br.

Resumo: Objetivou-se avaliar a cinética da tensão superficial e ângulo de contato de gotas a partir de caldas formadas com adjuvantes de diferentes grupos químicos (LI 700[®] - 500 mL p.c. 100 L⁻¹ e Silwet L77 - Ag[®] - 200 mL p.c. 100 L⁻¹) junto com acaricida do grupo propargito (Omite 720 EC[®] - 100 mL p.c. 100 L⁻¹), em comparação à água. O experimento foi realizado em laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia de Aplicação NEDTA do Departamento de Fitossanidade da UNESP de Jaboticabal, no mês de maio de 2014. Fragmentos de folhas de laranja com 1 cm² foram cortados, fixados em esticador e levados para um tensiômetro automático, modelo OCA-15 Plus, onde através da análise de imagem e utilização de software obteve-se a cinética da tensão superficial (gota pendente) e do ângulo de contato (gota séssil) formado entre as caldas e as superfícies avaliadas sendo vidro (artificial) e folha de laranja (natural). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey, além de uma análise gráfica para se observar o comportamento das caldas ao longo de 60 segundos de avaliação. Os adjuvantes LI 700[®] e Silwet[®] reduziram a tensão superficial da água diminuindo, o ângulo de contato entre a calda e as superfícies (artificial e natural). Isto promoveu um melhor molhamento da folha da laranja em relação à água pura, possibilitando uma melhor cobertura e eficiência do produto fitossanitário perante o seu alvo.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, tratamento fitossanitário, acaricida, adjuvantes, medição dinâmica, superfície foliar.

Introdução

O Brasil é o maior produtor de laranjas no mundo, com aproximadamente 25% da produção mundial, seguido por EUA, China, Índia, México, Egito e Espanha. Estes 7 países produzem 68% de toda a laranja disponível (CitrusBR, 2013). Segundo a CONAB (2014), o estado de São Paulo deverá colher 327,85 milhões de caixas de 40,8 kg, sendo 279,15 para indústria e 48,70 para mesa. Apesar dos expressivos números, a cultura de laranja enfrenta sérios problemas de caráter fitossanitário como insetos, doenças e plantas daninhas, havendo a necessidade de um manejo correto e uma maior eficácia nos tratamentos fitossanitários.

Nesse sentido, quando ocorre uma pulverização no campo, é comum que algumas áreas nas plantas não recebam cobertura da calda suficiente. Neste caso, as pragas podem selecionar estas áreas para caminhar e alimentar-se, tendo pouco ou nenhum contato com os produtos fitossanitários que perderão a sua atividade biológica com o passar do tempo (FERREIRA, 2003; KONNO et al., 2001).

Dessa forma, recomenda-se a utilização de produtos junto às caldas, os quais são denominados de adjuvantes. Estes são substâncias ou compostos sem propriedade fitossanitária, que são adicionados (exceto a água) numa preparação agrícola, para aumentar a eficiência ou modificar determinadas propriedades da solução, visando facilitar a aplicação ou minimizar possíveis problemas. Significa um ingrediente que melhora as propriedades físicas de uma mistura (KISSMANN, 1997).

A tensão superficial está relacionada entre as propriedades dos adjuvantes que influenciam na atividade biológica dos produtos fitossanitários (GREEN & HAZEN, 1998). Os

efeitos molhante, espalhante e penetrante são obtidos com a redução desta propriedade, sendo os surfactantes os adjuvantes que possuem a característica de modificar a tensão superficial da água (KISSMANN, 1997).

O ângulo de contato influencia a distribuição da água ou da solução numa superfície, determinando assim, o molhamento da mesma. Quando este ângulo é igual a 0° trata-se de um caso extremo de máxima afinidade química entre a superfície e o líquido e, portanto, haverá espalhamento completo do líquido na superfície. Quando é igual ou muito próximo a 180° é o outro caso extremo, onde líquido não apresenta qualquer interação com a superfície. Quando o ângulo de contato é menor que 90° podemos considerar que a superfície é molhada pelo líquido (MOITA NETO, 2006).

Dessa forma, o trabalho teve como objetivo, avaliar a cinética da tensão superficial e do ângulo de contato de gotas formadas a partir de caldas acaricidas com diferentes grupos químicos de adjuvantes.

Material e Métodos

As avaliações do espalhamento de gotas (tensão superficial e ângulo de contato) foram realizadas em laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia de Aplicação - NEDTA do Departamento de Fitossanidade da UNESP de Jaboticabal, no mês de maio de 2014.

As folhas utilizadas nas avaliações foram coletadas do pomar de laranja pertencente ao Departamento de Fitossanidade. Em seguida foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm² e para que ficassem sem rugosidade e não comprometessem as avaliações, sendo foram esticadas num pequenos esticador.

Para as avaliações, foram utilizados os tratamentos descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Características dos produtos: ingrediente ativo, marca comercial, grupo químico e dosagem, Jaboticabal, SP, 2014.

Ingrediente ativo	Marca comercial	Grupo químico	Dosagem mL p.c. 100 L ⁻¹
1. Água			
2. Propargito	Omite 720 EC	sulfito de alquila	100
3. Fosfatidilcoline + ácido propiônico	LI 700	fosfatidilcoline + ácido propiônico	500
4. Copolímero de poliéster de silicone	Silwet L77 - Ag	organo siliconado	200

As medições foram realizadas através de um tensiômetro automático, modelo OCA15 Plus, da Dataphysics Germany onde a tensão superficial é determinada pelo método da gota pendente. A imagem da gota foi capturada por uma câmera e o equipamento analisa o formato da gota 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, foi utilizado para que se identifique o ponto chave para o início da gravação das imagens. A tensão superficial foi determinada através da digitalização e análise do perfil da gota, utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace.

Para a avaliação do ângulo de contato foi utilizado o mesmo equipamento (OCA15 Plus), que também obtém estes valores através da análise de imagem. Foram calculados os ângulos dos dois lados da gota formada e automaticamente calculado o ângulo médio.

De cada um dos tratamentos foram obtidas quatro gotas, cada uma representando uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram realizadas ainda, análises gráficas dos dois parâmetros para se observar o comportamento das caldas ao longo de três minutos de avaliação.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos com a tensão superficial (IFT mN m⁻¹) foram descritos conforme Tabela 2, onde pode-se observar os valores de todos os tratamentos (Tabela 2, Figura 1A).

Ao final da avaliação da tensão superficial (tempo de 60 segundos), entre os adjuvantes, o Silwet[®] foi o que apresentou melhor resultado, seguido pelo LI 700[®] (Tabela 2, Figura 1A).

Acompanhado pela redução da tensão superficial, o produto Silwet® obteve também significativa redução do ângulo de contato das gotas nas duas superfícies avaliadas (lâmina de vidro e folha de laranjeira), em todos os tratamentos (Tabela 2, Figura 1B e 1C). Além disso, nenhum dos tratamentos apresentou ângulo de contato superior à 90°, indicando que as duas superfícies avaliadas caracterizam-se como hidrofílicas.

Em relação aos valores dos ângulos de contato de gotas em superfície artificial, ao final dos testes, observam-se os maiores valores finais para a Água, Omite, com LI 700 apresentando menor valor (não foi possível calcular o Silwet, por não ter havido tempo de leitura) (Tabela 2). Já na superfície natural, ocorreram algumas mudanças nos valores obtidos, onde a Água pura obteve maior valor (o tratamento com acaricida, no primeiro segundo de avaliação, obteve um valor maior em relação à Água, porém observou-se o contrário ao decorrer da análise) seguido por Omite e também com LI 700 com menor valor e novamente não foi possível haver leitura do Silwet.

Segundo Iost (2008), existe uma forte relação entre a tensão superficial e o ângulo de contato das gotas. Quanto maior a tensão superficial, menor é a molhabilidade da superfície e assim maior será o valor de ângulo de contato obtido.

Isso pode ser confirmado, observando os valores obtidos na Tabela 2, onde a água apresentou os maiores valores de tensão superficial e conseqüentemente os maiores de ângulo de contato. O contrário também pode ser avaliado, pelo fato do Silwet® apresentar os menores valores de tensão superficial e também os menores valores de ângulo de contato.

Tabela 2. Valores iniciais, médios e finais (1, 30 e 60 s) das medições de tensão superficial (IFT mN m^{-1}) e ângulos de contato (AC°) de gotas para as superfícies artificial (vidro) e natural (folha de laranjeira), em função dos tratamentos. Jaboticabal, SP, 2014.

Trat.	Tensão Superficial (mN.m^{-1})			Ângulo de contato ($^\circ$) - vidro			Ângulo de contato ($^\circ$) - folha		
	1 s	30 s	60 s	1 s	30 s	60 s	1 s	30 s	60 s
1. Água	72,69 a	67,41a	63,40a	36,04a	31,12a	30,03a	59,99 b	56,33a	53,93a
2. Omite	48,47 b	41,92b	40,89b	27,03b	24,31b	19,99b	61,70 a	53,23b	49,04b
3. LI 700	40,58c	37,12c	35,21c	21,07b	20,20b	18,58b	27,61 c	21,19c	18,40c
4. Silwet	22,60d	22,61d	22,54d	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 d	0,00 d	0,00 d
CV (%)	4,42			10,27			34,40		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%): coeficiente de variação.

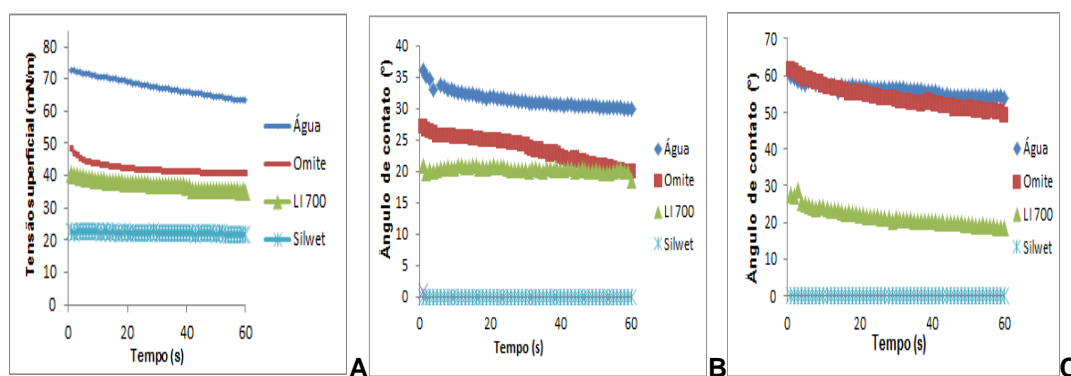


Figura 1. Cinética da tensão superficial (A) e do ângulo de contato de gotas em superfícies artificial - vidro (B) e natural - folha de laranjeira (C), a partir de caldas acaricidas (Omite) com os adjuvantes LI 700 e Silwet. Jaboticabal - SP, 2014.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, concluímos que os adjuvantes LI 700 e Silwet reduziram a tensão superficial da água diminuindo, o ângulo de contato entre a calda e as superfícies (artificial e natural). Isto promoveu um melhor molhamento da folha da laranja em relação à água, possibilitando uma melhor cobertura e eficiência do produto fitossanitário perante o seu alvo e assim, transferindo maior qualidade perante uma pulverização.

Referências

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE SUCOS CÍTRICOS. Produção de laranja e suco. 2014. Disponível em: <<http://www.citrusbr.com/exportadores-citricos/setor/producao-192415-1.asp>>. Acesso em: 27 mai. 2014
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: laranja**, primeira estimativa, maio 2014, safra 2013/2014, / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF: Conab, 12 p. 2014.
- FERREIRA, M.C. Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes., 1939) em citros. 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.
- GREEN, J.M.; HAZEN, J.L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTS FOR AGROCHEMISTS, 5, 1998, Tennessee. **Proceedings**. Memphis: ISAA, 1998. p. 25-36.
- IOST, C. A. R. Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva e pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.
- KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Palestras e mesas redondas...** Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.
- KONNO, R.H., FRANCO, C.R., OMOTO, C. Suscetibilidade de populações de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) a acaricidas organoestânicos em citros. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4,p.703-709, 2001.
- MOITA NETO, J.M. **Molhamento e ângulo de contato**, março de 2006. Teresina: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/Molhamento.PDF>>. Acesso em: 27mai. 2014