

CINÉTICA DA TENSÃO SUPERFICIAL E DO ÂNGULO DE CONTATO DE GOTAS A PARTIR DE CALDAS COM ACARICIDA PROPARGITO E ADJUVANTES SOBRE FOLHAS DE CAFÉ

Leonardo João Rivera Doring¹, Olinto Lasmar² e Marcelo da Costa Ferreira³

¹Graduando em Engenharia Agrônoma na Unesp, Câmpus de Jaboticabal - SP, Brasil (estagiário no Dep. de Fitossanidade na área de Tecnologia de Aplicação – leonardodoring@hotmail.com); ²Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa de Entomologia Agrícola, Dep. Fitossanidade, UNESP, Jaboticabal - SP, Brasil - lasmar84@yahoo.com.br; ³ 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, MSO[®] - 200 mL p.c. 100 L⁻¹, 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 setembro de 2012. Fragmentos de folhas de café 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 café (natural). 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 para se observar o comportamento das caldas ao longo de três minutos de avaliação. Os adjuvantes LI 700[®], MSO[®] 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 do cafeeiro em relação à água pura, possibilitando uma melhor cobertura e eficiência do produto fitossanitário perante o seu alvo.

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

Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (EMBRAPA, 2012), contribuindo com mais de 2% do valor total das exportações brasileiras, e respondendo por mais de um terço da produção mundial (EMBRAPA, 2005). Segundo a CONAB (2012), o país deverá colher 50,45 milhões de sacas de 60 kg, representando um aumento de 16% em relação à safra de 2011 quando foram colhidas 43,48 milhões de sacas. Apesar dos expressivos números, a cultura do café 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 tipos 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 setembro de 2012.

As folhas utilizadas nas avaliações foram coletadas de mudas que estavam acondicionadas em casa de vegetação do departamento. Em seguida foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm² e para que ficassem sem rugosidade e não comprometessem as avaliações, as folhas 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, 2012.

| 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. Fosfatidilcolina + ácido propiônico | LI 700 | fosfatidilcolina + ácido propiônico | 500 |
| 4. Éster metílico + álcool etoxilado | MSO | éster metílico de origem vegetal | 200 |
| 5. Copolímero de poliéster de silicone | Silwet L77 - Ag | organo siliconado | 200 |

As medições foram realizadas 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 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.

Para a avaliação do ângulo de contato, foi utilizado o mesmo equipamento (OCA 15 Plus), que também obtém estes valores através da análise de imagem. São 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}) estão 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 180 segundos), entre os adjuvantes, o Silwet[®] foi o que apresentou melhor resultado perante os demais, seguido pelo LI 700[®] e MSO[®] (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 cafeeiro), 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 pura, MSO[®], 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, onde a Água pura obteve maior valor, seguido por Omite[®], MSO[®] e também com LI 700[®] com menor valor (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, 90 e 180 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 café), em função dos tratamentos. Jaboticabal, SP, 2012.

| Trat. | Tensão Superficial (mN/m) | | | Ângulo de contato (°) - vidro | | | Ângulo de contato (°) - folha | | |
|--------------------|---------------------------|----------|----------|-------------------------------|----------|----------|-------------------------------|-----------|----------|
| | 1 s | 90 s | 180 s | 1 s | 90 s | 180 s | 1 s | 90 s | 180 s |
| 1. Água | 76,97 aA | 77,51 aA | 77,39 aA | 26,97 bA | 21,08 bB | 14,53 aC | 113,59 aA | 103,47 aA | 98,95 aA |
| 2. Omite 720 EC | 42,04 bA | 36,62 bB | 35,43 bB | 26,08 bA | 18,07 cB | 11,05 bC | 93,06 bA | 66,89 bB | 59,71 bB |
| 3. LI 700 | 33,34 dA | 31,90 cB | 30,33 dC | 22,58 cA | 16,13 cB | 10,41 bC | 69,46 cA | 48,66 cB | 41,64 bB |
| 4. MSO | 35,86 cA | 32,88 cB | 32,23 cB | 25,14 bA | 13,38 dB | 11,28 bB | 76,72 cA | 52,38 cB | 47,19 bB |
| 5. Silwet | 22,33 eA | 21,97 dA | 19,44 eB | 0,00 dA | 0,00 eA | 0,00 cA | 0,00 dA | 0,00 dA | 0,00 cA |
| CV (%) | 1,81 | | | 13,70 | | | 19,03 | | |

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p < 0,05$); CV (%): coeficiente de variação.

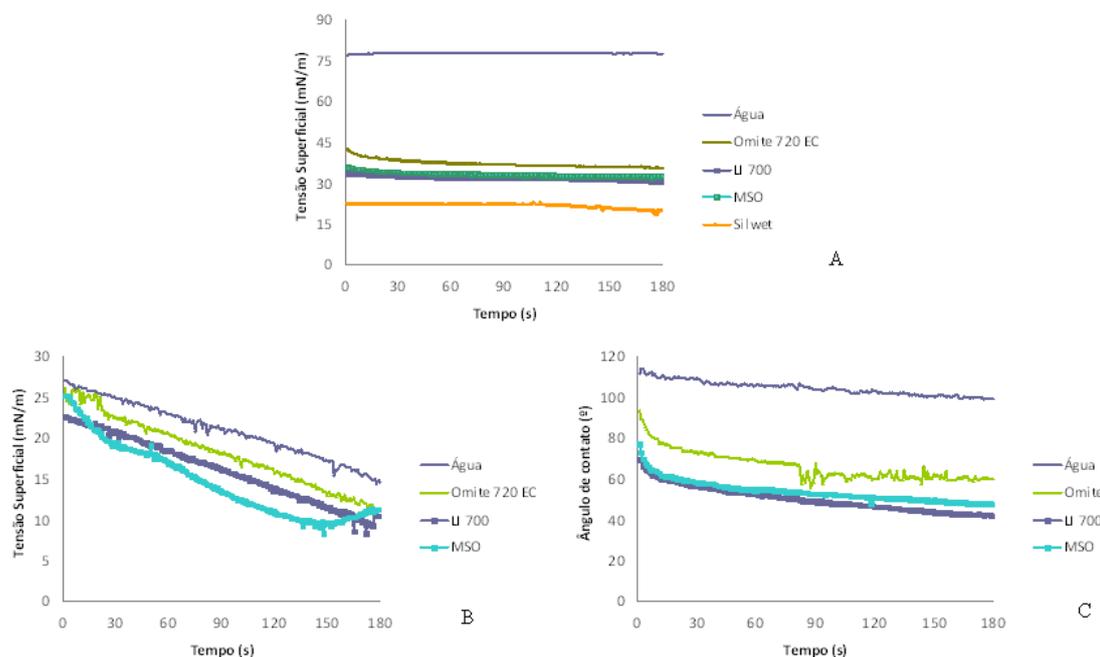


Figura 1. Cinética da tensão superficial (A) e do ângulo de contato de gotas em superfícies artificial - vidro (B) e natural - folha de café (C), a partir de caldas acaricidas (Omite 720 EC) com os adjuvantes LI 700, MSO, Silwet. Jaboticabal - SP, 2012.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, concluímos que os adjuvantes LI 700[®], MSO[®] 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 do cafeeiro em relação à água pura, possibilitando uma melhor cobertura e eficiência do produto fitossanitário perante o seu alvo.

Referências

- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: café**, segunda estimativa, maio 2012, safra 2011/2012, / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF: Conab, 18 p. 2012.
- 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: 13 mar. 2013.