

CINÉTICA DA TENSÃO SUPERFICIAL E DO ÂNGULO DE CONTATO DE GOTAS A PARTIR DE CALDAS FUNGICIDAS COM ADJUVANTES SOBRE FOLHAS DE TRÊS GENÓTIPOS DE MANGA

NATALI CALAZANÇA DOS SANTOS¹, OLINTO LASMAR², MARCELO DA COSTA FERREIRA³

¹ Mestranda em Agronomia, Entomologia Agrícola; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal-SP natalicalazanca@hotmail.com

² Doutorando em Agronomia, Entomologia Agrícola; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal

³ Professor Adjunto; Departamento de Fitossanidade; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal;

Apresentado no
VI SINTAG - Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação
09 a 11 de setembro de 2013 - Londrina/PR

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a tensão superficial e o ângulo de contato de caldas fungicidas com adição de adjuvantes em diferentes variedades de manga. Para as avaliações foram preparadas caldas, utilizando-se água da rede de abastecimento, com fungicida a base de oxicloreto de cobre (Cobox®), na dosagem recomendada de 200g/100L e três adjuvantes: óleo vegetal (Veget'oil ®), óleo mineral (Argenfrut ®) e Fosfatidilcolina e Ácido propiônico (LI 700 ®), também na dose recomendada, 0,5%. As medições foram realizadas a cada segundo num tempo total de três minutos, com o uso de um tensiômetro automático. Para a avaliação da cinética do ângulo de contato de gotas, utilizou-se mesmo equipamento. Os resultados obtidos mostraram redução da tensão superficial em todos os tratamentos, exceto a água, e que os adjuvantes apresentaram valores de ângulo de contato diferentes nos genótipos avaliados, indicando que há a possibilidade de se escolher o adjuvante que tem melhor espalhamento para determinado genótipo.

PALAVRAS CHAVES: tecnologia de aplicação, *Mangifera indica*, surfatantes

KINETICS OF SURFACE TENSION AND CONTACT ANGLE OF DROPLETS FROM SPRAY SOLUTIONS WITH FUNGICIDES WITH ADJUVANTS ON LEAVES OF THREE GENOTYPES OF MANGO

ABSTRACT: This study aims to evaluate the surface tension and contact angle of spray solutions with fungicides with addition of adjuvants in different mango varieties. For the evaluations, sprays were prepared using water supply network, copper oxychloride fungicide at the recommended dosage of 200g/100L and three adjuvants: vegetable oil (Veget'oil ®), mineral oil (Argenfrut ®) and fosfatidilcolina and propionic acid (LI 700 ®) also at the recommended dose, 0.5%. The measurements were performed every second, in a total time of three minutes, using an automatic tensiometer. To evaluate the kinetics of contact droplets angle, were used the same equipment. The results show a reduction of surface tension in all treatments, except the water, and that the adjuvants have different values of contact angle in the genotypes that were evaluated, indicating the possibility to choose the adjuvant with better spread to certain genotype.

KEY WORDS: Application technology, *Mangifera indica*, surfactants.

INTRODUÇÃO: A manga (*Mangifera indica*.) é uma frutífera muito cultivada no Brasil., sendo que país está entre os dez maiores produtores mundiais (FAO,2012). Em 2012, somente as exportações, somaram 112 mil toneladas e geraram US\$121 milhões (MAPA, 2013). Os problemas fitossanitários, principalmente doenças, são responsáveis por perdas significativas na produção. O tratamento

fitossanitário é feito principalmente por meio de controle químico e as pulverizações realizadas utilizam volume alto procurando cobrir toda a superfície foliar, resultando em perdas por escorrimento, deriva e baixa eficiência no controle. Dentre as diversas formas de melhorar a qualidade da aplicação, o uso de adjuvantes é uma ferramenta importante. A adição de tensoativos à calda de pulverização proporciona redução da tensão superficial, que resulta na diminuição do ângulo de contato da gota com a área tratada, aumentando a área de contato com o alvo biológico (AZEVEDO, 2001). A tensão superficial é a tendência das moléculas superficiais do líquido serem atraídas para o centro, dessa forma, modificando a orientação das moléculas é possível um maior contato do líquido com a área pulverizada (ANTUNIASSI, 2009). Segundo Moita Neto (2006) superfícies cujo líquido forme gotas de ângulo menor que 90° podem ser consideradas hidrofílicas e se o ângulo for maior que 90° podem-se considerar hidrofóbicas. A variação da tensão superficial e do ângulo de contato se dá em função das características da calda e da superfície, implicando no molhamento e na colocação do ingrediente ativo no alvo. Desse modo o objetivo desse trabalho foi avaliar a tensão superficial e o ângulo de contato de caldas fungicidas com adição de adjuvantes em diferentes genótipos de manga.

MATERIAL E MÉTODOS: As avaliações da cinética da tensão superficial e do ângulo de contato de gotas nas superfícies artificial (vidro) e natural (folhas de manga plenamente desenvolvidas) foram realizadas em laboratório do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Tecnologia de Aplicação - NEDTA na UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP. As folhas de manga das variedades Tommy Atkins, Palmer e Espada foram cortadas em fragmentos de 1 cm^2 e fixadas num esticador, a fim de não comprometer as avaliações por possíveis rugosidades. Para as avaliações foram preparadas caldas, utilizando-se água da rede de abastecimento, com fungicida a base de oxiclreto de cobre, na dosagem recomendada de $200\text{g}/100\text{L}$ e três adjuvantes: óleo vegetal (Veget´oil ®), óleo mineral (Argenfrut ®) e Fosfatidilcolina e Ácido propiônico (LI 700 ®), também na dose recomendada, 0,5%. As medições foram realizadas a cada segundo num tempo total de três minutos, com o uso de um tensiômetro automático modelo OCA 15 plus da Dataphysics Germany, onde a tensão superficial é determinada pelo método da gota pendente. A tensão superficial é determinada por meio da digitalização e análise do perfil da gota, utilizando para ajuste a equação de Young-Laplace. Para a avaliação da cinética do ângulo de contato de gotas, utilizaram-se o mesmo equipamento que obtém estes valores através da análise de imagem. As medições também ocorreram a cada segundo num tempo total de três minutos após a deposição de cada gota sobre as superfícies. Os dados de ângulo de contato obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Para a tensão superficial realizou-se uma análise gráfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Em todos os tratamentos, exceto a água, observou-se a redução da tensão superficial no decorrer do período avaliado. Dentre as caldas fungicidas, a sem adição de adjuvantes apresentou o maior valor de tensão superficial ($69,47 \text{ mN/m}$), seguido pelo tratamento com Argenfrut ($42,73 \text{ mN/m}$), Veget´oil ($34,42 \text{ mN/m}$) e LI 700 ($31,87 \text{ mN/m}$), tratamento no qual se observou o menor valor de tensão superficial (Figura 1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Vilela (2012), que observou redução da tensão superficial ao adicionar adjuvantes à calda fungicida. Na avaliação do ângulo de contato em cada variedade, observou que em folhas da variedade Tommy Atkins os menores valores foram obtidos nos tratamentos com os adjuvantes LI 700, Veget´oil e Argenfrut respectivamente (Tabela1)

A calda fungicida sem adição de adjuvantes e a água apresentaram os maiores ângulos de contato ao final do período avaliado. Em folhas da variedade Palmer o tratamento sem adição de adjuvante apresentou ângulo de contato maior que a água. O tratamento com o adjuvante Veget´oil apresentou o menor valor de ângulo de contato, seguido dos tratamentos com LI 700 e com Argenfrut.

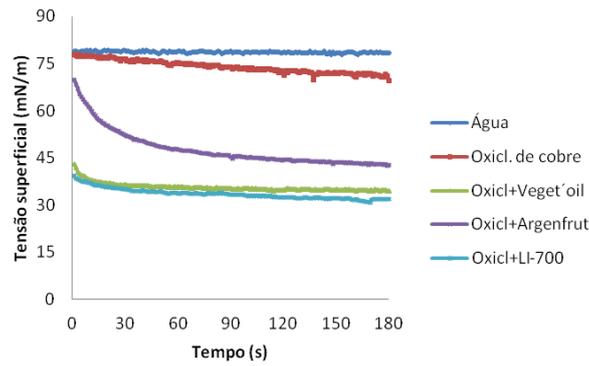


FIGURA 1. Tensão superficial da água e das caldas fungicidas ao longo de 180 segundos.

Na variedade Espada os resultados foram semelhantes à variedade Tommy. Ao final do período de avaliação, o menor ângulo de contato foi observado no tratamento com o adjuvante LI 700, seguido do tratamento com Veget'oil e Argenfrut. Os maiores valores foram observados na água e no tratamento sem adição de adjuvante, respectivamente. Na avaliação do ângulo de contato em superfície artificial (vidro), observou-se que a calda com o adjuvante LI 700 apresentou o menor ângulo de contato, seguido pela água, calda com o adjuvante Veget'oil e o tratamento sem adjuvante. De forma geral os valores de ângulo de contato sobre a superfície de vidro foram inferiores aos valores obtidos nas folhas das variedades avaliadas. Em folha de manga Espada, seguindo a ordem crescente, o menor ângulo de contato foi verificado no tratamento com o adjuvante LI 700, seguido dos tratamentos com Veget'oil, Argenfrut, sem adição de adjuvante e a água. Os tratamentos com adjuvantes apresentaram diferenças estatísticas dos demais e entre si. O tratamento apenas com fungicida não diferiu estatisticamente da água, mas ambos diferiram dos demais tratamentos, porém este tratamento apresentou menor valor de ângulo de contato. Ao analisar o ângulo de contato em folhas de manga Palmer, observa-se que o tratamento com Veget'oil apresentou o menor valor, diferindo estatisticamente dos demais. Na sequência os menores valores foram verificados nos tratamentos com LI-700, Argenfrut, sem adição de adjuvante e na água, respectivamente. Observa-se também, que embora o tratamento apenas com fungicida apresente menor ângulo de contato que a água, os valores não diferem entre si e os tratamentos Argenfrut e LI-700 diferem significativamente entre si e entre os demais tratamentos. Quanto aos intervalos de tempo avaliados, observou-se que há diferenças estatísticas entre os três tempos avaliados e que os menores valores de ângulo de contato foram observados no tempo de 180s em todos os tratamentos. Analisando o ângulo de contato em folhas de manga Tommy observou-se que o tratamento com LI-700 apresentou o menor valor diferindo significativamente dos tratamentos sem adição de adjuvante, com Argenfrut e da água, mas não diferiu do tratamento com Veget'oil. O tratamento sem adjuvante e a água não diferiram entre si, mas diferiram dos demais. É importante destacar que as caldas tiveram comportamentos diferentes quando aplicadas aos genótipos de manga, indicando que pode haver nas folhas, fatores que causam essa diferença. Ao avaliar o efeito do tempo de avaliação nos tratamentos, observou-se que o ângulo de contato diminui ao longo o período de avaliação e os menores valores são verificados no tempo de 180s, porém os resultados não diferem estatisticamente do tempo de 90s, diferindo apenas do tempo de 1s. Estes resultados sugerem que há um tempo mínimo necessário para que a gota alcance o espalhamento máximo (Tabela 1). LASMAR & FERREIRA (2011) realizaram estudo semelhante em folhas de laranja e foi observado que a água apresentou maior ângulo de contato que os tratamentos com adjuvantes e que o tratamento com LI 700 apresentou menor ângulo de contato ao final da avaliação, assemelhando-se aos resultados obtidos em manga Espada e Tommy Atkins.

Tabela 1. Valores das medições de ângulo de contato (θ°) nos intervalos de 1s, 90s e 180s de gotas de calda fungicida em superfície artificial (vidro) e em folhas de três genótipos de manga.

Tratamentos	Ângulo de contato ($^\circ$) vidro			Ângulo de contato ($^\circ$) folha Espada		
	1 s	90 s	180 s	1 s	90 s	180 s
1. Oxícloreto de cobre	31,58 b C	26,79 c B	22,41 c A	80,62 c C	61,39 c B	57,11 d A
2. Oxícl. cobre + Veget'oil	33,79 c C	21,53 b B	16,23 b A	52,21 b B	17,43 a A	13,72 b A
3. Oxícl. cobre + Argenfrut	38,09 d C	31,46 d B	26,97 d A	79,40 c C	45,52 b B	41,50 c A
4. Oxícl. cobre + LI 700	28,71 a C	13,80 a B	7,55 a A	39,34 a C	14,16 a B	0,00 a A
Água	26,42 a C	20,06 b B	15,16 b A	76,81 c C	63,93 c B	59,62 d A
CV (%)	11,46			5,64		
Tratamentos	Ângulo de contato ($^\circ$) folha Palmer			Ângulo de contato ($^\circ$) folha Tommy Atkins		
	1 s	90 s	180 s	1 s	90 s	180 s
1. Oxícloreto de cobre	84,19 d C	59,08 d B	53,82 d A	92,04 d B	77,20 c A	72,95 c A
2. Oxícl. cobre + Veget'oil	66,70 b C	7,75 a B	0,00 a A	65,79 b B	41,61 a A	35,21 a A
3. Oxícl. cobre + Argenfrut	77,49 c C	44,29 c B	37,49 c A	82,78 c B	62,09 b A	57,81 b A
4. Oxícl. cobre + LI 700	50,47 a C	22,41 b B	16,13 b A	54,79 a B	36,68 a A	29,17 a A
Água	78,52 c C	54,96 d B	50,34 d A	90,80 d B	77,46 c A	74,65 c A
CV (%)	6,51			9,14		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

CONCLUSÕES: O uso de adjuvantes diminuiu a tensão superficial e o ângulo de contato da gota em todos os genótipos avaliados. Em manga Espada e Tommy Atkins o adjuvante LI-700 apresentou os menores valores de ângulo de contato e em manga Palmer o menor valor de ângulo foi com o tratamento com Veget'oil, concluindo-se que há diferenças de comportamento dos adjuvantes nos diferentes materiais.

REFERÊNCIAS

- ANTUNIASSI, U.R.; Conceitos da tecnologia de aplicação de defensivos para a cultura da soja. **Boletim de Pesquisa de soja**. Rondonópolis, v.13, p.299-317, 2009
- AZEVEDO, L.A.S. Proteção integrada de plantas com fungicidas. Campinas, SP: Emopi Gráfica, 2001.230 p.
- 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: Simpósio sobre de Fitossanidade em Citros. Jaboticabal, 2011. **Anais Simpósio sobre de Fitossanidade em Citros**, Funep, 2011.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA: disponível em :<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/estatisticas>. Acesso em: 19/04/2013
- 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: 20/04/2013.
- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO): disponível em: <http://www.fao.org/corp/publications>. Acesso em 19/04/2013
- VILELA, C.M.; **Evaporação de gotas de caldas contendo fungicidas e adjuvantes depositadas em superfície**. 2012. Dissertação (mestrado em: Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Botucatu.