

TENSÃO SUPERFICIAL ESTÁTICA DE SOLUÇÕES AQUOSAS COM ÓLEOS MINERAIS E VEGETAIS UTILIZADOS NA AGRICULTURA¹

CRISTINA G. DE MENDONÇA², CARLOS G. RAETANO³,
CRISTIANE G. DE MENDONÇA⁴

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a tensão superficial estática de soluções aquosas com formulações de óleos minerais e vegetais emulsionáveis utilizados como adjuvantes na agricultura. Os óleos minerais e vegetais, quando adicionados aos produtos fitossanitários, podem imprimir características desejáveis à calda de pulverização, como reduzir a tensão superficial em soluções aquosas, possibilitar maior contato da calda com a superfície vegetal ou reduzir o potencial de deriva durante as pulverizações. Foram testados os seguintes produtos comerciais: óleos minerais (Assist, Attach, Dytrol, Iharol, Mineral Oil, Spinner, Sunspray-E e Triona) e óleos vegetais (Agrex'oil Vegetal, Crop Oil, Natur'l Óleo, Óleo Vegetal Nortox e Veget Oil), todos com registro de uso na agricultura. A tensão superficial das soluções aquosas foi avaliada em 11 concentrações para cada produto (0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0% v/v). Essa propriedade dos óleos minerais e dos óleos vegetais foi estimada medindo-se a massa das gotas formadas na extremidade de uma bureta. Ao conjunto de dados obtidos para cada produto, na avaliação da tensão superficial, foram determinadas as análises de variância e de regressão, ajustando-se os dados ao Modelo de Mitscherlich. Entre os óleos minerais, destacaram-se os produtos: Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil por apresentarem as menores tensões superficiais mínimas estimadas pelo Modelo, respectivamente, 29,255; 28,442; 26,097 e 28,584 mN m⁻¹. Os óleos vegetais que apresentaram os menores valores de tensão superficial mínima estimados pelo Modelo, foram: Agrex' oil Vegetal (27,716 mN m⁻¹), Natur'l óleo (28,216 mN m⁻¹), Veget Oil (27,308 mN m⁻¹) e Crop Oil (29,964 mN m⁻¹).

PALAVRAS-CHAVE: adjuvante, tecnologia de aplicação, tensão superficial.

SURFACE TENSION OF MINERAL OILS AND VEGETABLE OILS

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the surface tension of water emulsion with mineral oils and vegetable oils used as adjuvant. The mineral and vegetable oils when added to the agrochemicals can improve any characteristics of the spray solution. The surface tension was evaluated in emulsion contend: mineral oils (Assist, Attach, Dytrol, Iharol, Mineral Oil, Spinner, Sunspray-E e Triona) and vegetable oils (Agrex'oil Vegetal, Crop Oil, Natur'l Óleo, Óleo Vegetal Nortox e Veget Oil). For each product were evaluated eleven concentrations. This property of the mineral oils and vegetable oils were evaluated with the weight of drops formed in the extremity of a burette. The data were adjusted to the Mitscherlich's Model. The mineral oils Assist, Dytrol, Iharol and Mineral Oil presented the smallest minimum surface tension, respectively, 29.255; 28.442; 26.097 and 28.584 mN m⁻¹. The vegetal oils that presented the smallest values of minimum superficial tension were: Agrex' oil Vegetal (27.716 mN m⁻¹), Natur'l Óleo (28.216 mN m⁻¹), Veget Oil (27.308 mN m⁻¹) and Crop Oil (29.964 mN m⁻¹).

KEYWORDS: adjuvant, application technology, surface tension.

¹ Extraído da tese de doutorado da primeira autora. Financiado pela FAPESP (Processo: 00/10097-1).

² Eng^a Agrônoma, Profa. Assistente Doutora, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Cassilândia - MS, Fone: (0XX67) 3596.4532, Cristina_gm@uol.com.br.

³ Eng^o Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Departamento de Produção Vegetal, FCA/UNESP, Botucatu - SP.

⁴ Eng^a Agrônoma, Profa. Assistente Doutor, UEMS, Unidade de Cassilândia - MS.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 3-3-2005

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 19-4-2006

INTRODUÇÃO

Os óleos minerais e os óleos vegetais possuem amplo espectro de uso. São utilizados isoladamente tanto no controle de insetos e fungos, quanto como adjuvantes adicionados às caldas de pulverizações. Adicionados aos inseticidas, favorecem principalmente o controle de cochonilhas e ácaros. De forma similar, auxiliam no controle do fungo causador da sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), na cultura da banana, quando associados aos fungicidas, bem como no controle de plantas daninhas em misturas aos herbicidas aplicados em pós-emergência. Exercendo o papel de adjuvante, os óleos favorecem o espalhamento e a absorção, reduzindo a degradação de ingrediente ativo e a tensão superficial.

Segundo MCWHORTER & BARRENTINE (1988), os óleos parafínicos foram utilizados como diluentes para herbicida pela primeira vez em 1955, aplicados em pós-emergência com S-triazinas em milho, soja e algodão. Em meados dos anos de 1960, pesquisas demonstraram a eficácia de aplicações em pós-emergência de atrazina com emulsão óleo-água.

Dentre as principais vantagens do uso do óleo na aplicação de produtos fitossanitários, pode-se destacar a maior facilidade de penetração da calda pela cutícula. Alguns outros benefícios podem ser citados quando se utilizam os óleos como aditivos, tais como a redução da hidrólise do defensivo na água do tanque e redução da fotodecomposição (DURIGAN, 1993).

Na agricultura, são utilizados dois tipos de óleos: o mineral e o vegetal, esse último proveniente do processamento de sementes (HESS, 1997). Os óleos minerais são originados de uma fração da destilação do petróleo. Os óleos das sementes são extraídos por pressão ou com a utilização de solventes e são normalmente hidrocarbonetos com 16 ou 18 carbonos. Os óleos vegetais precisam ser purificados para remover resinas, mucilagens e fosforolípídeos.

Os adjuvantes atuam de maneira diferente entre si e promovem melhoras no molhamento, na aderência, no espalhamento, na redução de espuma e na dispersão da calda de pulverização. Alguns benefícios dos adjuvantes podem ser destacados: aumento da absorção do ativo, aumento da retenção no alvo, aumento da persistência e redução da concentração (STICKLER, 1992).

Segundo HOLLOWAY (1994), quando as gotas de pulverização são espalhadas nas folhas, essas podem ser retidas, refletidas ou fragmentar-se em gotas menores, dependendo principalmente de seu tamanho, sua velocidade e das propriedades físico-químicas intrínsecas à calda e da característica da superfície foliar. As propriedades, intrínsecas às gotas, estão intimamente relacionadas aos componentes da formulação, com destaque à quantidade de adjuvantes na composição de cada produto.

O molhamento, a tensão superficial, o balanço hidrofílico-lipofílico (BHL), a concentração micelar crítica, o pH, a estrutura química, a solubilização, o depósito, a fotoproteção, os íons trocáveis, a dose e a fitotoxicidade são algumas propriedades dos adjuvantes, relacionadas por GREEN & HAZEN (1998), que influenciam na atividade biológica do produto fitossanitário.

Segundo HESS (1997), os óleos emulsionáveis utilizados como adjuvantes contêm 80 a 98% de óleo não-fitotóxico e 2 a 20% de surfatante e, nessa formulação, podem aumentar a absorção de herbicidas lipofílicos, comparados com a utilização do surfatante sozinho. A formulação de cada óleo emulsionável varia muito entre os produtos comerciais, já que as empresas não indicam no rótulo do produto o tipo de adjuvante utilizado como emulsificante, apenas descrevem a proporção utilizada. Sabe-se que o tipo de emulsificante utilizado na formulação determinará algumas das características físico-químicas da calda de pulverização, como a tensão superficial.

Para possibilitar melhor compreensão dos fatores que interagem durante a aplicação e a indicação do potencial de uso desses adjuvantes, foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar a tensão superficial estática de soluções aquosas contendo óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura, registrados no Brasil em diferentes produtos comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

A tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e óleos vegetais foi avaliada segundo metodologia descrita por MENDONÇA et al. (1999). Essa propriedade foi avaliada em cada solução contendo: óleos minerais (Assist, Attach, Dytrol, Iharol, Mineral Oil, Spinner, Sunspray-E e Triona) e óleos vegetais (Agrex'oil Vegetal, Crop Oil, Natur'l Óleo, Óleo Vegetal Nortox e Veget Oil), todos produtos com registro de uso na agricultura. As avaliações da tensão superficial estática das emulsões em estudo foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas do Departamento de Produção Vegetal - Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP, Câmpus de Botucatu.

As concentrações dos óleos utilizados para a determinação da tensão superficial das soluções aquosas foram: 0,025; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0% v/v. A tensão superficial estática das soluções foi estimada medindo-se a massa de 15 gotas, formadas na extremidade de uma bureta alocada dentro de balança analítica, com precisão de 0,01 mg. Cada gota pesada correspondeu a uma repetição. A temperatura ambiente do Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas foi de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ao conjunto de dados obtidos para cada produto, foram determinadas as análises de variância e de regressão, ajustando esses dados ao Modelo de Mitscherlich. As análises de variância e regressão foram realizadas com o auxílio do programa SAS.

Para que o Modelo de Mitscherlich se ajustasse aos dados, houve a necessidade de modificá-lo. Os modelos original e simplificado são apresentados a seguir.

$$\text{Modelo Original: } Y = A (1 - 10^{-C(X+B)})$$

$$\text{Modelo Utilizado Simplificado: } Y = T_{\text{água}} - A (1 - 10^{-C X})$$

em que,

Y - tensão superficial, mN m^{-1} ;

A - assíntota horizontal máxima no modelo original;

C - concavidade da curva;

B - ponto de interceptação do eixo abcissas;

$T_{\text{água}}$ - $72,6\text{ mN m}^{-1}$;

X - concentração do óleo, %, e

$(T_{\text{água}} - A)$ - assíntota horizontal mínima no modelo simplificado.

Todos os elementos da equação têm significado prático; a expressão " $T_{\text{água}} - A$ " corresponde à mínima tensão superficial que um óleo pode alcançar a partir da concentração em que atinge esse valor de tensão superficial; mesmo aumentando-se a concentração do óleo em questão, não se obtêm decréscimos nos valores de tensão superficial. O parâmetro "C" representa a eficiência do produto (óleo emulsionável); quanto maior o valor desse parâmetro, mais eficiente o óleo será para atingir a tensão superficial mínima numa menor concentração. Como não se utilizaram misturas de produtos, o parâmetro "B" foi retirado do modelo. Esse parâmetro representa o quanto do surfatante (óleo emulsionável) deve ser adicionado para que se obtenha a mesma redução de tensão condicionada pela adição do outro produto, como, por exemplo, um herbicida, na concentração considerada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2, estão apresentados os valores médios de tensão superficial (mN m^{-1}) das soluções com óleos minerais e óleos vegetais, em diferentes concentrações. Dentre os óleos minerais, com exceção do Sunspray E, para cada produto, foram encontrados valores de tensão superficial semelhantes em concentrações acima de 1%. O mesmo ocorreu em emulsões com óleos vegetais em concentrações acima de 1%, exceto o Óleo Vegetal Nortox, que apresentou grandes variações nos valores de tensão superficial nas diferentes concentrações avaliadas para cada

produto (Tabela 2). SUNDARAM & LEUNG (1984) também obtiveram valores de tensão superficial de 29,8 e 32,3 mN m⁻¹ para os óleos ID 585 e Sunspray 6N, respectivamente. Esses valores de tensão superficial foram próximos aos encontrados em concentrações superiores a 1% nos seguintes produtos: Assist, Attach, Dytrol, Iharol, Mineral Oil, Agrex'oil Vegetal, Natur'l Óleo, Veget Oil e Crop Oil.

TABELA 1. Valores médios de tensão superficial (mN m⁻¹) de óleos minerais em diferentes concentrações (%v/v), em solução aquosa.

Concentração (% v/v)	Tensão Superficial (mN m ⁻¹)							
	Assist	Attach	Dytrol	Iharol	Spinner	Sunspray E	Triona	Mineral Oil
0,025	71,13	71,37	69,35	69,69	70,99	71,31	70,16	68,81
0,050	62,78	69,91	61,34	61,83	69,68	70,07	70,45	64,88
0,100	46,75	68,70	46,85	49,76	68,99	69,57	70,52	55,25
0,25	36,77	55,96	37,31	34,96	62,03	69,52	61,75	35,89
0,50	32,59	41,75	32,63	30,42	55,30	70,26	52,64	31,94
0,75	29,94	37,32	32,27	27,95	46,11	69,87	49,99	29,54
1,0	28,45	33,38	30,46	26,83	47,35	69,70	47,71	29,36
1,5	28,78	30,43	26,01	26,15	40,38	70,15	44,31	29,77
2,0	29,05	29,48	27,62	24,89	38,39	70,06	40,09	28,18
2,5	28,97	29,19	26,73	25,86	38,20	70,52	40,22	28,85
3,0	29,68	28,42	26,04	24,83	36,46	69,84	35,27	27,64

TABELA 2. Valores médios de tensão superficial estática (mN m⁻¹) de óleos vegetais em diferentes concentrações (% v/v), em solução aquosa.

Concentração (% v/v)	Tensão Superficial (mN m ⁻¹)				
	Agrex' oil vegetal	Natur'l Óleo	Óleo Vegetal Nortox	Veget Oil	Crop Oil
0,025	66,03	69,37	68,72	61,70	55,43
0,05	55,03	59,39	64,31	56,91	43,43
0,100	52,07	52,06	57,98	43,49	40,58
0,25	34,98	34,08	55,06	34,59	32,25
0,50	32,4	32,83	55,42	29,34	32,28
0,75	27,54	31,74	54,28	27,85	28,97
1,0	27,59	28,43	51,89	27,38	29,92
1,5	28,41	27,79	37,12	26,99	29,41
2,0	27,73	27,48	41,87	26,36	28,48
2,5	26,45	27,02	43,94	26,56	28,78
3,0	26,02	26,33	34,58	25,87	28,37

O parâmetro C da equação do Modelo de Mitscherlich representa a eficácia do produto na redução da tensão superficial. Quanto maior o valor desse parâmetro, menores valores de tensão superficial são obtidos em menores concentrações. Dentre os óleos minerais, Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil apresentam valores semelhantes do parâmetro C (Tabela 3). Sendo assim, demonstra característica similar, reduzindo a tensão superficial em soluções com concentrações menores desses adjuvantes.

MENDONÇA et al. (1999) obtiveram valores do parâmetro C para os surfatantes Extravon, Aterbane BR e Silwet L-77, respectivamente, 39,62; 44,46 e 86,26. Portanto, esses valores foram bem superiores aos encontrados nas Tabelas 3 e 4. O valor máximo obtido com o óleo vegetal Crop Oil para esse parâmetro (8,353) foi ainda bem inferior aos obtidos pelos autores. Assim, os óleos utilizados como adjuvantes não apresentam valores elevados do parâmetro C, ou seja, não são tão

eficazes em reduzir a tensão superficial em baixas concentrações como adjuvantes que não contêm óleo na sua formulação.

O óleo mineral Sunspray E apresentou característica exclusiva. Como pode ser observado na Tabela 1, não ocorreu redução significativa da tensão superficial em nenhuma concentração testada. Essa característica se deve ao fato de esse óleo não se dispersar homogeneamente em água, mesmo o produto sendo classificado como óleo emulsionável, quanto a sua formulação. Contudo, não foi verificada a formação da emulsão nas soluções preparadas. Observando os resultados das análises de variância e de regressão na Tabela 3, verifica-se que a tensão superficial mínima foi de $69,936 \text{ mN m}^{-1}$. O valor do F da regressão foi baixo (595,027) comparado com os valores obtidos para outros produtos, apesar de significativo. Conseqüentemente, o coeficiente de determinação (R^2) foi baixo (0,8661). Nesse caso, o Modelo de Mitscherlich não apresentou bom ajuste a esse conjunto de dados.

RAETANO (2000), avaliando o uso do óleo mineral Sunspray E como espalhante e/ou adesivo em pulverização, não constatou alteração da tensão superficial da calda ao adicioná-lo em água ($72,6 \text{ mN m}^{-1}$), em concentrações a partir de 0,001 até 2,0% v/v. Também constatou que cucurbitáceas (abóbora e pepino) e solanácea (tomate) exibiram sintomas de fitotoxicidade em estádios iniciais de desenvolvimento, tratadas com o produto em água, nas dosagens variando de 0,025 a 0,5% v/v.

MATUO et al. (1989), em estudo de avaliação do efeito de adjuvantes sobre as propriedades físicas da calda de pulverização, constataram redução significativa da tensão superficial quando o óleo mineral Joint Oil foi adicionado à água. Os valores de tensão superficial estática nas dosagens de 0,25; 0,50 e 1,0% do óleo mineral em água foram 31,6; 31,2 e $30,8 \text{ mN m}^{-1}$, respectivamente. Esses valores da tensão superficial (mN m^{-1}) obtidos com o óleo mineral Joint Oil, em tensiômetro marca Krüss modelo K10T, à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, foram próximos aos obtidos com os óleos minerais Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil, os quais mostraram melhor atuação na redução da tensão superficial na mesma faixa de concentração entre os óleos minerais em teste nesta pesquisa.

MENDONÇA et al. (1999), avaliando a tensão superficial de soluções do herbicida glyphosate associado a surfatantes, observaram decréscimo dos valores de tensão superficial quando se acrescentaram às soluções os surfatantes. A solução de Roundup (glyphosate) a 2% (v/v), inicialmente com tensão superficial de $44,7 \text{ mN m}^{-1}$, passou para 34,5; 28,4 e $17,9 \text{ mN m}^{-1}$ quando acrescida dos surfatantes Extravon, Aterbane BR e Silwet L-77, respectivamente, ambos na concentração de 1% (v/v). Ressalta-se, assim, a importância da determinação da tensão superficial de misturas de agroquímicos com adjuvantes, já que a tensão superficial de uma mistura é determinada pela interação das duas ou mais formulações em estudo, e essa interação pode ser sinérgica ou antagônica. Pelas observações dos autores, grande parte da variação da tensão superficial de soluções aquosas deve-se à atuação dos adjuvantes. Entretanto, não se deve desconsiderar a atuação dos defensivos agrícolas, já que esses produtos podem reduzir significativamente a tensão superficial de soluções aquosas. PALLADINI (2000) constatou que inseticidas, acaricidas e fungicidas podem alterar essa propriedade físico-química das caldas e encontrou o menor valor da tensão superficial mínima entre as soluções-teste para o fungicida Saprol, com $30,80 \text{ mN m}^{-1}$, e o maior valor, para o acaricida Vertimec, com $40,81 \text{ mN m}^{-1}$.

SUNDARAM (1987), avaliando o efeito da temperatura na determinação da tensão superficial, observou que os valores de tensão superficial apresentaram pequeno decréscimo com o aumento da temperatura, como, por exemplo, o óleo mineral Sunspray 6N reduziu de $33,9 \text{ mN m}^{-1}$ a $5 \text{ }^\circ\text{C}$ para $32,3 \text{ mN m}^{-1}$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Apesar de esta pesquisa avaliar a tensão superficial estática do óleo mineral Sunspray-E a $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, não se pode comparar aos valores obtidos por SUNDARAM (1987) para esse parâmetro, pois estes óleos diferiram quanto à composição e concentração de surfatantes.

Quando se compararam os valores de tensão superficial mínima dos óleos minerais (Tabela 3), estimados pelo Modelo de Mitscherlich, o óleo mineral Iharol apresentou o menor valor para esse parâmetro (26,097 mN m⁻¹). Na Tabela 4, o óleo vegetal Veget Oil foi o produto que apresentou valor menor para esse parâmetro, 27,308 mN m⁻¹.

TABELA 3. Resultados das análises de variância e regressão. Parâmetros obtidos da equação do Modelo de Mitscherlich para os óleos minerais.

Óleos Minerais	A	C	Tensão mínima (mN m ⁻¹)	F _{regressão}	R ²	C.V.(%)
Assist	43,345	2,960	29,255	26.232,56**	0,9818	3,305
Attach	44,331	0,885	28,269	124.266,98**	0,9921	1,438
Dytrol	44,158	2,907	28,442	132.646,69**	0,9788	1,494
Iharol	46,503	2,604	26,097	40.645,35**	0,9923	2,975
Spinner	36,230	0,608	36,370	12.648,49**	0,9928	3,030
Sunspray E	2,664	16,200	69,936	595,03**	0,8661	0,608
Triona	35,021	0,589	37,579	13.304,43**	0,9848	2,788
Mineral Oil	44,016	2,385	28,584	14.991,86**	0,9912	4,464

** significativo a 1% de probabilidade.

TABELA 4. Resultados das análises de variância e regressão. Parâmetros obtidos da equação do Modelo de Mitscherlich para os óleos vegetais.

Óleos Vegetais	A	C	Tensão mínima (mN m ⁻¹)	F _{regressão}	R ²	C.V.(%)
Agrex' oil vegetal	44,884	3,057	27,716	14.348,11**	0,9874	4,550
Natur'l óleo	44,384	2,811	28,216	9.413,36**	0,9866	5,663
Óleo vegetal Nortox	32,662	0,754	39,938	493,93**	0,8084	5,730
Veget oil	45,292	3,986	27,308	11.734,60**	0,9930	5,080
Crop oil	42,630	8,353	29,964	5.836,97**	0,9787	6,105

** significativo a 1% de probabilidade.

Os óleos vegetais estudados apresentam valores do coeficiente de variação (C.V.) superiores aos obtidos com os óleos minerais (Tabelas 3 e 4). Isso se deve às grandes variações das massas das gotas dentro de cada tratamento avaliado.

Os óleos minerais Attach, Spinner e Triona não foram eficientes em reduzir tensão superficial quando utilizados em concentrações baixas. Logo, os valores do parâmetro C para esses produtos foram, respectivamente, 0,885; 0,608 e 0,589, sendo esses os mais baixos entre os valores obtidos em soluções de óleos minerais.

Os dados de tensão superficial obtidos com o Óleo Vegetal Nortox não apresentaram bom ajuste ao modelo de Mitscherlich. Isso pode ser comprovado pelo baixo valor do coeficiente de determinação (0,8084) e baixo valor de F da regressão, em consequência das grandes variações dos valores médios dos dados originais (Tabela 4).

Dentre os óleos minerais, podemos destacar os produtos Assist, Dytrol, Iharol e Mineral Oil como mais eficazes por apresentarem altos valores do parâmetro C e as menores tensões superficiais mínimas, conforme Tabela 3.

O óleo vegetal Veget Oil apresentou o menor valor de tensão superficial mínima ajustada com o modelo (27,308 mN m⁻¹) entre os óleos vegetais e valor intermediário do parâmetro C (3,986), observado na Tabela 4. Entretanto, o óleo vegetal Crop Oil apresentou alto valor do parâmetro C (8,353), mostrando sua eficácia de redução de tensão superficial em baixas concentrações e também apresentou baixo valor de tensão superficial mínima (29,964 mN m⁻¹).

A eficácia de um determinado adjuvante na redução da tensão superficial em soluções aquosas é determinada por dois parâmetros. O primeiro corresponde a sua capacidade de reduzir a tensão superficial em soluções aquosas concentradas. O outro parâmetro corresponde a sua capacidade de atingir a tensão superficial mínima em soluções aquosas menos concentradas. Esse último parâmetro é determinado pelo parâmetro C do Modelo de Mitscherlich. Assim, em eficácia na redução da tensão superficial, destacaram-se os seguintes óleos minerais: Iharol, Assist, Mineral Oil e Dytrol, e os seguintes óleos vegetais: Veget Oil, Natur'l Óleo, Agrex'oil Vegetal e Crop Oil.

MENDONÇA et al. (1999) correlacionaram diversos valores de tensão superficial de soluções de glyphosate, associado aos surfatantes Extravon, Aterbane BR e Silwet L-77, às áreas de molhamento dessas soluções em superfícies foliares de *Cyperus rotundus* L. e observaram que, quanto menor o valor da tensão superficial, maior a área de molhamento obtida. Os menores valores de tensão superficial obtidos com os óleos minerais e vegetais desta pesquisa enquadram-se na faixa de tensão em que se obtém maior espalhamento em superfícies foliares de tiririca. Assim, quanto menor o valor de tensão superficial obtido com soluções de óleos minerais e vegetais, maior será o espalhamento; isso será vantajoso quando se utiliza menor volume de calda. Entretanto, PALLADINI (2000) verificou grande escorrimento da calda de pulverização após a adição de adjuvante à calda em citros.

CONCLUSÕES

Os óleos minerais e os óleos vegetais comercializados no Brasil apresentaram variações entre seus valores de tensão superficial estática em cada concentração avaliada, comprovando que a tensão superficial não é característica determinada pela origem do óleo (mineral ou vegetal) e, sim, pela qualidade e quantidade de emulsificante adicionado a sua formulação.

REFERÊNCIAS

- DURIGAN, J.C. *Efeitos de adjuvantes na aplicação e eficácia dos herbicidas*. Jaboticabal: Funep, 1993. 43 p.
- GREEN, J.M.; HAZEN, J.L. Understanding and using adjuvants properties to enhance pesticide activity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTES FOR AGROCHEMISTS, 5., 1998, Tennessee. *Proceedings...* Memphis: ISAA, 1998. p.25-36.
- HESS, F.D. Adjuvants. In: HERBICIDE ACTION COURSE, 1997, West Lafayette. *Proceedings...* West Lafayette: Purdue University, 1997. p.38-61.
- HOLLOWAY, P.J. Physicochemical factors influencing the adjuvants - Enhance spray deposition and coverage of foliage-applied agrochemicals. In: HOLLOWAY, P.J.; REES, R.T.; STOCK., D. (Ed.). *Interactions between adjuvants, agrochemicals and target organisms*. Berlim: Springer-Verlag, 1994. p.83-106.
- MATUO, T.; NAKAMURA, S.H.; ALMEIDA, A. Efeito de alguns adjuvantes da pulverização nas propriedades físicas do líquido. *Summa Phytopathologica*, Jaguariuna, v.15, n.2, p.163-73, 1989.
- MCWHORTER, C.G.; BARRENTINE, W.L. Spread of paraffinic oil on leaf surfaces of johnsongrass (*Sorghum hapalensis*). *Weed Science*, Champaign, v.36, n.1, p.111-7, 1988.
- MENDONÇA, C.G.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MENDONÇA C.G. Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. *Planta Daninha*, Londrina, v.13, n.3, p.355-65, 1999.
- PALLADINI, L.A. *Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações*. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

RAETANO, C.G. Uso do óleo mineral Sunspray E como espalhante e/ou adesivo em pulverização. Botucatu: FCA/UNESP, 2000. 28 p. (Relatório de pesquisa)

STICKLER, W.E. The importance of adjuvants to the agricultural chemical industry. In: FOY, C.L. (Ed.). *Adjuvants for Agrochemicals*. New York: Marcell Dekker, 1992. cap.22, p.247-9.

SUNDARAM, A. Influence of temperature on physical properties of non-aqueous pesticides formulation an spray diluents: relevance to u.l.v. applications. *Pesticide Science*, New York, v.20, n.5, p.105-18, 1987.

SUNDARAM, A.; LEUNG, J.W. Physical properties, droplet spectra and deposits of oils used in pesticides sprays. *Journal Environmental Science Health*, Barking, v.19, n.8-9, p.793-805, 1984.