

## Tensão superficial e área de espalhamento de gotas de soluções com herbicidas e adjuvantes em folhas de *Conyza canadensis*

NEUMARCIO VILANOVA DA COSTA<sup>1\*</sup>; TATIANE ALANO MODOLON<sup>2</sup>; MARIANA PISATTO<sup>2</sup>; LALINE BROETTO<sup>2</sup>; EDER MEZZALIRA JUNIOR<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Prof. Dr., Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon/PR. E-mail: [neumarcio.costa@unioeste.br](mailto:neumarcio.costa@unioeste.br). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Aluno de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon/PR

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a tensão superficial e a área de espalhamento de gotas em folhas de buva (*Conyza canadensis*) de soluções de glyphosate e 2,4-D com adjuvantes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se das soluções de glyphosate (960 g ha<sup>-1</sup>) e 2,4-D (720 g ha<sup>-1</sup>) isolados e em mistura, além da adição dos adjuvantes Energic® e Joint Oil® nas concentrações de: 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 e 2,0% (v v<sup>-1</sup>). Concluiu-se que o Energic® foi mais eficiente em reduzir a tensão superficial das soluções do que em promover o espalhamento da gota nas faces limbo foliar de *C. canadensis*. Enquanto que, o Joint Oil® foi mais eficiente em reduzir a tensão superficial na mistura de glyphosate + 2,4-D do que quando se utilizou os herbicidas isolados. A eficiência do Joint Oil® no espalhamento das gotas nas faces do limbo foliares de *C. canadensis* foi dependente da concentração do adjuvante e do herbicida.

**Palavras-chave:** planta daninha, glyphosate, 2,4-D, buva, resistência.

### ABSTRACT

#### Surface tension and area of spreading of solutions with herbicide and adjuvant in leaves of *Conyza canadensis*

This study aimed at evaluating the surface tension and the area of drop spreading on leaves of horseweed (*Conyza canadensis*) solutions of glyphosate and 2.4-D with adjuvant. The experimental design was completely randomized with four replications. The treatments consisted of solutions of glyphosate (960 g ha<sup>-1</sup>) and 2.4-D (720 g ha<sup>-1</sup>) isolated and also in combination, plus the addition of Energic® adjuvant and Joint Oil® at concentrations of: 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5 and 2.0% (v v<sup>-1</sup>). We concluded that the Energic® was more effective in reducing the surface tension of the solutions than in promoting the drop spreading on the faces of leaf *C. canadensis*. Whereas, the Joint Oil® was more effective in reducing the surface tension of the mixture of glyphosate + 2.4-D, than when using herbicides isolated. The efficiency of the Joint Oil® drops spreading on the faces of the leaf *C. canadensis* was dependent on the concentration of the adjuvant and the herbicide.

**Keywords:** weed, glyphosate, 2.4-D, horseweed, resistance.

### INTRODUÇÃO

A *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, pertence a família das Asteraceae, originária das Américas do Norte e do Sul (WEAVER, 2001; LAMEGO & VIDAL, 2008). Conhecida popularmente como buva no Brasil, pode ser encontrada naturalmente entre as regiões Centro-Oeste e Sul (LAZAROTO et al., 2008; KISSMANN & GROTH, 1999).

SAP 7791

DOI: 10.18188/1983-1471/sap.v13n2p161-170

Data do envio: 05/03/2013

Data do aceite: 12/02/2014

Scientia Agraria Paranaensis - SAP  
Mal. Cdo. Rondon, v.13, n.2, abr./jun., p.161-170, 2014

Esta espécie apresenta eficiente adaptabilidade ecológica em sistemas conservacionistas, como semeadura direta ou cultivo mínimo de solo, no entanto, esses sistemas fazem com que a buva sofra pressão de seleção muito grande, pela utilização intensiva do herbicida glyphosate em cultivos de soja em que se utilizam genótipos transgênicos, favorecendo a seleção de biótipos resistentes (MUELLER et al., 2003; MOREIRA et al., 2007; LAZAROTO et al., 2008).

Depois de constatada a resistência, há a necessidade de se desenvolver estratégias de manejo dessas plantas nas lavouras e, sobretudo, evitar a dispersão desses biótipos para outras áreas (CHRISTOFFOLETI & LOPEZ-OVEJERO, 2003; PAULA et al., 2011). Dentre as opções de manejo e prevenção da seleção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas destaca-se a utilização de mistura em tanque de herbicidas que apresentem mecanismos de ação distintos (BECKIE, 2006; BECKIE & REBOUD, 2009; VENCILL et al., 2012).

Vargas et al. (2007) constataram que o 2,4-D ( $1.005 \text{ g ha}^{-1}$ ) controlou com eficiência os biótipos sensível e resistente de buva; e que a sensibilidade do biótipo resistente a herbicidas com mecanismos de ação distintos daquele do glyphosate descarta a possibilidade de resistência múltipla aos produtos avaliados. Da mesma forma, Eubank et al. (2008) observaram que o glyphosate + 2,4-D ( $860+840 \text{ g ha}^{-1}$ ) proporcionou controle da *C. canadensis* altamente eficaz em relação ao glyphosate isolado ( $860 \text{ g ha}^{-1}$ ).

Feng et al. (2004) e Koger & Reddy (2005) sugerem que a resistência ao glyphosate, encontrada em biótipos desta espécie, deve-se provavelmente a alteração na distribuição celular pela redução do carregamento no floema e importação plastídica do herbicida resultando na translocação reduzida, bem como a inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs). Contudo, a eficácia do controle químico pode estar relacionada a outros fatores, dentre os quais, ressalta-se o aumento do espalhamento das gotas de pulverização promovido por adjuvantes sobre as superfícies foliares devido a redução da tensão superficial (RODRIGUES-COSTA et al., 2010).

Entretanto, a adição de adjuvantes à calda nem sempre proporciona o efeito esperado, uma vez que as características da superfície das folhas têm grande influência sobre a deposição de gotas de pulverização. Em alguns casos, os adjuvantes podem ter um efeito antagonista sobre o processo de absorção do herbicida pela planta (FIELD & BISHOP, 1988; COSTA et al., 2005).

Portanto, a avaliação do desempenho de adjuvantes, sob a influência de compostos constituintes dos herbicidas, bem como da superfície da folha, pode contribuir com desenvolvimento de estratégias ou recomendações de mistura em tanque específicas para o manejo das plantas daninhas em aplicações em pós-emergência.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tensão superficial e a área de molhamento de gotas em folhas de *C. canadensis* de soluções de glyphosate e 2,4-D com o adjuvante Energic® e com óleo mineral Joint Oil®.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon/PR. As folhas de *C. canadenses* foram coletas em plantas localizadas na estação experimental da Unioeste no ano agrícola de 2012.

O experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram preparados com os herbicidas glyphosate ( $960 \text{ g ha}^{-1}$ ) e 2,4-D ( $720 \text{ g ha}^{-1}$ ) isolados e em mistura, além da adição do adjuvante Energic® (espalhante adesivo não iônico) e do óleo mineral Joint Oil® (hidrocarbonetos parafínicos + cicloparafínicos) nas concentrações de: 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5 e 2,0% v v<sup>-1</sup>).

Para determinação da tensão superficial de gotas foi utilizada a metodologia proposta por Mendonça et al. (1999), sendo que o conjunto de 25 gotas de cada solução avaliada correspondeu a uma repetição, no total foram utilizadas quatro repetições. A temperatura ambiente do laboratório durante as determinações foi mantida entre  $21,5 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A área de molhamento foi determinada nas faces foliares adaxial e abaxial das folhas do terço médio das plantas de *C. canadensis* coletadas em condições de campo na fase reprodutiva. Inicialmente utilizou-se uma fita adesiva para fixar as folhas em uma placa de vidro, e posteriormente com auxílio de uma micropipeta automática, calibrada para um volume de 15 µL. Foi aplicada uma gota de cada solução por face foliar utilizando-se quatro folhas para as determinações por face.

Imediatamente após a deposição da gota, as mesmas foram fotografadas com o auxílio de uma câmera digital. Para análise da imagem, utilizou-se do software Quant vs 1.0.1 (VALE et al., 2003) que, para efetuar o cálculo de áreas de cores pré-definidas, necessita ser calibrado por meio de uma escala conhecida na imagem. Nesse caso utilizou-se para calibração uma linha desenhada na placa de vidro com comprimento de 15 cm, logo abaixo do ponto de fixação das folhas, como referência, que em seguida foram transformadas as áreas apresentadas em mm<sup>2</sup> para cm<sup>2</sup>.

Os dados de tensão superficial obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão, ajustado ao modelo de Mitscherlich simplificado, conforme:

Modelo Mitscherlich original:  $Y = A * (1 - 10^{-C * (X+B)})$

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

Onde:

Y = Tensão superficial em mN m<sup>-1</sup>;

A = Assíntota horizontal máxima no modelo original;

C = Concavidade da curva;

B = Ponto de interceptação do eixo abcissas;

Tágua = 72,00 mN m<sup>-1</sup>;

X = Concentração do surfatante, em porcentagem;

Tágua - a = Assíntota horinzontal mínima no modelo utilizado.

Os dados da área de molhamento foram submetidos à análise de variância e em seguida ajustados aos modelos de regressão que melhor representaram os valores observados verificando-se além da significância de F, os valores do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão descritos os parâmetros obtidos na regressão pelo modelo de Mitscherlich, para os dados de tensão superficial das gotas das soluções com 2,4-D e glyphosate e com diferentes concentrações de Energic®.

De acordo com Mendonça et al. (1999), todos os elementos da equação tem seu significado prático; a expressão “T água - A” corresponde à mínima tensão superficial que pode ser alcançada com o uso do surfatante em questão. O parâmetro “B” indica quanto do surfatante tem que colocar para que se obtenha a mesma redução de tensão condicionada pela adição do herbicida na concentração considerada e o parâmetro “C” representa a eficácia do produto na redução da tensão superficial.

Quanto maior o valor do parâmetro “C”, menores valores de tensão superficial são obtidos em menores concentrações (MENDONÇA et al., 2007). Desta forma, verificou-se que o coeficiente de eficácia do Energic® foi maior nas soluções com 2,4-D e da mistura glyphosate+2,4-D, entretanto, ocorreu diminuição da tensão superficial mínima nas soluções isoladas e da mistura de glyphosate e 2,4-D, evidenciando efeito sinérgico dos herbicidas com o Energic® (Figura 1).

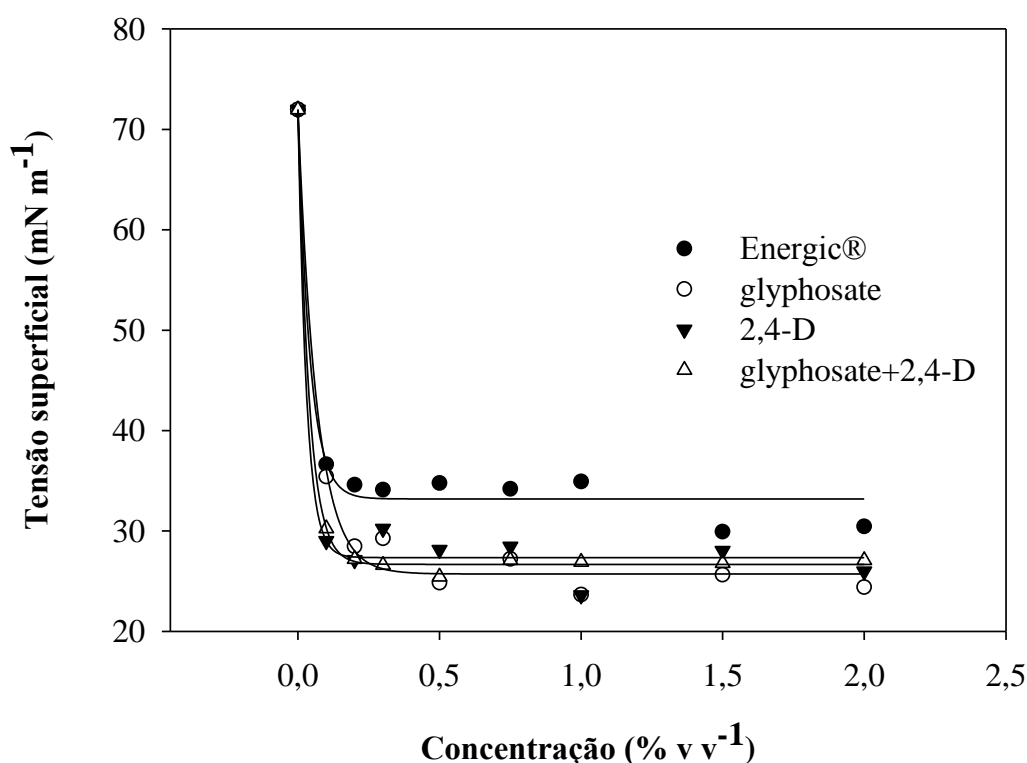
Montório et al. (2010) citam que o Energic® mostrou-se ser eficiente para redução da tensão superficial, alcançando as menores tensões mínimas e os maiores coeficientes de eficácia.

Mendonça et al. (1999) verificaram que o surfatante Aterbane® apresentou maior eficiência quando associado ao glyphosate, nas concentrações 1; 2; 3,5 e 5% v v<sup>-1</sup> do produto comercial Roundup, que o surfatante Extravon®, enquanto que o surfatante Extravon teve a tensão superficial influenciada negativamente quando associado ao glyphosate e o surfatante Silwet apresentou ótima eficiência na diminuição da tensão superficial.

**TABELA 1.** Resultados das análises de variância e regressão para os dados de tensão superficial das gotas das soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações de adjuvante não iônico Energic®.

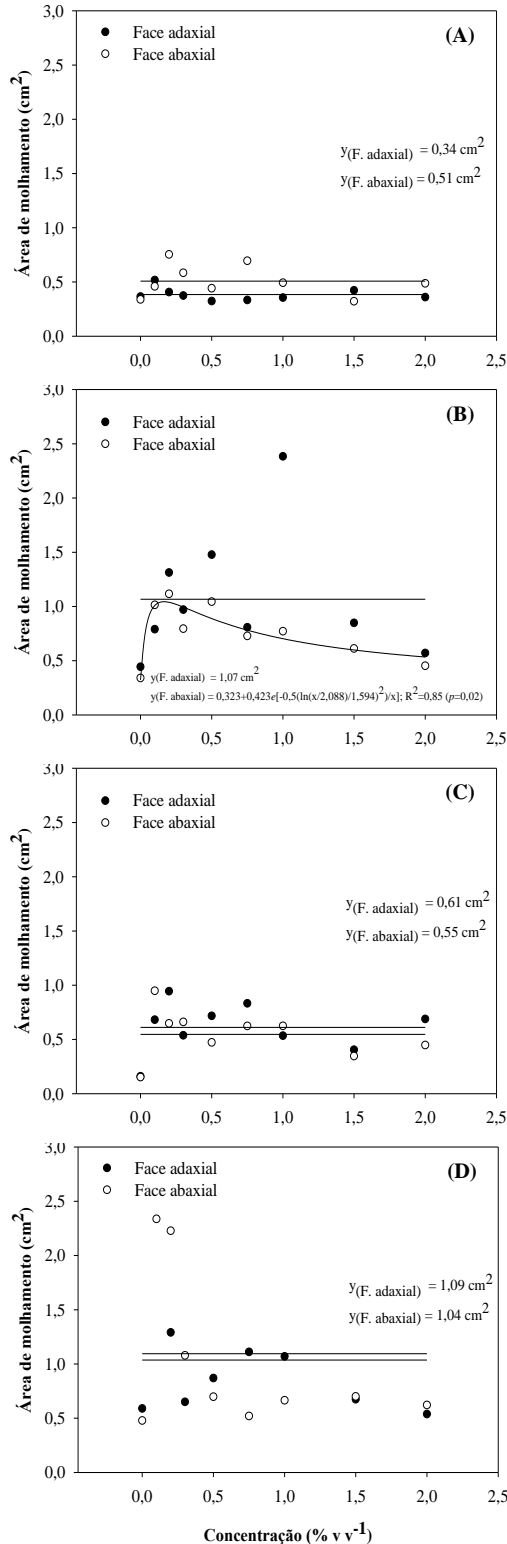
Modelo	$Y = T_{\text{água}} - A * (1-10^{-C*(X+B)})$			
Parâmetros				
Do Modelo	Energic®	2,4-D	glyphosate	glyphosate + 2,4-D
A	45,686	49,678	56,558	48,494
B	0,0	0,0033	0,0135	0,0027
C	10,241	14,341	6,508	10,993
Tensão mínima	33,186	27,347	25,713	26,671
QM	437,713	585,154	617,489	598,622
F	82,538**	109,917**	163,919**	1498,661**
R <sup>2</sup>	0,980	0,985	0,990	0,999
C.V. (%)	15,1	17,1	14,8	5,3

Y = tensão superficial ( $\text{mN m}^{-1}$ ); X = concentração do adjuvante ( $\% \text{ v v}^{-1}$ );  $T_{\text{água}}$  ( $72,6 \text{ mN m}^{-1}$ ), A, B e C são as estimativas dos parâmetros do modelo de Mitscherlich. \*\* significativo a 1% de probabilidade.



**FIGURA 1** - Tensões superficiais de soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações de adjuvante não iônico Energic®. Estimativas de acordo com o modelo de Mitscherlich.

Apenas os dados da solução de 2,4-D+Energic® para a face abaxial ajustaram a modelo de regressão, evidenciando que pode haver diminuição na área de espalhamento da gota com aumentos da concentração do adjuvante na solução (Figura 2). Desta maneira, a adição do Energic® nas soluções de glyphosate e glyphosate+2,4-D não influenciaram no espalhamento da gota em ambas as faces limbo foliar de *C. canadensis*.



**FIGURA 2** - Área de molhamento de gotas (15  $\mu\text{L}$ ) de soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações de adjuvante não iônico Energic® nas faces do limbo foliar de *C. canadensis*. Energic® (A); 2,4-D (B); glyphosate (C) e glyphosate+2,4-D (D).

A melhoria no espalhamento da gota de pulverização promovido por adjuvantes sobre as superfícies das folhas pode ser atribuída à capacidade de redução da tensão superficial da solução, o que aumenta a área de contato da gota com epiderme foliar. Entretanto, a adição de adjuvantes à calda nem sempre resulta no efeito esperado, já que as características da superfície de folhas têm grande influência sobre a deposição de gotas. Em alguns casos, os adjuvantes podem ter um efeito antagonista sobre o processo de absorção do herbicida pela planta (FIELD & BISHOP, 1988).

Hess & Falk (1990) explicam que maiores depósitos de cera epicuticular na superfície adaxial da folha pode reduzir o espalhamento de gota de pulverização.

Na Tabela 2, estão descritos os parâmetros obtidos na regressão pelo modelo de Mitscherlich, para os dados de tensão superficial das gotas das soluções com 2,4-D e glyphosate e com diferentes concentrações de óleo mineral Joint Oil®. Verificou-se que o coeficiente de eficácia do Joint Oil® foi maior nas soluções com glyphosate e 2,4-D isolados e em mistura, entretanto, ocorreu aumento da tensão superficial mínima nas soluções isoladas de glyphosate e 2,4-D, evidenciando efeito antagônico dos herbicidas com o Joint Oil®. Houve sinergismo na mistura glyphosate+2,4-D+Joint Oil® (Figura 3).

O Joint Oil® sozinho promoveu aumento do espalhamento da gota em ambas as faces limbo foliar de *C. canadensis* quando foi utilizado até a concentração de 1,0% v v<sup>-1</sup>, sendo que a partir desta concentração houve decréscimo no espalhamento da gota (Figura 4A).

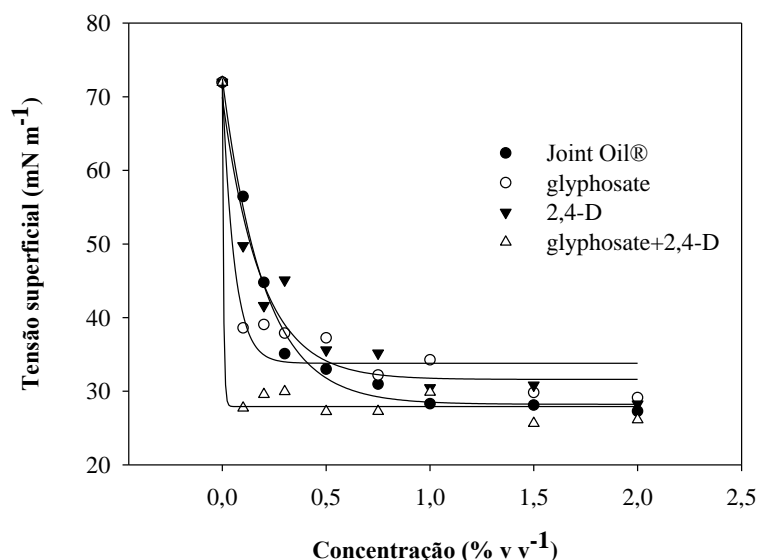
Já a solução de 2,4-D+Joint Oil® apresentou incrementos na área de espalhamento da gota com o aumento da concentração do óleo mineral, principalmente na face adaxial (Figura 4B). Comportamento semelhante foi observado na solução de glyphosate + Joint Oil®, contudo, houve tendência de aumentos no espalhamento da gota até a concentração de 0,75% v v<sup>-1</sup>, com destaque para os maiores valores de obtidos na face abaxial da folha (Figura 4C).

A mistura glyphosate2,4-D + Joint Oil® promoveu aumentos no espalhamento da gota apenas na face adaxial da folha (Figura 4D).

**TABELA 2.** Resultados das análises de variância e regressão para os dados de tensão superficial das gotas das soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações do óleo mineral Joint Oil®.

Modelo	$Y = T_{\text{água}} - A * (1-10^{-C * (X+B)})$			
Parâmetros	Joint Oil®	2,4-D	glyphosate	glyphosate + 2,4-D
A	63,479	57,230	50,693	50,535
B	0,0715	0,0737	0,0165	0,0016
C	2,188	2,360	7,597	36,012
Tensão mínima	28,224	31,588	33,788	27,919
QM	631,119	468,178	418,345	578,414
F	192,664**	26,188**	23,917**	144,573**
R <sup>2</sup>	0,991	0,940	0,935	0,989
C.V. (%)	10,2	22,7	24,7	14,9

Y = tensão superficial (mN m<sup>-1</sup>); X = concentração do adjuvante (% v v<sup>-1</sup>); T<sub>água</sub> (72,6 mN m<sup>-1</sup>), A, B e C são as estimativas dos parâmetros do modelo de Mitscherlich. \*\* significativo a 1% de probabilidade.



**FIGURA 3** - Tensões superficiais de soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações de adjuvante óleo mineral Joint Oil®. Estimativas de acordo com o modelo de Mitscherlich.

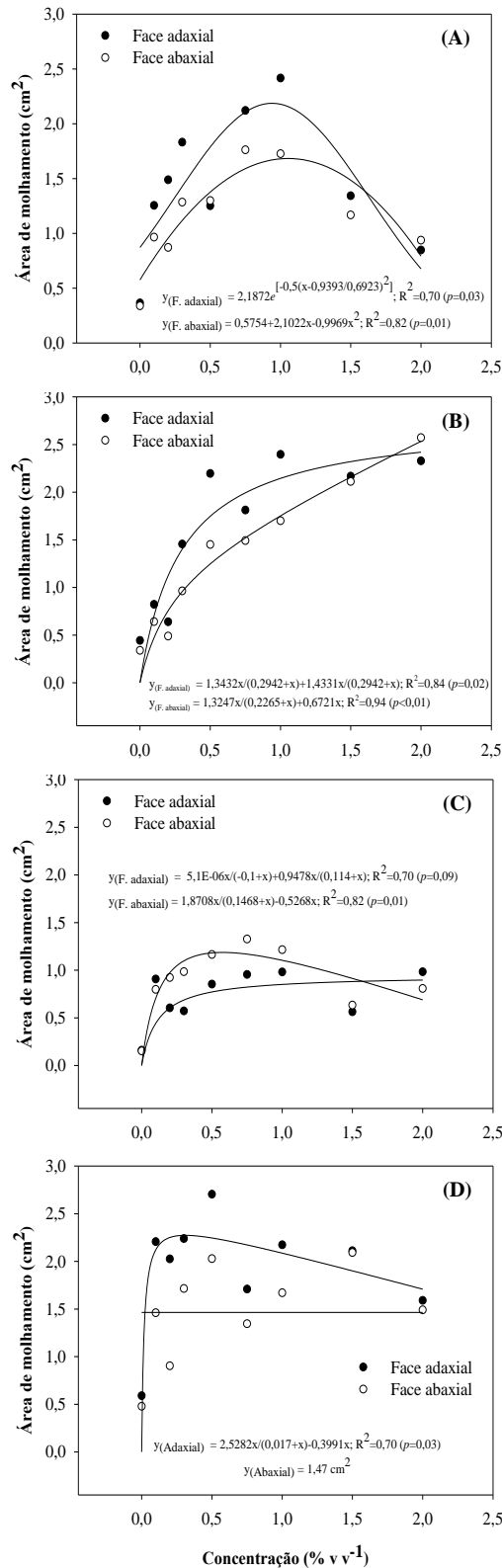
Estes resultados indicam que o uso de adjuvantes pode contribuir para o aumento da eficácia do controle da buva, uma vez que Kruger et al. (2008) observaram que a supressão do crescimento da *C. canadensis* após a aplicação do 2,4-D (280 g ha<sup>-1</sup>) não foi afetada em plantas que apresentavam tamanho de rosetas entre 0,5 e 10 cm de largura. Estes pesquisadores citam ainda que a utilização de 2,4-D, em mistura com o glyphosate é frequentemente acompanhada por uma redução na dose de 2,4-D, aumentando ainda mais a probabilidade de que as plantas de buva sobrevivam ao controle químico.

Segundo Mendonça et al. (1999), o surfactante organossiliconado Silwet L- 77 mostrou-se o mais eficiente, do que o Aterbane® e o Extravon®, tanto em termos de redução da tensão superficial quanto em termos de aumento da área de espalhamento de gotas em folhas de *Cyperus rotundus*.

Ressalta-se que a eficiência no espalhamento da gota nas faces foliares do *C. canadensis* promovidos pelo glyphosate e o 2,4-D pode ser dependente do adjuvante utilizado e da sua concentração na solução da calda. Assim, uma vez que a resistência da *C. canadensis* pode estar ligada a translocação reduzida da molécula de glyphosate (FENG et al., 2004; KOGER & REDDY, 2005), o aumento do espalhamento das gotas de pulverização nas superfícies foliares pode maximizar a absorção e a translocação dos herbicidas e contribuir no manejo desta espécie.

Velini et al. (2000) verificaram no controle de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum* que a adição de 0,1% v v<sup>-1</sup> do adjuvante Aterbane® permitiu reduzir as doses de glyphosate em aproximadamente 10%, mantendo-se o mesmo nível de controle (90%). Da mesma forma, Ramsdale & Messersmith (2002), observaram que a elevada fitotoxicidade causada pelo imazamox (0,035 kg ha<sup>-1</sup>), imazethapyr (0,07 kg ha<sup>-1</sup>) e o nicosulfuron (0,035 kg ha<sup>-1</sup>) aplicados com diferentes concentrações de adjuvantes em volumes de pulverização reduzidos em plantas de aveia (*Avena sativa* L.) foi causada principalmente devido ao aumento da absorção dos herbicidas do que o aumento da retenção da calda nas plantas.

Costa et al. (2005) citam que a tensão superficial de gotas de pulverização de glyphosate misturado com adjuvantes Aterbane e Silwet L-77 foi abaixo da tensão superficial de 32 mN m<sup>-1</sup> que induziria a penetração das soluções via estômatos (GREENE & BUCOVAC, 1974), bem como, a redução da tensão superficial proporcionou aumentos das áreas de espalhamento da gota nas superfícies foliares das espécies de plantas aquáticas *Enhydra anagallis*, *Eichhornia crassipes*, *Heteranthera reniformis* e *Typha subulata*.



**FIGURA 4** - Área de molhamento de gotas (15  $\mu\text{L}$ ) de soluções com glyphosate e 2,4-D com diferentes concentrações de óleo mineral nas faces do limbo foliar de *C. canadensis*. Joint Oil® (A); 2,4-D (B); glyphosate (C) e glyphosate+2,4-D (D).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que o adjuvante Energic® foi mais eficiente em reduzir a tensão superficial das soluções de 2,4-D e 2,4-D+glyphosate do que em



promover o espalhamento da gota nas faces limbo foliar de *C. canadensis*. Enquanto que, o óleo mineral Joint Oil® foi mais eficiente em reduzir a tensão superficial da solução de glyphosate+2,4-D do que quando se utilizou os herbicidas isolados. Os incrementos na área de espalhamento das gotas com a utilização do Joint Oil® foram dependentes da concentração, do herbicida e das faces do limbo foliares avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKIE, H.J. Herbicide-resistant weeds: management tactics and practices. **Weed Technology**, Lawrence, v.20, n.3, p.793-814, 2006.

BECKIE, H.J.; REBOUD, X. Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. **Weed Technology**, Lawrence, v.23, n.3, p.363-370, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LOPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.3, p.507-515, 2003.

COSTA, N.V.; MARTINS, D.; RODELLA, R.A.; COSTA, L.D. N.C. Droplet deposition during spray and leaf pH in aquatic weed control. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.3, p.227-234, 2005.

EUBANK, T.W.; POSTON, D.H.; NANDULA, V.K.; KOGER, C.H.; SHAW, D.R.; REYNOLDS, D.R. Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) control using glyphosate, paraquat, and glufosinate-based herbicide programs. **Weed Technology**, Lawrence, v. 22, n. 1, p. 16-21, 2008.

FENG, P.C.C.; TRAN, M.; CHIU, T.; SAMMONS, R.D.; HECK, G.R.; CAJACOB, C.A. Investigations into glyphosate resistant horseweed (*Conyza canadensis*): retention, uptake, translocation, and metabolism. **Weed Science**, Champaign, v.52, n.4, p.498-505, 2004.

FIELD, R.J.; BISHOP, N.G. Promotion of stomatal infiltration of glyphosate by an organosilicone surfactant reduces the critical rainfall period. **Pesticide Science**, Oxford, v.24, p.55-62, 1988.

GREENE, D.W.; BUKOVAC, M.J. Stomatal penetration: effect of surfatants and role in foliar absorption. **American Journal of Botany**, Columbus, v.61, p.100-106, 1974.

HESS, F.D.; FALK, R.H. Herbicide deposition on leaf surfaces. **Weed Science**, Champaign, v.38, n. 2, p.280-288, 1990.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo. BASF, 1999. 978 p. Tomo II.

KOGER, C.H.; REDDY, K.N. Role of absorption and translocation in the mechanism of glyphosate resistance in horseweed (*Conyza canadensis*). **Weed Science**, Champaign, v.53, n.1, p.84-89, 2005.

KRUGER, G.R.; DAVIS, V.M.; WELLER, S.C.; JOHNSON, W.G. Response and survival of rosette-stage horseweed (*Conyza canadensis*) after exposure to 2.4-D. **Weed Science**, Champaign, v.56, n.5, p.748-752, 2008.

LAMEGO, F.P.; VIDAL, R.A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta daninha**, Viçosa, v.26, n.2, p.467-471, 2008.

- LAZAROTO, C.A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.852-860, 2008.
- 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**, Viçosa, v.13, n.3, p.355-65, 1999.
- MENDONÇA, C.G.; RAETANO, C.G.; MENDONÇA, C.G. Tensão superficial estática de soluções aquosas com óleos minerais e vegetais utilizados na agricultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, número especial, p.16-23, 2007.
- MONTÓRIO, G.; VELINI, E.; MACIEL, C.; MONTÓRIO, T. Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. **Revista Brasileira De Herbicidas**, Maringá, v.4, n.2, p.8-22, 2010.
- MOREIRA, M.S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.01, p.157-164, 2007.
- MUELLER, T.C.; MASSEY, J.H.; HAYES, R.M.; MAIN, C.L.; STEWART JR, C.N. Shikimate accumulates in both glyphosate-sensitive and glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis* L. Cronq.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, California, v.51, n.3, p.680-684, 2003.
- PAULA, J.M.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; NOHATTO, M.A. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.29, n.1, p.217-227, 2011.
- RAMSDALE, B.K.; MESSERSMITH, C.G. Adjuvant and herbicide concentration in spray droplets influence phytotoxicity. **Weed Technology**, Lawrence, v.16, n.3, p.631-637, 2002.
- RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; COSTA, N.V.; CARDOSO, L.A.; PEREIRA, M.R.R.; MARTINS, D. Avaliação de pontas de jato plano na deposição da calda de pulverização com diferentes combinações de plantas de feijão, *Brachiaria plantaginea* e *Bidens pilosa*. **Planta daninha**, Viçosa, v.28, edição especial, p.1159-1171, 2010.
- VALE, F.X.R., FERNANDES FILHO, E.I.; LIBERATO, J.R. **Quant. A software plant disease severity assessment**. 8TH INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, CHRISTCHURCH NEW ZEALAND, 2003. p.105.
- VARGAS, L.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D.; DAL MAGRO, T. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na Região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.3, p.573-578, 2007.
- VELINI, E.D.; MARTINS, D.; SILVA, M.A.S. Efeito de concentrações de espalhante adesivante e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*. **Planta daninha**, Viçosa, v.18, n.2, p.349-366, 2000.
- VENCILL, W.K.; NICHOLS, R.L.; WEBSTER, T.M.; SOTERES, J.K.; MALLORY-SMITH, C.; BURGOS, N.R.; JOHNSON, W.G.; MCCLELLAND, M.R. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. **Weed Science**, Champaign, v.60, edição especial, p. 2-30, 2012.
- WEAVER, S.E. The biology of Canadian weeds.115. *Conyza canadensis*. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.81, n.1, p.867-875. 2001.