

CONTROL DE LECHERON (*Euphorbia dentata*) CON GLIFOSATO¹

*Control of Toothed Spurge (*Euphorbia dentata*) with Glyphosate*

JUAN, V.F.², SAINT-ANDRE, H.M.² y FERNANDEZ, R.R.³

RESUMEN - *Euphorbia dentata* es una maleza anual, de ciclo primaveral – estival que está presente en el 85% del área agrícola del partido de Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina. Estudios en campo fueron conducidos durante dos años a fin de realizar ajustes de dosis y momentos de aplicación que permitan lograr una alta eficacia de control de *E. dentata* con glifosato y estudiar el uso de distintas concentraciones de un surfactante, para lograr resultados más predecibles en aplicaciones a campo. Se realizó un ensayo que consistió en la aplicación de dosis crecientes del herbicida en dos estados fenológicos de la maleza y con los datos se establecieron relaciones dosis respuesta, se ajustaron ecuaciones de regresión lineal y se determinaron las dosis de glifosato necesarias para lograr un 90% de control para cada estado fenológico de la maleza. Otro ensayo fue conducido para determinar la influencia del agregado de un surfactante en interacción con la dosis y el estado de la maleza. Se observó una dependencia de la eficacia de control de glifosato respecto del estado fenológico. La adición del surfactante a la solución de aspersión mejoró, en general la eficacia obtenida por las dosis de glifosato, detectándose una mayor influencia en los tratamientos realizados en estados fenológicos avanzados.

Palabras claves: surfactante, dosis efectiva 90% (ED₉₀), estados fenológicos, EPHDE.

ABSTRACT - *Euphorbia dentata* is an annual, spring-summer weed present in 85% of the agricultural land of the District of Azul, province of Buenos Aires, Argentina. Field studies were conducted during two years with the aim of (i) adjusting the dose and time of application that would achieve an efficient control of *E. dentata* with glyphosate and (ii) studying the use of different concentrations of surfactant to achieve more predictable field results. To address aim (i), a trial consisting in applying increasing doses of the herbicide was carried out in two phenological stages of the weed. Based on the data obtained, rate-response relationships were established, linear regression equations were derived and the glyphosate rate required to achieve 90% control for each phenological stage of the weed was determined. To address aim (ii), a second trial was conducted to determine the influence of adding a surfactant on the interaction between dose and weed stage. Glyphosate control efficacy was found to be dependent on the phenological stage of the weed. Surfactant addition to the aspersion solution improved the overall efficacy of the glyphosate dose applied, with a greater influence being detected in the treatments carried out at more advanced phenological stages tested.

Keywords: surfactant, 90% effective dose (ED₉₀), phenological stages, EPHDE.

INTRODUCCIÓN

Euphorbia dentata es una maleza anual que se encuentra distribuida en el 85% del área agrícola del partido de Azul, en la zona centro de la provincia de Buenos Aires,

asociada principalmente al cultivo de soja, donde aún no se ha logrado un manejo adecuado de la misma, presentándose como una especie de difícil control (Juan y Saint-André, 1995 ; Juan et al., 1996 ; Juan et al., 2000).

¹ Recebido para publicação em 7.11.2005 e na forma revisada em 5.5.2006.

² Profesor Adjunto de Terapéutica Vegetal, Facultad de Agronomía UNICEN, cc 47, 7300, Azul, Bs. As., Argentina; ³ Profesor Asociado de Terapéutica Vegetal, Facultad de Agronomía UNICEN.



En la república Argentina, la introducción de soja transgénica resistente a glifosato (RG) ha permitido el desarrollo de nuevas técnicas de manejo de malezas a través de este herbicida, principalmente sobre aquellas especies en las cuales los métodos tradicionalmente utilizados no han resultado efectivos.

El glifosato (sal isopropilamina del ácido N-fosfonometil glicina) es un herbicida sistémico de amplio espectro que controla eficazmente la mayoría de las malezas anuales y perennes, ya sea mono como dicotiledóneas. No obstante, para el caso de *E. dentata* no se han logrado controles satisfactorios, observándose en particular, la utilización de un amplio rango de dosis de este herbicida y una alta variabilidad en la eficacia de control obtenida (Juan et al., 2002).

Existen pocos antecedentes sobre la biología y el manejo de *E. dentata*, pero la bibliografía indica que la especie tiene ciertas características que la asemejan con otra Euforbiácea anual ampliamente difundida como es *Euphorbia heterophylla*, que representa una de las principales malezas latifoliadas en cultivos de soja de diversos países del mundo y que su manejo ha sido motivo de numerosos estudios, debido a su dificultad de control (Nester et al., 1979; Harger & Nester, 1980; Wilson, 1981; Willard et al., 1994).

Se postula que entre las causas probables de la dificultad de control de esta especie, estarían además de la dosis, factores asociados al estado fenológico de la maleza al momento de la aplicación y se considera que el uso de un surfactante podría mejorar la absorción del herbicida por parte de la planta y consecuentemente su control.

El objetivo del presente trabajo fue realizar ajustes de dosis y momentos de aplicación que permitan lograr una alta eficacia de control de *E. dentata* con glifosato y estudiar el uso de distintas concentraciones de surfactante, para lograr resultados más predecibles en aplicaciones a campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante las campañas agrícolas 2003 y 2004 fueron realizados dos ensayos de campo

en el partido de Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina, sobre un lote con una infestación natural, que en promedio de los dos años estudiados, presentó una densidad de 80 plantas de *E. dentata* por metro cuadrado.

Determinación de la dosis efectiva de glifosato para el control de *E. dentata* en distintos estados fenológicos

Para establecer diferencias en cuanto a la eficacia de control en función del momento de aplicación, se realizaron ensayos en parcelas de 2 x 4 m. Sobre ellas se establecieron los tratamientos de glifosato aplicados en dos momentos con 20 días de diferencia entre sí y que representaron dos estados fenológicos de la maleza contrastantes (2 a 4 hojas y de 4 a 6 hojas). Las dosis del herbicida utilizadas fueron 480, 720, 960, 1200, 1440, 1680, 1920, 2160, 2400, 2640 y 2880 g i.a. ha⁻¹. Se evaluó la eficacia de control de esta especie a los 35 días desde las aplicaciones en cada uno de los estados fenológicos mencionados, se ajustó una relación dosis eficacia y se determinó la dosis del herbicida que logra un control del 90% para cada estado fenológico, comparándolas con parcelas de testigo sin control, conocida como dosis efectiva de efectiva 90 (DE₉₀).

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones, los datos de eficacia de control para cada uno de los estados fenológicos definidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de regresión lineal y las pendientes de las rectas obtenidas se compararon entre sí a través del test de comparación de rectas con $p \leq 0,05$.

Determinación de la influencia de un surfactante en el control de *E. dentata* con glifosato en distintos estados fenológicos

Para determinar la influencia del agregado de una sustancia tensoactiva en la eficacia de control en función del estado fenológico de la maleza, se realizó un ensayo de idénticas características que el anterior en el que los tratamientos consistieron en la aplicación de tres dosis de glifosato (720, 1.200 y 1.680 g i.a. ha⁻¹), cada una con el agregado de dos concentraciones del surfactante

comercial Surfac (alquilaril poliglicol éter 50%, al 0,1 y 0,2% del formulado en la solución de aspersión) y un tratamiento sin éste. Se realizaron evaluaciones de eficacia de control a los 35 días desde la aplicación.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones. Los datos se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza y las medias fueron comparadas por el test de Student-Newman-Keuls con $p \leq 0,05$.

En ambos ensayos se utilizó una formulación comercial de glifosato líquido soluble al 48% (sal isopropil amina). Las aplicaciones fueron realizadas con un equipo de aspersión manual de presión constante (CO_2), provisto de una barra con 4 picos y pastillas Teejet 8001. La presión de trabajo fue de 40 lbs pulg⁻² y el caudal fue equivalente a 100 L ha⁻¹ utilizando como vehículo agua desionizada (pH = 7) a fin de evitar interferencias debidas al pH y a la presencia de cationes en solución.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la dosis efectiva de glifosato para el control de *E. dentata* en distintos estados fenológicos

Los datos obtenidos mostraron una estrecha relación entre las dosis y la eficacia de control lograda hasta alcanzar el máximo valor, que se obtuvo aproximadamente con 2000 g i.a. ha⁻¹ de glifosato (Tabla 1).

Para los dos estados fenológicos estudiados, se observó una respuesta donde los datos de eficacia de control en función de las dosis de glifosato podrían ser ajustados a las siguientes ecuaciones de regresión lineal en el rango entre 480 y 2160 g i.a. ha⁻¹:

$$y_1 (\%) = 37,67 + 0,0298 x \quad (r^2 = 0,95)$$

$$y_2 (\%) = 11,41 + 0,0397 x \quad (r^2 = 0,98)$$

donde: y_1 ó y_2 representan la eficacia de control de *E. dentata* en porcentaje, en función de la dosis de glifosato dentro del rango estudiado expresada en g i.a. ha⁻¹ (x), para los estados de 2 a 4 hojas y de 4 a 6 hojas respectivamente (Figura 1).

En base a esta respuesta estimada a través de las pendientes de las rectas, la eficacia de control de *E. dentata* se incrementa en 2,98% y en 3,97% por cada 100 g i.a. ha⁻¹ de incremento en la dosis de glifosato en el rango estudiado y para cada uno de los estados fenológicos mencionados respectivamente. Si bien se observa que la pendiente de dosis respuesta resultó mayor cuando la maleza se encuentra en un estado más avanzado de crecimiento, se debe tener en cuenta que la ordenada al origen para la dosis de 480 g i.a. ha⁻¹ fue bastante más baja en este último caso, condicionando la pendiente de la recta.

Se observa además, que hasta la dosis de 1920 g i.a. ha⁻¹ existe una dependencia significativa de la eficacia de control respecto del estado fenológico, y que no se manifiesta en las dosis mayores que resultaron muy cercanas al 100% de control para ambos estados (Tabla 1).

La determinación de la dosis efectiva 90 (DE_{90}), representa un método comparativo que es utilizado, en general con el objeto de detectar diferencias de sensibilidad entre dos o más especies a un determinado producto, pero este parámetro permite además la valoración de eficacia para una misma especie en distintos estados de desarrollo, como en este caso. Es así que, en función de las ecuaciones ajustadas, se determinó la DE_{90} de glifosato para el control de *E. dentata* en los dos estados fenológicos, resultando para el estado de 2 a 4 hojas de 1750 g i.a. ha⁻¹, mientras que, para 4 a 6 hojas fue de 1980 g i.a. ha⁻¹.

Uno de los principales factores que influyen en la menor sensibilidad de las malezas a

Tabla 1 - Control de *E. dentata* con diferentes dosis de glifosato aplicado en dos estados fenológicos de la maleza

Estado fenológico	Dosis de glifosato (g i.a. ha ⁻¹)										
	480	720	960	1.200	1.440	1.680	1.920	2.160	2.400	2.640	2.880
2 a 4 hojas	45	59	70	78	85	88	96	98	100	100	100
4 a 6 hojas	26	42	52	61	70	76	89	95	100	100	100
LSD 0,05	5,11										



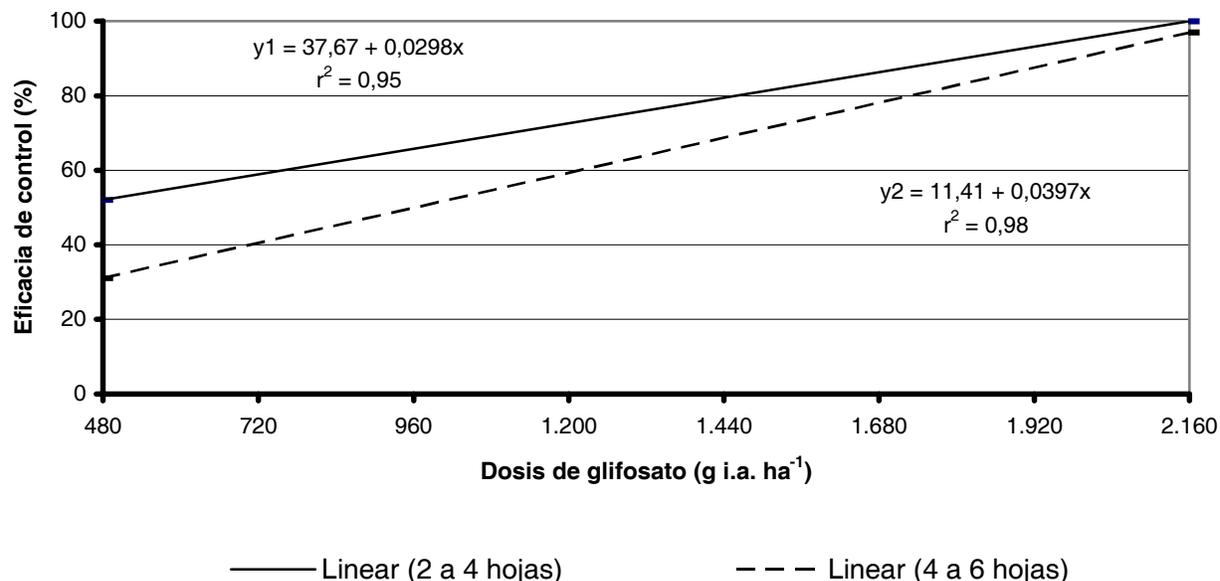


Figura 1 - Representación gráfica de las ecuaciones de regresión lineal entre la dosis de glifosato y la eficacia de control de *E. dentata* para dos estados fenológicos de la maleza.

herbicidas postemergentes en estados fenológicos avanzados, es el mayor espesor y la diferente composición cuticular de las hojas maduras respecto a las hojas jóvenes de una misma planta. Numerosos estudios destacan la importancia de la cutícula con relación a las propiedades químicas del producto y su influencia en cuanto a la velocidad de absorción y finalmente a la eficacia de control lograda (Prince, 1982).

Las sales de glifosato particularmente, son compuestos hidrofílicos con un coeficiente de partición octanol-agua extremadamente bajo (1×10^{-6}), que tienen muy poca afinidad con las ceras componentes de la cutícula, atravesando esta capa lentamente y por lo tanto la absorción foliar se destaca como uno de los principales factores que limita su eficacia (Leaper & Holloway, 2000).

En los resultados de este trabajo se observa que la sensibilidad *E. dentata* disminuye a medida que su estado fenológico es más avanzado, probablemente debido a una mayor deposición de ceras y un mayor espesor cuticular, que obliga a utilizar dosis más altas de glifosato para lograr los mismos resultados de control que en estados vegetativos iniciales.

Determinación de la influencia de un surfactante en el control de *E. dentata* con glifosato en distintos estados fenológicos

En cuanto a la influencia del uso de un tensioactivo sobre el control de *E. dentata* con glifosato, se observó que la adición de un producto de este tipo a la solución de aspersión mejoró en general la eficacia obtenida por las diferentes dosis de glifosato (Figura 2), no obstante el tratamiento de 720 g i.a. ha⁻¹ aplicado en 4 a 6 hojas con la máxima concentración de surfactante, no logró alcanzar la eficacia del mismo tratamiento aplicado en 2 a 4 hojas.

En las otras dos dosis de glifosato (1200 y 1680 g i.a. ha⁻¹) aplicadas en estado de 4 a 6 hojas, se observó que aún partiendo de niveles de control significativamente más bajos que los obtenidos por la misma dosis aplicada 20 días antes, la mayor concentración de tensioactivo en la solución de aspersión (0,2%) permitió alcanzar la eficacia obtenida por ese mismo tratamiento aplicado en estadios más tempranos.

En los tratamientos realizados en el estado fenológico de 4 a 6 hojas, también se

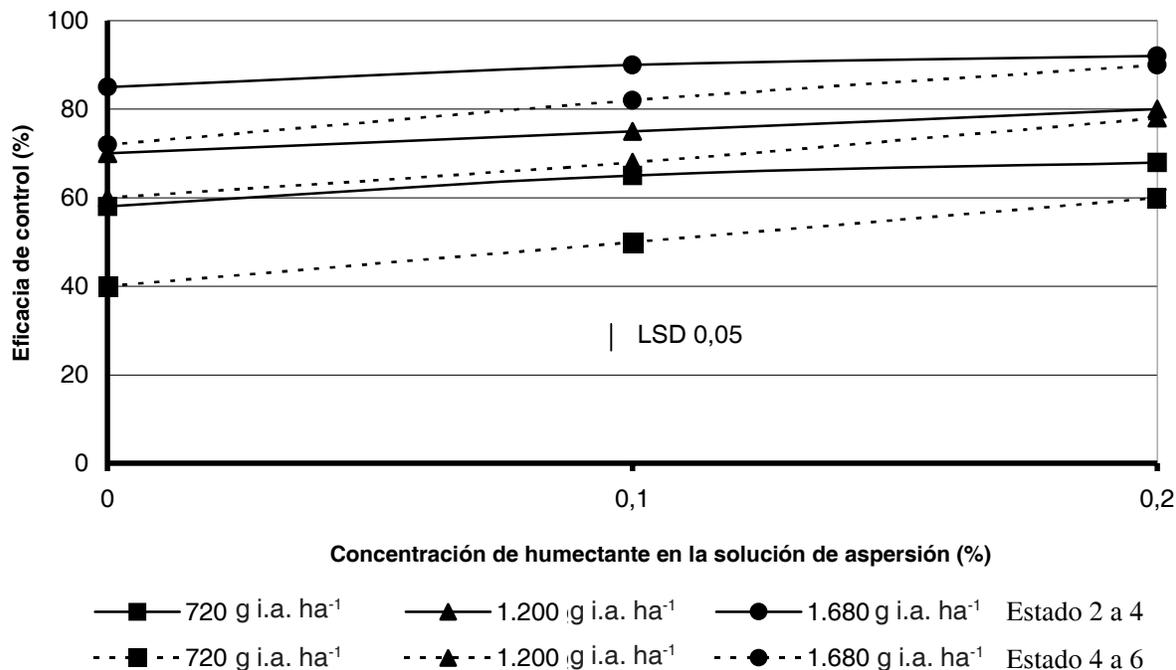


Figura 2 - Influencia de la concentración de un surfactante sobre la eficacia de control lograda por tres dosis de glifosato aplicado en dos estados fenológicos de *E. dentata*.

detectaron diferencias significativas con respecto a la concentración del surfactante en la solución de aspersión, obteniéndose los mejores resultados dentro de una determinada dosis con 0,2% de tensioactivo respecto de 0,1% y del tratamiento sin surfactante. En cuanto a las aplicaciones realizadas en 2 a 4 hojas, no se manifestaron diferencias entre las concentraciones de 0,1 y 0,2% pero sí entre el tratamiento sin el agregado del surfactante y la mayor concentración ensayada.

La concentración de glifosato en la solución de aspersión, que depende de la dosis de producto y el caudal de aspersión, ha demostrado ser uno de los factores importantes durante el proceso de absorción de este herbicida por que favorece el fenómeno de difusión del mismo a través de la cutícula de la planta (Gaskin & Holloway, 1992). El uso de adyuvantes en general también mejora la absorción foliar, por que ellos reducen la tensión superficial de la gota de aspersión favoreciendo el mojado y actúan en la interfase principio activo, en este caso hidrofílico y la capa de cera epicuticular (lipofílica) (Wells, 1989).

En general se sabe que además de los mencionados, son diversos los factores que influyen en la eficacia de control de una especie con glifosato, entre estos están la dosis con relación a la sensibilidad intrínseca de la especie y su estado fenológico, la calidad de aplicación y del agua utilizada como vehículo (pH, presencia de materia orgánica o arcillas en suspensión, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ u otros cationes que presentan interferencia en solución) y el uso de adyuvantes entre ellos humectantes, modificadores de pH, secuestrantes de cationes y otros (Sandberg et al., 1978; O'Sullivan & O'Donovan, 1981; Duke, 1988; Nalewaja & Matsiak, 1992; Nalewaja & Matsiak, 1993; Thelen et al., 1995; Baylis, 2000; Leaper & Holloway, 2000; Chorbadjian & Kogan, 2001).

Todos estos factores tienen incidencia y se encuentran estrechamente relacionados entre sí, pudiendo provocar deficiencias de control que aleatorizan los resultados esperados en la práctica de campo, tres de esos factores han sido analizados en este trabajo a fin de conocer un poco mejor el comportamiento de esta especie cuya problemática de manejo en soja aún no ha sido resuelta.



A partir de estos resultados surge que la dosis de glifosato que garantiza un 90% de control de *E. dentata*, oscila entre 1700 a 2000 g i.a. ha⁻¹, dependiendo del estado fenológico de la maleza al momento de la aplicación. Por otro lado, el uso de sustancias de tipo tensioactivas en la solución de aspersión permitió alcanzar esta misma eficacia de control con dosis inferiores a ese rango. Es así que el tratamiento de 1680 g i.a. ha⁻¹ con 0,2% de surfactante, logró más de un 90% de control de esta maleza aún cuando fue aplicado en el estado fenológico más avanzado (4 a 6 hojas desarrolladas).

LITERATURA CITADA

- BAYLIS, A. D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects. **Pest Manag. Sci.**, v. 56, p. 299-308, 2000.
- CHORDBADJIAN, R.; KOGAN, M. Pérdida de actividad del glifosato debido a la presencia de suelo en el agua de aspersión. **Ci. Invest. Agric.**, v. 28, p. 83-87, 2001.
- DUKE, O. S. Glyphosate. In: KEARNEY, P. C.; KAUFMAN, D. D. (Eds.). **Herbicides: chemistry, degradation, and mode of action**. New York: Marcell Dekker, INC., 1988. v. 3, p. 1-70.
- GASKIN, R. E.; HOLLOWAY, P. J. Some physicochemical factors influencing foliar uptake enhancement of glyphosate mono (isopropylammonium) by polyoxyethylene surfactants. **Pest. Sci.**, v. 34, p. 195-206, 1992.
- HARGER, T. R.; NESTER, P. R. Wild poinsettia: a major soybean weed. **Louis. Agric.**, v. 23, p. 4-7, 1980.
- JUAN, V. F.; SAINT ANDRÉ, H. M. Comportamiento de *Euphorbia dentata* en la zona centro de la provincia de Buenos Aires: biología de la germinación y sus efectos competitivos sobre el crecimiento de soja. **R. INIA**, v. 56, p. 174-178, 1995.
- JUAN, V. F. et al. Estudios sobre lecherón (*Euphorbia dentata* Michaux) en la zona centro de la provincia de Buenos Aires. **Planta Daninha**, v. 14, n. 2, p. 102-109, 1996.
- JUAN, V. F. et al. Control de *Euphorbia dentata* en soja con herbicidas post emergentes. **R. Bras. Herb.**, v. 1, n. 2, p. 147-151, 2000.
- JUAN, V. F. et al. Control de *Euphorbia dentata* con diferentes formulaciones de glifosato en soja transgénica resistente a glifosato. **R. Bras. Herb.**, v. 3, n. 1, p. 29-32, 2002.
- LEAPER, C.; HOLLOWAY, P. J. Adjuvants and glyphosate activity. **Pest Manag. Sci.**, v. 56, p. 313-319, 2000.
- NESTER, P. R.; HARGER, T. R.; Mc CORMICK, L. L. Weed watch-wild poinsettia. **Weed Today**, v. 10, p. 25, 1979.
- NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. Species differ in response to adjuvants with glyphosate. **Weed Technol.**, v. 6, p. 561-566, 1992.
- NALEWAJA, J. D.; MATYSIAK, R. Influence of diammonium sulfate and other salt on glyphosate phytotoxicity. **Pest. Sci.**, v. 38, p. 77-84, 1993.
- O'SULLIVAN, P. A.; O'DONOVAN, J. T. Influence of non ionic surfactants, ammonium sulfate, water quality and spray volume on the phytotoxicity of the glyphosate. **Can. J. Plant Sci.**, v. 61, p. 561-566, 1981.
- PRINCE, C. E. A review of the factors influencing the penetration of pesticides through plant leaves. In: CUTLER, D. F.; ALVIN, K. L.; PRINCE, C. E. (Eds.). **The plant cuticle**. London, Academic Press, 1982. p. 237-251.
- SANDBERG, C. L.; MEGGITT, W. F.; PENNER D. Effect of diluent volume and calcium on glifosato phytotoxicity. **Weed Sci.**, v. 26, n.5, p. 476-479, 1978.
- THELEN, K. D.; JACKSON, E. P.; PENNER D. The basis for the hard-water antagonism of glyphosate activity. **Weed Sci.**, v. 43, n.4, p. 541-548, 1995.
- WILSON, A. K. *Euphorbia heterophylla*: a review of distribution, importance and control. **Trop. Pest Manag.**, v. 27, p. 32-38, 1981.
- WELLS, A. J. Adjuvants, glyphosate efficacy and post-spraying rainfall. **Plant Protec. Quart.**, v. 4 n. 4, p. 158-163, 1989.
- WILLARD, T. S. et al. Interference of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) with soybean (*Glicine max*). **Weed Technol.**, v. 8, p. 679-683, 1994.

