

PROSPECCIÓN DE LAS COMBINACIONES DE HERBICIDAS PARA PREVENIR MALEZAS TOLERANTES Y RESISTENTES AL GLIFOSATO¹

Exploration of Herbicide Associations to Prevent Glyphosate Tolerant and Resistant Weeds

VIDAL, R.A.², RAINERO, H.P.³, KALSING, A.⁴ y TREZZI, M.M.⁵

RESUMEN - El intenso empleo de glifosato contribuyó a la difusión de malezas con tolerancia a este herbicida, incluyendo especies como *Ipomoea nil*, bejuco en Argentina, o corriola, o corda-de-viola en Brasil. A su vez, el uso intensivo de imadazolonas en ciertas regiones de Argentina contribuyó a la aparición de biotipos resistentes a herbicidas que actúan inhibiendo la enzima ALS como *Amaranthus quitensis*, yuyo colorado o ataco, conocido como carurú en Brasil. En ese país, también, aumentó la difusión de malezas con resistencia a glifosato como en *Euphorbia heterophylla*, leiteiro o amendoim-bravo y en *Lolium multiflorum*, azevém. El objetivo de esta investigación fue evaluar el antagonismo o el sinergismo de todas las combinaciones posibles entre dos de los siguientes herbicidas: glifosato, imazetapir, clomazone y lactofen, en el control de las malezas mencionadas. Biotipos susceptibles para todos herbicidas fueron usados en la investigación. Plántulas de yuyo colorado juveniles con dos cm de altura y de las otras malezas mencionadas con siete cm, fueron tratadas con los siguientes herbicidas en g ha⁻¹ i.a.: glifosato 108; imazetapir 10; clomazone 160 y lactofen 30, aplicados solos. Otros seis tratamientos fueron incluidos en todas las combinaciones posibles entre dos de los herbicidas y dosis mencionados. También se empleó un testigo sin tratar. El efecto de la combinación de los herbicidas dependió de la especie evaluada y también de los herbicidas utilizados. Se obtuvo sinergismo solamente para la mezcla glifosato más imazetapir en ataco. Clomazone fue el herbicida con más antagonismo, y lactofen tuvo efecto neutro en la mayoría de las mezclas. Las combinaciones son consideradas potencialmente útiles en el control de malezas tolerantes o resistentes a glifosato.

Palabras claves: tolerancia, resistencia, glifosato, sinergismo, antagonismo.

ABSTRACT - The intense use of glyphosate in Argentina has increased the spread of weeds with tolerance to this herbicide, like *Ipomoea nil*. Cases of weed resistance to ALS inhibitors were documented in Argentina with *Amaranthus quitensis*. Likewise, in Brazil, it has increased weed resistance to glyphosate in weeds such as *Lolium multiflorum* and *Euphorbia heterophylla*. The objective of this research was to assess antagonism or synergism to control of the mentioned weeds for all possible combinations between two of the following herbicides: glyphosate, imazethapyr, clomazone, and lactofen. Biotypes susceptible to all herbicides were used in the research. Seedlings of *A. hybridus* with two cm and of the others with seven cm, were treated with the herbicides glyphosate, imazethapyr, clomazone and lactofen at 108, 10, 160 y 30 g ha⁻¹ a.i. respectively, applied alone. Six additional treatments were included in all possible combinations between two of the herbicides and doses as described above. An untreated control was also used. A non-ionic adjuvant at a ratio of 0.2% was added to all treatments, except for the treatment of glyphosate alone and the untreated. The effect of the herbicide mixtures depended on the species tested and also on the herbicides used. Synergism was obtained only in the mixture glyphosate + imazethapyr. Clomazone resulted predominantly in antagonism, and lactofen had a neutral effect in most of the evaluated herbicide mixtures. Herbicide combinations are considered potentially useful in controlling weeds resistant or tolerant to glyphosate.

Keywords: tolerance, resistance, glyphosate, synergism, antagonism.

¹ Recebido para publicação em 19.6.2009 e na forma revisada em 12.3.2010.

² Eng^o-Agr^o, Ph.D., Professor da Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil; <ribas.vidal@gmail.com>; ³ Eng^o-Agr^o, M.Sc., Investigador do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária, EEA Manfredi, Córdoba, Argentina; ⁴ Eng^o-Agr^o, UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil; ⁵ Eng^o-Agr^o, Ph.D., Professor do Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Pato Branco, Pato Branco-PR, Brasil.



INTRODUCCIÓN

El continuo e intensivo uso de un solo herbicida proporciona alta presión de selección de malezas con dos consecuencias negativas. En primer lugar, aumenta la densidad de las especies tolerantes al herbicida utilizado, y en según lugar, favorece la evolución de poblaciones resistentes al mismo. De hecho, con la adopción de cultivos resistentes al glifosato en Argentina y el consiguiente uso intensivo de este herbicida aumentó la densidad de especies del género *Ipomoea*, como *Ipomoea nil*, conocida como bejuco en Argentina y corriola o corda-de-viola en Brasil. La especie *Amaranthus hybridus*, llamada yuyo colorado o ataco en Argentina y carurú en Brasil, se hizo resistente en el primer país mencionado, a ciertos productos que actúan inhibiendo la enzima ALS por el empleo continuo de herbicidas de la familia Imidazolinonas.

Actualmente en Brasil hay 23 especies de malezas resistentes a los herbicidas y el 23% de éstas son resistentes a glifosato. La primera especie documentada como resistente a este producto en el estado (en la provincia) de Rio Grande do Sul-RS fue *Lolium multiflorum* llamada raigrás criollo en Argentina o azevém en Brasil, que se encuentra en los cultivos de manzanas (Vargas et al., 2004) o de soja (Roman et al., 2004). En cultivos de soja también se encuentra resistencia al glifosato en *Euphorbia heterophylla* conocida como lecherón en Argentina o leiteiro y amendoim-bravo en Brasil (Vidal et al., 2007).

Una medida preventiva para el control de malezas tolerantes y resistentes es la combinación de herbicidas con diferentes mecanismos de acción (Gressel, 1990; Kruse et al., 2006c). Un proyecto de investigación se inició con la hipótesis de que el conocimiento del mecanismo de acción de los herbicidas permite la prospección de asociaciones de los mismos de manera racional, para identificar oportunidades de sinergismo que ayuden al control de las especies problemáticas, o para evitar posibles antagonismos que afecten el control de las mismas. Los mecanismos comunes de acción de la mayoría de los herbicidas para el control de las malezas mencionadas anteriormente incluyen: los inhibidores de las enzimas 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato

sintasa (EPSPS); acetolactato sintasa (ALS); deoxyxylulose-fosfato sintasa (DXS) y protoporfirinogénio oxidasa (PROTOX). El glifosato es un inhibidor de la EPSPS que está presente en la ruta de síntesis de los aminoácidos fenilalanina, tirosina y triptófano. Inhibidores de ALS incluyen al imazetapir y otros herbicidas del grupo químico imidazolinonas, entre otros. La enzima ALS está presente en la ruta de síntesis de los aminoácidos isoleucina, leucina y valina (Vidal & Merotto Jr, 2001). Clomazone es un inhibidor de la DXS, que está presente en la ruta (ruta - espn = estrada - port\ruta) de síntesis de carotenoides y plastoquinonas (Ferhatoglu & Barrett, 2006). Inhibidores de PROTOX incluyen al lactofen, del grupo químico difeniléter (Anderson et al., 1994; Vidal & Merotto Jr, 2001).

El resultado de la combinación de dos herbicidas puede ser de antagonismo, sinergismo o efecto neutro, también llamado efecto aditivo. Esos resultados son consecuencia de las interacciones químicas, fisiológicas o cinéticas (absorción, translocación o metabolismo) entre los productos. Antagonismo es el nombre dado a la interacción negativa entre dos o más compuestos. Sinergismo es el efecto añadido o potencializado de los productos mezclados (Kruse et al., 2006a, b). Para evaluar el antagonismo o sinergismo entre compuestos, ellos deben ser empleados en dosis bajas, siendo muy utilizado el método de Limpel (1962), que fue adaptado y popularizado por Colby (1967). El objetivo específico de esta investigación fue evaluar el antagonismo o el sinergismo de todas las combinaciones posibles entre dos de los herbicidas glifosato, imazetapir, clomazone y lactofen, en el control de las especies antes mencionadas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento fue conducido bajo condiciones controladas en invernáculo. Las malezas estudiadas fueron *Ipomoea nil*, *Amaranthus hybridus*, *Lolium multiflorum* y *Euphorbia heterophylla* sin tolerancia o resistencia a los herbicidas. Para *I. nil*, *A. hybridus* y *E. heterophylla*, una planta de cada especie fue trasplantada en una maceta de plástico de 300 mL de capacidad, la cual contenía un sustrato formado por suelo



Latossol rojo-amarillo y tierra de vivero en la proporción 1:1 (v:v). Para *L. multiflorum* fueron trasplantadas tres plántulas por maceta. Cuando las plantas de ataco tenían dos cm y de las otras especies alrededor de siete cm, fueron pulverizadas con los diferentes productos y dosis, descritos adelante. En todo el experimento las plántulas de malezas fueron regadas diariamente con agua potable.

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones; cada maceta representaba una repetición. Los tratamientos realizados incluyeron el testigo (sin herbicidas) y los siguientes productos y dosis en g ha^{-1} de i.a.: glifosato 108; imazetapir 10; clomazone 160 y lactofen 30, todos aplicados solos. Otros tratamientos incluyeron todas las combinaciones posibles entre dos de los herbicidas y dosis mencionadas. A todos los tratamientos herbicidas se les agregó surfactante no-iónico a razón de 0,2% (v:v), excepto el glifosato usado solo. Las dosis fueron elegidas mediante una investigación preliminar, para permitir un control medio de las malezas. La aplicación de los herbicidas fue realizada con una mochila de espalda a presión constante, que poseía un solo pico pulverizador 8002XR, con fuente de presión a gas carbónico. Se empleó un caudal de 150 L ha^{-1} de caldo herbicida y se trabajó a una presión de 200 kPa.

Las evaluaciones realizadas incluyeron el control de las plantas a los 3, 10 y 18 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT), mediante una escala visual con valores entre 0 y un 100%, donde 0 significaba ningún control y 100 comprendía las plantas muertas. Los resultados fueron sometidos a los (masculino) análisis de la varianza. El resultado esperado de la combinación de dos herbicidas se determinó de acuerdo con el modelo multiplicativo propuesto por Colby (1967). Los valores observados para cada una de las asociaciones de herbicidas estudiados se compararon con el número esperado del test t, al nivel de un 5% de probabilidad del error experimental (Ramsey & Schafer, 1997). Una respuesta observada fue considerada como antagonista/sinérgica cuando fue inferior/superior al resultado previsto por al menos el valor del test t. Cuando el antagonismo o el sinergismo no se ha podido demostrar, se

consideró el resultado de la asociación observada, como efecto neutro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prevención para tolerancia al glifosato

Los síntomas de los herbicidas en las malezas se evidenciaron ya a los 3 DAT. Glifosato e imazetapir redujeron el crecimiento de las dos malezas, síntoma que fue más contundente en el primer herbicida. Clomazone se manifestó con un albinismo (manchas blancas) de partes de las hojas de las plántulas, mientras que lactofen produjo necrosis en las especies evaluadas. En general estos síntomas fueron avanzando con el transcurrir de los días.

De las dos malezas estudiadas, *A. hybridus* fue la más juvenil. En la primera evaluación (3 DAT) el mejor control de esa maleza se observó con la mezcla de glifosato + lactofen, con un 70% de control (Tabla 1). De los productos usados solos, lactofen fue el más contundente logrando un control de un 52%. Clomazone, imazetapir y la mezcla de estos dos productos realizaron un control de *A. hybridus* muy bajo (un 22% o menos). A los 10 DAT, todos los tratamientos incrementaron el control de *A. hybridus*, fluctuando entre un 30% y un 87%. Por lo general los valores más altos se lograron con las mezclas que contenían lactofen y también con glifosato + imazetapir. Con estas mezclas se obtuvo al menos un control de un 81%. A los 18 DAT, los mejores controles fueron obtenidos con los mismos tratamientos mencionados para los 10 DAT con valores de un 97% o superiores (Tabla 1).

Comparando la acción de las mezclas, ningún efecto sinérgico fue observado entre las mismas en el control de *A. hybridus*. En cambio se detectó antagonismo en las mezclas de clomazone más glifosato y clomazone con imazetapir, a los 10 DAT (Tabla 1).

Glifosato aplicado solo realizó un control de *I. nil* inferior a un 5% en todas las evaluaciones (Tabla 2). También fueron bajos los controles de esta maleza logrados por imazetapir y clomazone usados solos. Por el contrario, lactofen y todas sus mezclas lograron controles superiores a un 98% a los



Tabla 1 - Control (%) de *Amaranthus hybridus* con diversos tratamientos herbicidas. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

Tratamiento	Dosi (g ha ⁻¹)	Control (%)		
		3 DAT ^{1/}	10 DAT	18 DAT
Glifosato (G)	108	35	56	77
Imazetapir (I)	10	10	36	47
Clomazone (C)	160	6	36	27
Lactofen (L)	30	52	76	64
G + I	108 + 10	50 N ^{2/}	81 N	99 N
G + C	108 + 160	32 N	36 A	75 N
G + L	108 + 30	70 N	87 N	97 N
I + C	10 + 160	22 N	30 A	57 N
I + L	10 + 30	45 N	87 N	98 N
C + L	160 + 30	40 N	87 N	97 N
No tratado	---	0	0	0
DMS 5% ^{3/}	---	17	24	27
CV (%)	---	36	31	28

^{1/} DAT = días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas; ^{2/} A= antagonismo; S= sinergismo; N = efecto neutro, de acuerdo con Colby (1967); ^{3/} DMS= diferencia mínima significativa para la comparación de dos medias al nivel de probabilidad indicado. CV= Coeficiente de variación.

10 y 18 DAT (Tabla 2). En *I. nil*, se pudo evidenciar sinergismo de la mezcla de glifosato más imazetapir en las evaluaciones a los 10 y 18 DAT. Sin embargo, en las mismas evaluaciones se detectó antagonismo en el control de *I. nil* en las mezclas de clomazone más glifosato y clomazone más imazetapir (Tabla 2).

La baja eficiencia de algunos herbicidas que se utilizaron solos no es de extrañar, ya que se aplicaron a dosis equivalentes a un 20-30% de la necesaria para obtener efectos letales. Una de las hipótesis de este trabajo era que la asociación entre el glifosato y el imazetapir es sinérgica. Hay informes en la literatura que la asociación favorece la absorción y translocación de los dos ingredientes activos (Lich et al., 1997; Starke & Oliver, 1998). Pero, solo se observó sinergismo de esa mezcla en *I. nil* y se vio efecto neutro en *A. hybridus* (Tablas 1, 2 y 5).

También se esperaba que la combinación entre clomazone y lactofen fuera sinérgica porque lactofen tiene capacidad para promover el estrés oxidativo y el clomazone la propiedad de inhibir la síntesis de carotenoides (Vidal & Merotto Jr., 2001), con lo cual se creía

Tabla 2 - Control (%) de *Ipomoea nil* con diversos tratamientos herbicidas. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

Tratamiento	Dosi (g ha ⁻¹)	Control (%)		
		3 DAT ^{1/}	10 DAT	18 DAT
Glifosato (G)	108	4	3	3
Imazetapir (I)	10	18	27	40
Clomazone (C)	160	21	38	35
Lactofen (L)	30	75	99	100
G + I	108 + 10	18 N ^{2/}	48 S	53 S
G + C	108 + 160	23 N	25 A	28 A
G + L	108 + 30	87 N	100 N	100 N
I + C	10 + 160	26 N	33 A	30 A
I + L	10 + 30	72 N	98 N	100 N
C + L	160 + 30	67 A	98 N	100 N
No tratado	---	0	0	0
DMS 5% ^{3/}	---	13	8	11
CV (%)	---	22	10	13

^{1/} DAT = días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas; ^{2/} A= antagonismo; S= sinergismo; N = efecto neutro, de acuerdo con Colby (1967); ^{3/} DMS= diferencia mínima significativa para la comparación de dos medias al nivel de probabilidad indicado. CV= Coeficiente de variación.

potencializar el efecto de esta mezcla. Sin embargo, los resultados indicaron un efecto neutro, tanto en *I. nil* como en *A. hybridus*, en las condiciones evaluadas (Tablas 1, 2 y 5).

Respecto a la combinación de clomazone con glifosato o imazetapir, se esperaba que fuera antagonista porque la ausencia de carotenoides, por la acción del primer herbicida, reduciría la cantidad de cloroplastos y, por lo tanto, sería menor la cantidad de locales para la acción de los inhibidores de síntesis de los aminoácidos (Vidal & Merotto Jr., 2001). Las posibilidades de antagonismo en estas mezclas se han confirmado en las dos especies estudiadas (Tablas 1, 2 y 5)

La asociación de lactofen con glifosato o imazetapir también se esperaba que fuera antagonista porque el primer herbicida causa severos daños a las hojas y dificulta la absorción de los otros. Además, el primer herbicida permite la oxidación de los cloroplastos, disminuyendo los sitios de actividad de los inhibidores de síntesis de los aminoácidos (Vidal & Merotto Jr., 2001). En *I. nil* y en *A. hybridus*, se encontró efecto neutro de esas mezclas y no se confirma la hipótesis de este trabajo (Tablas 1, 2 y 5).

Prevención para la resistencia al glifosato

Glifosato, imazetapir y clomazone usados solos y sus mezclas fueron muy poco efectivos en el control de *E. heterophylla* a los 3 DAT (un 47% o menos). Sin embargo, en esta misma evaluación se observó un control superior a un 65% en todos los tratamientos que contenían lactofen, a excepción cuando se mezcló con clomazone. (Tabla 3).

En la evaluación de *E. heterophylla* a los 10 DAT, el mejor tratamiento fue la mezcla de glifosato con lactofen (un 81%), pero no difirió de los valores obtenidos con imazetapir más lactofen y de lactofen aplicado solo. Una tendencia similar se observó para la evaluación a los 18 DAT, pero con un nivel de control numéricamente superior a la obtenida a los 10 DAT (Tabla 3).

Se observó antagonismo en el control de *E. heterophylla* con la asociación de glifosato con imazetapir o de lactofen con clomazone en todas las evaluaciones, y aún en la mezcla de clomazone más imazetapir en dos evaluaciones. La combinación de imazetapir con lactofen sólo fue antagonista en la evaluación que se realizó a los 3 DAT (Tabla 3).

Tabla 3 - Control (%) de *Euphorbia heterophylla* con diversos tratamientos herbicidas. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

Tratamiento	Dosi (g ha ⁻¹)	Control (%)		
		3 DAT ^{1/}	10 DAT	18 DAT
Glifosato (G)	108	36	42	53
Imazetapir (I)	10	41	26	31
Clomazone (C)	160	33	11	8
Lactofen (L)	30	68	72	83
G + I	108 + 10	32 A ^{2/}	43 A	45 A
G + C	108 + 160	47 N	51 N	54 N
G + L	108 + 30	73 N	81 N	82 N
I + C	10 + 160	28 A	20 A	27 N
I + L	10 + 30	66 A	72 N	80 N
C + L	160 + 30	56 A	41 A	27 A
No tratado	---	0	0	0
DMS 5% ^{3/}	---	12	10	10
CV (%)	---	19	17	16

^{1/} DAT = días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas; ^{2/} A= antagonismo; S= sinergismo; N = efecto neutro, de acuerdo con Colby (1967); ^{3/} DMS= diferencia mínima significativa para la comparación de dos medias al nivel de probabilidad indicado. CV= Coeficiente de variación.



Todos los tratamientos de herbicidas fueron ineficaces en el control de *L. multiflorum* evaluados a los 3 DAT y 10 DAT (Tabla 4). Sin embargo, a los 18 DAT, lactofen aplicado solo y en todas sus combinaciones logró un control de un 92% o superior. Glifosato más imazetapir controlaron esta maleza en un 85% (Tabla 4).

En el control de *L. multiflorum*, se observó efecto antagonista en la asociación de glifosato más clomazone y aún con clomazone más imazetapir en todas las evaluaciones. En las demás mezclas de herbicidas, hubo antagonismo en la primera evaluación, pero los efectos fueron neutrales en la evaluación final (Tabla 4).

Se demostró efecto antagonista de la asociación entre el glifosato y el imazetapir en el control de *E. heterophylla* y efecto neutro en *L. multiflorum* (Tablas 3, 4 y 6), contrariamente a las expectativas de la literatura (Lich et al., 1997; Starke & Oliver, 1998). Los resultados de la asociación entre lactofen y clomazone también fueron antagonistas en *E. heterophylla* y neutro en *L. multiflorum* (Tablas 3, 4 y 6).

Tabla 4 - Control (%) de *Lolium multiflorum* con diversos tratamientos herbicidas. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

Tratamiento	Dosi (g ha ⁻¹)	Control (%)		
		3 DAT ^{1/}	10 DAT	18 DAT
Glifosato (G)	108	12	20	60
Imazetapir (I)	10	12	4	55
Clomazone (C)	160	34	26	26
Lactofen (L)	30	27	2	100
G + I	108 + 10	12 A ^{2/}	25 N	85 N
G + C	108 + 160	11 A	32 A	40 A
G + L	108 + 30	15 A	55 S	99 N
I + C	10 + 160	6 A	18 A	42 A
I + L	10 + 30	0 A	3 N	92 N
C + L	160 + 30	29 A	36 S	100 N
No tratado	---	0	0	0
DMS 5% ^{3/}	---	5	7	14
CV (%)	---	25	26	15

^{1/} DAT = días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas; ^{2/} A= antagonismo; S= sinergismo; N = efecto neutro, de acuerdo con Colby (1967); ^{3/} DMS= diferencia mínima significativa para la comparación de dos medias al nivel de probabilidad indicado. CV= Coeficiente de variación.

Tabla 5 - Resumen de la combinación de cuatro herbicidas en el control de *Amaranthus hybridus* e *Ipomoea nil*. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

<i>Amaranthus hybridus</i>			<i>Ipomoea nil</i>			
Glifosato						
N	Imazetapir					S
A	A	Clomazone			A	A
N	N	N	Lactofen	N	N	N

A = antagonismo; N = efecto neutro; S = sinergismo.

El antagonismo esperado para el clomazone con glifosato o con imazetapir, sólo se confirmó en *E. heterophylla* para la última mezcla (Tablas 3, 4 y 6). La mezcla de lactofen con glyphosate o con imazetapir, demostró efecto neutro en *E. heterophylla* y en *L. multiflorum*, con lo cual no se confirma la hipótesis de antagonismo, como se propuso antes (Tablas 3, 4 y 6).

Para todas las malezas y herbicidas evaluados, existen tres explicaciones posibles para justificar la falta de sinergismo o antagonismo como se esperaba. En primer lugar, la alta variabilidad de los datos en cada repetición ha hecho con que la comparación entre los resultados observados y esperados no fuesen significativos, reduciendo la oportunidad de demostrar diferencias estadísticas, y por lo tanto, no es posible confirmar la hipótesis. En segundo lugar, el tamaño juvenil de las plantas al momento de la pulverización de los herbicidas, en comparación con las condiciones reales en el campo, también pudo haber desvirtuado los datos obtenidos. En tercer lugar, la alta frecuencia de días nublados después de la aplicación de los herbicidas pudo haber disminuido el potencial de los mismos, especialmente en aquellos que causan estrés oxidativo como clomazone y lactofen, reduciendo sus posibilidades de antagonizar/sinergizar a los otros compuestos evaluados.

Este trabajo demuestra que el efecto de la combinación de los herbicidas depende de las especies evaluadas y también de los herbicidas usados. Pero todas esas combinaciones son potencialmente útiles en la prevención del desarrollo de la tolerancia o de la resistencia al glifosato.

Tabla 6 - Resumen de la combinación de cuatro herbicidas en el control de *Euphorbia heterophylla* y *Lolium multiflorum*. UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2008

<i>Euphorbia heterophylla</i>			<i>Lolium multiflorum</i>			
Glifosato						
A	Imazetapir					N
N	A	Clomazone			A	A
N	N	A	Lactofen	N	N	N

A = antagonismo; N = efecto neutro.

AGRADECIMIENTOS

Al INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina) por el apoyo al segundo autor. Para CNPq, CAPES y UFRGS (Brasil) por el apoyo a la realización de ese trabajo.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, R. J.; NORRIS, A. E.; HESS, F. D. Synthetic organic chemicals that act through the porphyrin pathway. In: DUKE, S. O.; REVEIZ, C. A. (Eds.) **Porphyrin pesticides: chemistry, toxicology, and pharmaceutical applications**. Washington: ACS, 1994. p. 19-33.
- COLBY, S. R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weeds**, v. 15, n. 1, p. 20-22, 1967.
- FERHATOGLU, Y.; BARRETT, M. Studies of clomazone mode of action. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 85, n. 1, p. 7-14, 2006.
- GRESSEL, J. Synergizing herbicides. **Rev. Weed Sci.**, v. 5, p. 49-82, 1990.
- KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Curvas de resposta e isoblograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores do fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 579-587, 2006a.
- KRUSE, N. D.; VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Ultrastructural modifications in sunflower (*Helianthus annuus* L.) chloroplasts resulting from the mixture of the herbicides metribuzin and clomazone. **J. Food Agric. Environ.**, v. 4, n. 1, p. 175-179, 2006b.
- KRUSE, N. D. et al. Estresse oxidativo em girassol (*Helianthus annuus*) indica sinergismo para a mistura dos herbicidas metribuzin e clomazone. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 279-290, 2006c.

LICH, J. M.; RENNER, K. A.; PENNER, D. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. **Weed Sci.**, v. 45, n. 1, p. 12-21, 1997.

LIMPEL, L. E.; SCHULDT, P. H.; LAMONT, D. Weed control by dimethyl tetrachloroterephthalate alone and in certain combinations. **Proc. North. Weed Control Conf.**, v. 16, p. 48-53, 1962.

RAMSEY, F. L.; SCHAFER, D. W. **The statistical sleuth: a course in methods of data analysis.** Belmont: Duxbury, 1997. p. 91-97.

ROMAN, E. S. et al. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004.

STARKE, R. J.; OLIVER, L. R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazethapyr, and sulfentrazone. **Weed Sci.**, v. 46, n. 6, p. 652-660, 1998.

VARGAS, L. et al. Identificação de biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) resistentes ao herbicida glyphosate em pomares de maçã. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 617-622, 2004.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A. **Herbicidologia.** Porto Alegre: Evangrafic, 2001. 152 p.

VIDAL, R. A. et al. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. **J. Food Agric. Environ.**, v. 5, n. 2, p. 265-269, 2007.

