

SITUACION DE LA RESISTENCIA DE MALEZAS A HERBICIDAS EN CULTIVOS ANUALES EN CHILE

Nelson Espinoza N.¹ y Jorge Díaz S.¹

Resumen

En Chile se han descrito cinco biotipos de malezas resistentes a herbicidas. Todos los biotipos corresponden a malezas gramíneas, específicamente ballica (*Lolium rigidum* y *L. multiflorum*) y avenilla (*Avena fatua*), las cuales son las malezas gramíneas más comunes en la principal zona productora de trigo, cebada, avena, lupino y canola (36° a 39° lat. Sur). Estos biotipos presentaron resistencia a inhibidores de la ACCasa, ALS y EPSFS. La mayoría de estos biotipos se originaron en campos de agricultores donde ha habido un uso intensivo del suelo con cultivos anuales, una tendencia al monocultivo de trigo y un uso masivo de la labranza cero y de herbicidas con igual modo de acción. Los herbicidas más empleados han sido glifosato (EPSFS), diclofop metil y clodinafop propargil (ACCasa). En algunos biotipos de avenilla y ballica se encontró resistencia cruzada a los ACCasa, con mayor resistencia a los ariloxifenoxipropionatos que a los ciclohexanodionas. Todos estos biotipos resistentes a ACCasa fueron susceptibles a ALS iodosulfuron y flucarbazone-Na, los cuales son recomendados en trigo y de reciente introducción en el país. En un biotipo de *L. multiflorum* se encontró resistencia múltiple a glifosato y ALS.

Summary

Five biotypes of herbicide-resistant weeds have been described in Chile; all belong to grass weeds, specifically ryegrass (*Lolium rigidum*), Italian ryegrass (*L. multiflorum*), and wild oat (*Avena fatua*). These weeds are more common in the main producing area of wheat, barley, oats, lupin and canola (36°S to 39°S). The biotypes have shown resistance to ACCasa, ALS, and EPSPS inhibitors. Most biotypes have appeared in farmers fields subjected to an intensive land use with annual crops, with a tendency to wheat monoculture in some cases, and with an intense use of no-till and herbicides with similar mode of action. Herbicides more frequently used have been glyphosate (EPSPS), diclofop-methyl and clodinafop-propargyl (ACCasa). Cross-resistance to ACCasa was found in some biotypes of wild oat and ryegrass, with greater resistance to aryloxyphenoxypropionates than to cyclohexanediones. All ACCasa-resistant biotypes were susceptible to iodosulfuron and flucarbazone Na (ALS). These two herbicides are recommended for wheat and began to be used just recently in the country. One biotype of Italian ryegrass was found resistant to glyphosate and ALS; that is to say, showed multiple resistance.

Introducción

Los herbicidas representan una herramienta esencial para controlar las malezas en los cultivos e impedir o minimizar las pérdidas que pueden ocasionar. Algunas características de los herbicidas se resumen en que son eficaces sobre las malezas y agronómicamente flexibles, y de fácil manejo y bajo costo. Sin embargo, el uso intensivo de los herbicidas en la agricultura ha generado poblaciones de malezas resistentes (Powles and Howat, 1990).

Se entiende por resistencia a la habilidad heredable de una población de maleza para sobrevivir a la aplicación de un herbicida que normalmente es letal para la mayoría de los individuos de esa especie (Powles *et al.*, 1997). Las poblaciones de malezas desarrollan resistencia a través de la presión de selección impuesta por el uso frecuente de uno o más herbicidas con el mismo modo de acción o ruta de degradación metabólica (Christoffers, 1999). Desde que se reportó el primer caso de resistencia a herbicidas en el mundo (Ryan, 1970), este fenómeno se ha expandido con rapidez. Así, a la fecha, se han documentado 304 biotipos resistentes en 182 especies de malezas (Heap, 2005).

En Chile se han descrito cinco biotipos resistentes a herbicidas asociados a cultivos anuales extensivos. La mayoría de los biotipos se originaron en campos de agricultores donde ha habido un uso intensivo del suelo con cultivos anuales, una tendencia al monocultivo de trigo, y un uso masivo de

¹ INIA Carillanca, Temuco, CHILE, Casilla 58-D. nespinoz@inia.cl

glifosato y de herbicidas gramínicas selectivos como diclofop y clodinafop. Todos corresponden a especies gramíneas, específicamente ballica (*L. multiflorum* y *L. rigidum*) y avenilla (*Avena fatua*).

Estas malezas, debido a su amplia distribución, alta persistencia y agresividad, son las más importantes en la principal zona productora de trigo, cebada, avena, lupino y canola (36° a 39° lat. Sur). Se estima que del total de la superficie sembrada anualmente con cereales en el país, aproximadamente 75.000 ha están infestadas con biotipos de *Lolium* spp. y 40.000 ha con biotipos de *A. fatua*. En los biotipos de *Lolium* spp. la resistencia es a herbicidas ACCasa, ALS y EPSFS; mientras que en los biotipos de *A. fatua* la resistencia es a ACCasa.

Principales causas

Monocultivo de trigo. Aunque la mayoría de los productores efectúa rotación de cultivos, está siendo más común sembrar sólo cereales o solamente trigo. Esto ha significado incrementar la frecuencia de uso de los mismos herbicidas o con igual modo de acción para controlar malezas gramíneas. Esto también ha ocurrido en cultivos como lupino y canola, debido a que los herbicidas empleados son similares o con igual modo de acción a los utilizados en cereales.

Herbicidas ACCasa y ALS. Desde su introducción al país a fines de los 70, los herbicidas inhibidores de la enzima acetil-CoA carboxilasa (ACCasa) se han utilizado ampliamente para el control pos-emergente de malezas gramíneas en trigo, cebada, lupino y canola (Cuadro 2). Específicamente en trigo, los más empleados han sido diclofop y clodinafop. Los inhibidores de la enzima acetolactato sintasa (ALS) recomendados en cereales, también se han empleado masivamente. Algunos que controlan malezas de hoja ancha como metsulfuron metil desde fines de los ochenta, mientras que otros que controlan hoja ancha y gramíneas como iodosulfuron, flucarbazone-Na y iodosulfuron+mesosulfuron, a partir del 2001, 2002 y 2004, respectivamente (Cuadro 3).

La resistencia a los ACCasa y ALS ocurre con rapidez, aunque parece ser variable. Se señala que a los ACCasa ocurre entre tres a diez años de presión de selección (Devine, 1997; Powles *et al.*, 1997; Ross y Lembi, 1999). Mientras que a los ALS ocurre después de tres a cinco años de uso continuado (Ross y Lembi, 1999). El primer caso de resistencia a ACCasa en el mundo fue descrita por Heap and Knight (1982) y actualmente se reporta resistencia en 35 especies (Heap, 2005). La resistencia a ALS en el mundo fue descrita por primera vez en 1987 (Mallory-Smith *et al.*, 1990; Primiani *et al.*, 1990) y actualmente se reporta resistencia en 93 especies (Heap, 2005). En Chile, se han descrito cuatro biotipos resistentes a ACCasa, dos en *A. fatua*, uno en *L. rigidum* y uno en *L. multiflorum*, y un biotipo resistente a ALS en *L. multiflorum* (Cuadro 1).

Glifosato. Antes de la siembra de los cultivos, el herbicida más utilizado durante muchos años para controlar malezas gramíneas y hoja ancha, anuales y perennes, ha sido glifosato, un inhibidor de la enzima enol-piruvil-shiquimato fosfato sintetasa (EPSFS), introducido a fines de los setenta. Debido al empleo masivo de la labranza cero y siembras sucesivas de cultivos anuales, se ha utilizado glifosato durante 15 o más años. Hasta hace poco tiempo, glifosato estaba catalogado como un herbicida de bajo riesgo para el desarrollo de resistencia (Bradshaw *et al.*, 1997). Sin embargo, en los últimos años se ha reportado resistencia en varias especies y en diferentes países (Heap, 2005; Lee y Ngim, 2000; Pérez y Kogan, 2003; Roman *et al.*, 2004; Powles *et al.*, 1998; Pratley *et al.*, 1999). En Chile, se han descrito tres biotipos resistentes a glifosato, todos en la especie *L. multiflorum* (Cuadro 1). De estos biotipos resistentes a glifosato chilenos, dos se detectaron en frutales en la zona central (Pérez y Kogan, 2003) y uno se detectó en barbecho químico en la zona sur (Cuadro 1).

Primeros biotipos detectados:

Biotipo de ballica (*L. rigidum*) resistente a herbicidas ACCasa. A principios de los 90, en la localidad de Mulchén, VIII Región, se informó el deficiente control de una población de ballica en un cultivo de canola que había sido tratado con el ACCasa haloxifop metil. La identificación de las plantas de ballica que no fueron controladas con el herbicida indicó que correspondía a *L. rigidum*. Los antecedentes recogidos en el predio permitieron concluir que el control deficiente de ballica no se debió al uso de haloxifop metil en dosis subletales, deficiente calibración del aspersor, condiciones climáticas

adversas durante la aplicación u otros factores, los que podrían haber influido negativamente en la acción de control. Sin embargo, el historial de cultivos incluidos en la rotación y herbicidas usados, hicieron sospechar que se trataría de un biotipo resistente. En los ensayos para determinar la respuesta de este biotipo de ballica a diferentes herbicidas y dosis, se confirmó la resistencia a haloxifop metil, pero también a otros ACCasa, es decir, resistencia cruzada a herbicidas con igual modo de acción (Cuadro 1). No obstante, este biotipo fue sensible a los ALS iodosulfuron y flucarbazone-Na.

Biotipos de avenilla (*A. fatua*) resistente a herbicidas ACCasa. En 1997, en las localidades de Quino y Lautaro, IX Región, se informó el deficiente control de avenilla en trigo tratado con los ACCasa diclofop y clodinafop. La identificación botánica de las plantas que no fueron controladas con los herbicidas indicó que correspondían a *A. fatua*. Los antecedentes prediales, sugirieron que se trataría de un biotipo de *A. fatua* resistente. Por ejemplo, en la localidad de Lautaro, durante el periodo 1990-1997, en siete oportunidades se aplicaron herbicidas ACCasa, el cultivo más sembrado fue trigo y el herbicida ACCasa más usado fue clodinafop (Cuadro 4). En los ensayos para determinar la respuesta de los dos biotipos de avenilla a distintos herbicidas y dosis, se confirmó la resistencia a diclofop y clodinafop, pero también a otros ACCasa, esto es, resistencia cruzada (Cuadro 1). En ninguno de estos biotipos de avenilla se observó resistencia a los ALS iodosulfuron y flucarbazone-Na.

Biotipo de ballica (*L. multiflorum*) resistente a herbicidas ACCasa. En 1997, en la localidad de Cajón, IX Región, se informó el deficiente control de una población de ballica en trigo que había sido tratado con el ACCasa diclofop metil. La identificación botánica de las plantas de ballica que no fueron controladas con el herbicida indicó que correspondían a *L. multiflorum*. En los ensayos para determinar la respuesta de este biotipo de ballica a diferentes herbicidas y dosis, se confirmó la resistencia cruzada a varios ACCasa (Cuadro 1). No obstante, este biotipo fue sensible a los ALS iodosulfuron y flucarbazone-Na.

Biotipo resistente a glifosato, glifosato-trimesium y als: situación de gran complejidad para la agricultura

A principios del 2000, en la localidad de Vilcún, IX Región, se informó el deficiente control de ballica con glifosato. En enero de 2002 se colectaron plantas y semillas de ballica desde este sitio, determinándose que correspondían a la especie *L. multiflorum*. Los antecedentes indicaron un uso reiterado de glifosato, ya que durante el periodo 1989-2001, se aplicó en doce oportunidades para controlar malezas antes de la siembra de trigo o avena (Cuadro 5). Por otra parte, la rotación de cultivos fue trigo y avena y sólo en cuatro oportunidades se emplearon herbicidas selectivos para controlar malezas gramíneas en pos-emergencia de trigo. Los productos usados correspondieron a los ACCasa tralkoxydim (1989 y 1991) y clodinafop (1993), y al ALS iodosulfuron (2001). Los ensayos para determinar la respuesta a diferentes herbicidas y dosis, confirmaron la resistencia múltiple de este biotipo de ballica a los herbicidas EPSFS glifosato y glifosato-trimesium, y a los herbicidas ALS iodosulfuron y flucarbazone-Na (Cuadro 1).

Adaptabilidad de los biotipos resistentes

Se ha encontrado que las malezas resistentes a las triazinas son menos competitivas que las susceptibles (Ahrens and Stoller, 1983). Sin embargo, hay evidencia que biotipos resistentes son tan aptos como los sensibles, tales como *Eleusine* spp. a herbicidas dinitroanilinas (Murphy *et al.* 1986) y *Setaria faberi* a ACCasa (Wiederholt y Stoltenberg, 1996). Las diferencias de adaptabilidad entre biotipos sensibles y resistentes tienen un importante rol en atrasar la aparición de resistencia a herbicidas.

Trabajos preliminares con algunos biotipos resistentes chilenos que se sembraron aisladamente y en ausencia de cultivos, indicaron que no hubo diferencias importantes en la velocidad de germinación de las semillas y emergencia de las plántulas, y en el crecimiento vegetativo y reproductivo. Por ejemplo, transcurridos 120 días después de la siembra en el mes de julio de semillas de *A. fatua*, *L. rigidum* y *L. multiflorum* sensibles y resistentes, el peso seco de la parte aérea de las plantas sensibles y

resistentes de cada especie fue muy similar, excepto *L. rigidum*, ya que en este caso el peso seco de las plantas resistentes fue superior al de las sensibles (Figura 1).

Manejo de la resistencia con herbicidas selectivos en cultivos anuales

Rotación de herbicidas. La rotación de herbicidas como estrategia para manejar la resistencia, se basa en que no debe usarse todos los años en el mismo campo o potrero, herbicidas con igual modo de acción para controlar las mismas malezas. Por lo tanto, esta estrategia es altamente dependiente de que exista diversidad de herbicidas disponibles para los agricultores. En Chile los herbicidas recomendados para controlar malezas gramíneas en trigo, cebada, avena, lupino y canola, agrupados según su modo de acción, se indican en el Cuadro 6. Esta clasificación es la propuesta por el HRAC (Herbicide Resistance Action Committee). Algunos herbicidas como los del grupo A (ACCasa) controlan solamente malezas gramíneas, mientras que los del grupo B (ALS), N (inhibidores de la síntesis de ácidos grasos, no ACCasa), C₁ (inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II), C₂ (inhibidores de la fotosíntesis en el fotosistema II), K₁ (inhibidores de la unión de los microtúbulos en la mitosis) y K₃ (inhibidores de la división celular) controlan malezas gramíneas y hoja ancha.

En trigo hay más posibilidades de rotar herbicidas con diferentes modos de acción para controlar malezas gramíneas que en el resto de los cultivos, ya que en trigo hay cuatro grupos de los cuales elegir, mientras que en canola y en cebada hay tres grupos, y en lupino solamente dos grupos (Cuadro 6). En avena, por existir sólo un grupo, no pueden rotarse herbicidas. En trigo, de los cuatro grupos que pueden utilizarse para controlar malezas gramíneas, el A y B incluyen herbicidas que se aplican en pos-emergencia de las malezas y los cultivos, mientras que el N y C₂ incluyen herbicidas pre-emergentes, esto es, que se aplican al suelo después de la siembra pero antes de la emergencia del cultivo y las malezas. En el grupo B, triasulfuron es el único recomendado en preemergencia. Los grupos A y B están representados por numerosos productos, mientras que los grupos N y C₂ solamente por uno, prosulfocarb y diuron, respectivamente. En cebada, pueden rotarse herbicidas de los grupos A, N y C₂, mientras que en lupino sólo de los grupos A y C₁. El grupo C₁ está representado por simazina utilizado en preemergencia. En canola pueden rotarse herbicidas de los grupos A, K₁ y K₃. El grupo K₁ está representado por trifluralina, empleado de presiembra e incorporado en el suelo, mientras que el grupo K₃ está representado por metazachlor, recomendado en pre y pos-emergencia temprano.

Control de malezas gramíneas con herbicidas disponibles. Un aspecto que conviene destacar es que entre grupos de herbicidas y entre herbicidas en cada grupo, pueden existir diferencias importantes en el número de especies de malezas gramíneas que controlan (espectro de control) y el nivel de control de cada una (eficacia). En el Cuadro 7 se incluyen la mayoría de las malezas gramíneas que pueden infestar los cultivos de cereales, lupino y canola en las zonas centro sur y sur del país, y su susceptibilidad a los distintos herbicidas pos y pre-emergentes recomendados en cereales. Se observa que todos los pos-emergentes controlan bien ballicas, avenilla y tembladerilla, mientras que sólo algunos controlan bien cola de zorro. La mayoría de estos herbicidas no controlan vulpia. El herbicida pre-emergente prosulfocarb controla bien la mayoría de las malezas gramíneas, mientras que diuron lo contrario. Ninguno de estos pre-emergentes controlan avenilla. Por lo tanto, para rotar herbicidas como estrategia para manejar la resistencia, el producto a seleccionar no sólo debe tener un distinto modo de acción, sino que también poseer acción de control de la(s) maleza(s) que constituye(n) problema.

Conclusiones

En la agricultura con cultivos extensivos practicada en las zonas centro-sur y sur del país, es muy probable que la resistencia de las malezas a herbicidas continúe incrementándose. Se requieren cambios que tienen que ver con una mayor diversidad en relación a cultivos incluidos en la rotación; métodos de control de malezas usados antes de sembrar; y herbicidas selectivos aplicados después de la siembra. Para esto es fundamental que los agricultores: no sigan considerando la labranza cero como algo absoluto, que nunca puede modificarse en ningún grado; crean más en las bondades de los herbicidas pre-emergentes para controlar malezas gramíneas como *Lolium* spp., *C. echinatus* y *Vulpia* spp., incluyendo biotipos resistentes. El uso de estos herbicidas puede que no evite aplicar un pos-emergente en el mismo cultivo, potrero o temporada, sin embargo puede facilitar el control de los

biotipos resistentes o alcanzar una solución más rápida. En resumen, es necesario que los agricultores estén realmente dispuestos a implementar programas de prevención y control integrado de malezas en sus campos.

Cuadro 1. Biotipos resistentes a herbicidas asociados a cultivos anuales en Chile.

Especies de malezas	Localidad/ situación de detección	Confirmación de resistencia	Indice de resistencia (R/S)
Ballica (<i>Lolium rigidum</i>)	Mulchén, VIII Región/siembra raps	Espinoza N. y M. Zapata (2000); Espinoza <i>et al.</i> (2002).	ACCasa Fop: clodinafop: >8,4 diclofop: >8,3 haloxifop: >8,4 Dim: clethodim: 2,5 sethoxydim: 4,2 tralkoxydim: 3,3
Avenilla (<i>Avena fatua</i>)	Quino, IX Región/siembra trigo	Espinoza N. y M. Zapata (2000); Venegas R. <i>et al.</i> (2001).	ACCasa Fop: clodinafop: >7,7 diclofop: >6,0 haloxifop: 3,0 Dim: clethodim: 1,4 sethoxydim: 1,8 tralkoxydim: 1,3
Avenilla (<i>Avena fatua</i>)	Lautaro, IX Región/siembra trigo Lautaro	Espinoza N. y M. Zapata (2000); Venegas R. <i>et al.</i> (2001).	ACCasa Fop: clodinafop: >7,7 diclofop: >6,0 haloxifop: 2,5 Dim: clethodim: 1,4 sethoxydim: 1,8 tralkoxydim: 2,7
Ballica (<i>Lolium multiflorum</i>)	Cajón, IX Región/siembra trigo	Espinoza <i>et al.</i> (2003)	ACCasa Fop: clodinafop: 3,3 diclofop: 9,7 haloxifop: 1,8 Dim: clethodim: 1,5 sethoxydim: 2,7 tralkoxydim: 1,8
Ballica (<i>Lolium multiflorum</i>)	Vilcún, IX Región/barbech o químico	Espinoza <i>et al.</i> (2005)	EPSFS glifosato: 4,6 glifosato-trimesium: 4,6 ALS iodosulfuron: 4,0 flucarbazone-Na : 5,5

Cuadro 2. Herbicidas ACCasa utilizados en cereales y otros cultivos.

Grupo químico	Nombre común	Nombre comercial	Cultivo en que se recomienda
Ariloxifenoxipropionatos (FOP)	clodinafop propargil	Topik 240 EC	Trigo
	diclofop metil	Cascabel 28 EC, Iloxan 28 EC	trigo y cebada
	diclofop metil + fenoxaprop etil	Iloxan Plus	trigo
	fenoxaprop etil	Puma Super (x)	Trigo
	fluazifop-p-butil	Hache Uno 2000 175 EC	lupino, canola y otras dicotiledóneas
	haloxyfop metil	Galant Plus	lupino, canola y otras dicotiledóneas
	propaquizafop	Agil 100 EC	Lupino, canola y otras dicotiledóneas
	quizalofop-p-etil	Assure Plus, Flecha 9.5	Lupino, canola y otras dicotiledóneas
	quizalofop-p-tefuril	Pantera Plus (x)	Lupino, canola y otras dicotiledóneas
Ciclohexanodionas (DIM)	clethodim	Centurión 240 EC, Centurion Super	lupino, canola y otras dicotiledóneas
	tralkoxydim	Grasp 80 WG (x), Grasp 250 SC (introducido año 2005)	Trigo y cebada
	trepaloxymid	Aramo (introducido año 2005)	lupino, canola y otras dicotiledóneas
	sethoxydim	Poast (x)	lupino, canola y otras dicotiledóneas

x: indica que actualmente no se comercializa en el país.

Cuadro 3. Herbicidas ALS que controlan malezas gramíneas introducidos a Chile.

Grupo químico	Nombre común	Nombre comercial	Cultivo en que se recomienda
Sulfonilureas	iodosulfuron metil sodio	Hussar 20 WG (introducido año 2001)	trigo
	iodosulfuron metil sodio + mesosulfuron metil	Cossack 150 WG (introducido año 2004)	trigo
Sulfonilaminocarbo-niltriazolinonas	flucarbazone-Na	Vulcano 70 WG (introducido año 2002)	trigo

Cuadro 4. Historial de uso de herbicidas ACCasa en el sitio de detección (Lautaro, IX Región) del biotipo de avenilla (*A. fatua*) resistente a diclofop y clodinafop.

Año	Cultivo	Herbicida graminicida aplicado en el cultivo	Años de detección y sobrevivencia del biotipo
1990	trigo	diclofop metil	
1991	avena	no se aplicó herbicida	
1992	trigo	clodinafop propargil	
1993	trigo	clodinafop propargil	
1994	lupino	haloxyfop metil	
1995	trigo	clodinafop propargil	1995. Plantas aisladas de avenilla en el cultivo no fueron controladas con clodinafop
1996	lupino	propaquizafop	1996. Un número importante de plantas de avenilla no fueron controladas con propaquizafop
1997	trigo	clodinafop propargil	1997. Infestación generalizada de avenilla en el cultivo no fue controlada con clodinafop

Cuadro 5. Historial de uso de glifosato en el sitio de detección (Vilcún, IX Región) del biotipo de ballica (*L. multiflorum*) resistente a glifosato, glifosato-trimesium y ALS.

Año	Sistema de labranza del suelo	Cultivo	Herbicidas usados antes de sembrar	Herbicidas graminicidas usados en el cultivo
1989	Labranza cero	Trigo	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	tralkoxydim (ACCasa)
1990	Labranza mínima	Avena	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	No se utilizó herbicida
1991	Labranza cero	Trigo	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	tralkoxydim (ACCasa)
1992	Labranza cero	Avena	No se aplicó herbicida	No se aplicó herbicida
1993	Labranza cero	Trigo	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	clodinafop propargil (ACCasa)
1994	Labranza cero	Avena	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
1995	Labranza cero	Trigo	glifosato (720 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
1996	Labranza cero	Avena	glifosato (1.440 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
1997	Labranza cero	Trigo	glifosato (1.020 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
1998	Labranza cero	Avena	glifosato (1.020 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
1999	Labranza cero	Trigo	glifosato (1.260 g e.a. ha ⁻¹)	No se aplicó herbicida
2000	Labranza mínima	Avena	glifosato (900 g e.a. ha ⁻¹).	No se aplicó herbicida
2001	Labranza cero	Trigo	glifosato (1.440 g e.a. ha ⁻¹).	iodosulfuron (ALS)

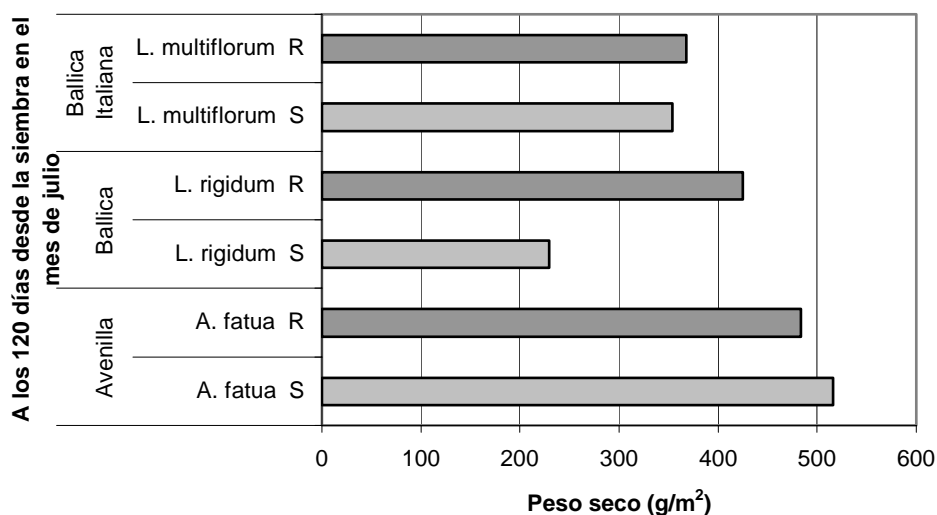


Figura 1. Peso seco de la parte aérea de plantas de avenilla, ballica y ballica italiana sensibles (S) y resistentes (R) a ACCasa transcurridos 120 días después de la siembra.

Cuadro 6. Herbicidas recomendados para controlar malezas gramíneas en diversos cultivos agrupados según modo de acción.

TRIGO	CEBADA	AVENA	LUPINO	CANOLA
GRUPO A (ACCasa)				
diclofop metil diclofop metil + fenoxaprop etil clodinafop propargil	dclofop metil tralkoxydim		clethodim fluazifop-p-butil haloxyfop metil propaquizafof quizalofop-p-etil trepaloxymdim	clethodim fluazifop-p-butil haloxyfop metil propaquizafof quizalofop-p-etil trepaloxymdim
GRUPO B (ALS)				
idosulfuron metil sodio idosulfuron metil sodio + mesosulfuron metil flucarbazone-Na triasulfuron (pre)				
GRUPO N				
prosulfocarb (pre)	prosulfocarb (pre)			
GRUPO C₁				
			simazina (pre ; varios nombres)	
GRUPO C₂				
diuron (pre ; varios nombres)	diuron (pre ; varios nombres)	diuron (pre ; varios nombres)		
GRUPO K₁				
				trifluralina (psi ; varios nombres)
GRUPO K₃				
				metazachlor (pre y pos)

Pre: recomendado en pre-emergencia; pos: recomendado en pos-emergencia; psi: recomendado en pre-siembra e incorporado en el suelo.

Cuadro 7. Eficacia sobre distintas malezas gramíneas de herbicidas pos y pre-emergentes recomendados en trigo.

Maleza	Pos-emergentes						Pre-emergentes	
	clodinafop	diclofop	tralkoxydin	flucarbazone Na	iodosulfuron	iodosulfuron + mesosulfuron	diuron	prosulfocarb
Ballica	MS-S	S	MS-S	MS-S	S	S	MT	MS
Avenilla	S	S	S	S	MS-S	S	T	T
Cola de zorro	S	T	T	MS-S	T	T-MT	T	S
Vulpia	T	T	T	MT	T-MT	MS-S	MT-MS	S
Tembladerilla	MS-S	MS	S	MT-MS	MS	S	MT-MS	MT-MS

S = susceptible, 91 a 100% control.

MS = moderadamente susceptible, 71 a 90% de control.

MT = moderadamente tolerante, 50 a 70% de control.

T = tolerante, control inferior a 50% o sin control.

Bibliografía

- Ahrens, W.H. and Stoller, E.W.. 1983. Competition, growth rate, and CO₂ fixation in triazine-susceptible and -resistant smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*). *Weed Sci.* 31:438-444.
- Bradshaw, L.; Padgett, S.; Kimball, S.; and Wells B. 1997. Perspectives on glyphosate resistance. *Weed Technol.* 11:189-198.
- Christoffers, M.J. 1999. Genetic aspects of herbicide-resistant weed management. *Weed Technol.* 13:647-652.
- Devine, M. 1997. Mechanism of resistance to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors: a review. *Pestic. Sci.* 51:259-264.
- Espinoza, N.; Díaz, J. and De Prado, R. 2005. Ballica (*Lolium multiflorum* lam) con resistencia a glifosato, glifosato-trimesium, iodosulfuron y flucarbazone-Na. In XVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas; I Congreso Iberoamericano de Ciencia de las Malezas. Varadero, Matanzas, Cuba, 8 al 11 de noviembre de 2005. Varadero, Cuba. (En Edición).
- Espinoza, N. and Zapata, M. 2000. Resistencia de ballica anual (*Lolium rigidum*) y avenilla (*Avena fatua*) a herbicidas graminicidas en las zonas centro-sur y sur de Chile. *Agric. Téc. (Chile)* 60 (1): 3-13.
- Espinoza, N.; Conejeros, A.; Mera, M. and Rouanet, J.L. 2003. Biotipo de ballica (*Lolium multiflorum* Lam) con resistencia cruzada a herbicidas ACCasa. p. 394. In XVI Congreso Latinoamericano de Malezas; XXIV Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Manzanillo, Colima, México. 10 al 12 de noviembre de 2003. Manzanillo, Colima, México.
- Espinoza, N.; Seitz, K.; Mera, M.; Jobet, C.; Díaz, J. and De Prado R. 2002. respuesta a herbicidas ACCasa y ALS de un biotipo de *L. rigidum* con antecedentes de resistencia a haloxyfop metil. *Simiente* 72(3-4): 133.
- Heap, I. 2005. International survey of herbicide resistant weeds. <http://www.weedscience.org/in.asp> (accessed on September 29, 2005).
- Heap, I., and Knight, R.. 1982. A population of ryegrass tolerant to the herbicide diclofopmethyl. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 48:156-157.
- Lee, L., and Ngim, J. 2000. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.) in Malaysia. *Pest Manag. Sci.* 56: 336-339.
- Mallory-Smith, C.; Thill, D. and Dial, M. 1990. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technol.* 4:163-168.
- Murphy T.; Gosset, B. and Toler, J. 1986. Growth development of dinitroaniline-susceptible and-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) byotypes under noncompetitive conditions. *Weed Sci.* 34: 704-710.
- Pérez, A., and Kogan, M. 2003. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Res.* 43:12-19.
- Powles, S. and Howat, P. 1990. Herbicide-resistant weed in Australia. *Weed Technol.* 4:178-185.
- Powles, S.; Lorraine-Colwill, D.; Dellow, J. and Christopher, P. 1998. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. *Weed Sci.* 46: 604-607.
- Powles, S.; Preston, C.; Bryan, I. and Jutsum, A. 1997. Herbicide resistance: Impact and management. *Adv. Agron.* 58: 57-93.

- Pratley, J.; Urwin, N.; Stanton, R.; Baines, P.; Broster, J.; Cullis, K.; Schafer, D.; Bohn, J. and Krueger, R. 1999. Resistance to glyphosate in *Lolium rigidum*. I. Bioevaluation. *Weed Sci.* 47: 405-411.
- Primiani, M.; Cotterman, J. and Saari, L. 1990. Resistance of *Kochia scoparia* to sulfonyleurea and imidazolinone herbicides. *Weed Technol.* 4: 169-172.
- Ryan, G. F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Sci.* 18:614-616.
- Roman, E.; Vargas, L.; Rizzardì, M. and Mattei, R. 2004. Resistencia de azevem (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. *Planta Danina* 2: 3001-306.
- Ross, M.A., and Lembi, C.A. 1999. Applied weed science. 452 p. 2nd ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Venegas, R.; Espinoza, N.; Mera, M.; Jobet, C. and Zapata, M. 2001. Resistencia a los herbicidas inhibidores de la ACCasa de biotipos de *A. fatua* L. p. 169. *In XV Congreso de la Asociación latinoamericana de malezas; X Jornadas venezolanas Científico Técnicas en Biología y Combate de Malezas.* Maracaibo, 26 al 30 de noviembre de 2001. Maracaibo, Venezuela.
- Wiederholt, R. and Stoltenberg, D. 1996. Absence o differential fitness between giant foxtail (*Setaria faberi*) accessions resistant and susceptible to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors. *Weed Sci.* 44:18-24.