

El Riesgo de Resistencia a Glifosato en Uruguay

Amalia Rios¹

Introducción

En las últimas décadas se han desarrollado grupos de herbicidas de bajo impacto ambiental, muy eficientes a bajas dosis, y muy específicos en cuanto al sitio donde ejercen su acción, pero su empleo sistemático e indiscriminado en los últimos años ha llevado a un fenómeno creciente de especies de malezas que inicialmente eran eliminadas, y que en la actualidad no son controladas.

La resistencia a herbicidas siempre puede estar presente en una especie de malezas en una chacra. Cuando el herbicida se aplica sucesivamente ejerce presión de selección se mueren las plantas sensibles y sobreviven los individuos resistentes.

La maleza resistente no domina el área en el primer año, primero son individuos aislados luego grupos, que se van transformando en manchones de mayor tamaño.

En el año 2006 existían 297 biotipos de malezas resistentes a herbicidas, estos biotipos pertenecían a 178 especies de malezas distintas, 107 dicotiledóneas y 71 monocotiledóneas. En la actualidad existen en total 357 biotipos y corresponden a 197 malezas, 115 dicotiledones y 82 gramíneas.

Las consecuencias de estas situaciones para los productores afectados por esta problemática en sus predios, son la pérdida de rendimientos y de calidad de productos, se les restringe el uso de esos herbicidas o se aumentan las dosis, con los consecuentes mayores costos e impacto ambiental, determinando inclusive cambios en el sistema de producción.

La evolución del enmalezamiento en los sistemas de siembra directa

En sistemas bajo siembra directa los laboreos son sustituidos por aplicaciones de herbicidas totales con lo cual se alcanzan cometidos similares, el barbecho químico sustituye al laboreo en la preparación de la cama de siembra y en el control de las malezas.

En estos sistemas, durante los primeros años germinan las semillas ubicadas más próximas a la superficie, pero este banco se va agotando con el tiempo.

Las reinfestaciones de malezas posteriores en cultivos y pasturas provienen de especies que se adaptan a las condiciones de germinar e implantarse sobre la superficie del suelo y debajo del rastrojo.

El rastrojo en superficie produce cambios que van modificando las especies presentes en las chacras ya que altera el tipo de radiación que llega al suelo, reduce la temperatura y atenúa la amplitud de temperaturas entre el día y la noche que se registra en la superficie del suelo, modifica los contenidos de materia orgánica en superficie y la compactación superficial del suelo.

En general las malezas latifoliadas, y de tamaño de semilla pequeño, para asegurar la sobrevivencia de la especie tienen requerimientos estrictos de luz, como exigencia para germinar, razón por la cual su germinación es menor debajo de los rastrojos.

En los sistemas con laboreo mayores alternancias de temperatura se registran en la superficie, diluyéndose las diferencias en la profundidad del perfil del suelo. Las semillas también tienen capacidad para detectar los cambios de las temperaturas y germinan cuando las alternancias son marcadas “percibiendo” su posición próxima a la superficie.

El rastrojo en superficie absorbe la radiación calórica disminuyendo las temperaturas y determinando que las fluctuaciones térmicas sean menores.

Las exigencias de temperaturas alternadas de muchas semillas de malezas, es una característica adaptativa, fundamental en especies que producen semillas pequeñas. A mayor profundidad de emergencia se consumen más reservas de la semilla para alcanzar la superficie del suelo antes de iniciar la fotosíntesis, condicionando el éxito del establecimiento de la plántula a las

¹ Dra, Malherbología, INIA La Estanzuela.

reservas contenidas en la semilla. En condiciones naturales ésta es una causa importante de mortandad de plántulas.

Esta característica ecofisiológica esta presente en muchas especies de malezas latifoliadas razón por la cual también suelen germinar menos debajo del rastrojo.

En relación a los contenidos de materia orgánica en superficie, es característico en los sistemas en directa el enriquecimiento en la superficie del suelo de los niveles de materia orgánica, lo cual determina mayor contenido de nitratos, favoreciendo la germinación y posterior implantación de gramíneas.

Con respecto a la compactación superficial del suelo, en sistemas de directa se ha diagnosticado este tipo de situaciones, lo cual limita el establecimiento de las malezas en siembra directa, ya que sus semillas quedan en superficie y la sobrevivencia de la plántula depende de la habilidad de la radícula para penetrar en el suelo.

Las gramíneas anuales como el raigrás presentan radículas finas y flexibles que penetran más fácilmente en el suelo, a diferencia de las que caracterizan a muchas especies de malezas latifoliadas que son más gruesas y rígidas lo cual les dificulta arraigarse.

Así, en sistemas de siembra directa en respuesta a estos cambios disminuye la diversidad, frecuencia y densidad de especies de malezas latifoliadas, al no satisfacerse sus requerimientos estrictos de luz y alternancia de temperaturas para la germinación, y presentar características morfológicas que no se adaptan tan bien a estos sistemas.

Entretanto aumenta la frecuencia, densidad y biomasa de gramíneas como el raigrás dadas sus características morfológicas y ecofisiológicas que conllevan a su predominio en los sistemas de siembra directa, ya sean en la etapa cultivos como pasturas, en definitiva respuestas adaptativas al ambiente que han determinado la persistencia de esta espontánea en los campos naturales.

En consecuencia en sistemas de siembra directa, es dable esperar que en respuesta a los cambios en las prácticas agronómicas sea mayor la incidencia de gramíneas anuales.

Así, en período invernal evolucionan a una mayor presencia de raigrás, especie espontánea, invernal, que mantiene un flujo anual de semillas que asegura la persistencia de la especie. En verano, los nichos dejados por las malezas de hoja ancha son sistemáticamente ocupados por gramíneas como pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), capin (*Echinochloa spp*) y setaria lo cual conlleva al predominio de sus poblaciones en las comunidades florísticas.

Este proceso se conoce como inversión de flora, es la modificación de la frecuencia y densidad de las especies de malezas en un área determinada en respuesta a las prácticas agrícolas, entre las cuales la aplicación de herbicidas durante varios años, es especialmente impactante.

La posible ocurrencia de biotipos resistentes a glifosato en nuestras condiciones debe ser analizada en el contexto mundial.

La resistencia a glifosato a nivel mundial

En la figura 1 se presenta la distribución mundial de especies resistentes, se observa que entre los países del Conosur, Uruguay es el único país que no tiene declaradas malezas resistentes, es de esperar que esta situación se pueda mantener, para lo cual **la prevención de la resistencia es la mejor solución.**

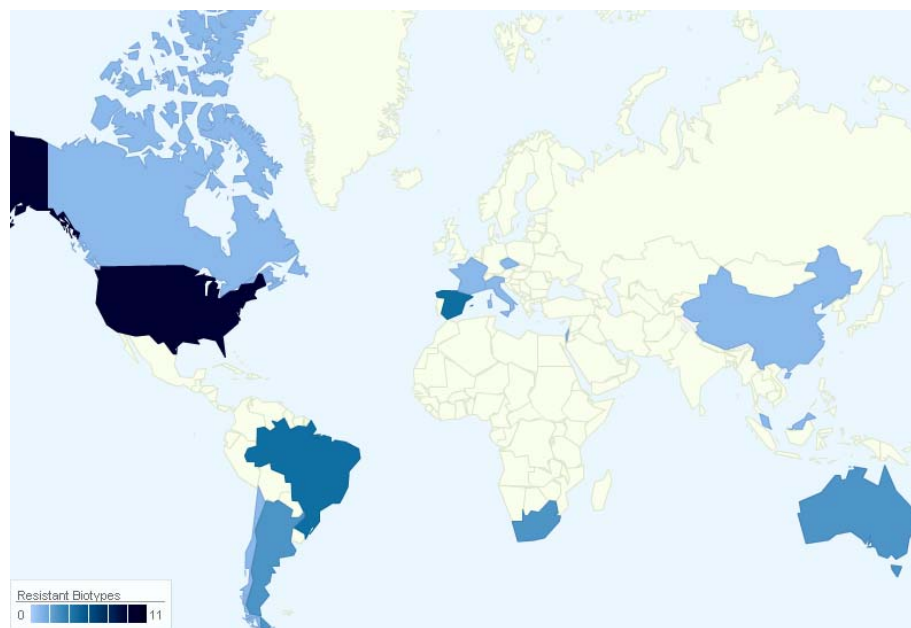


Figura 1. Distribución mundial de biotipos de malezas resistentes. Fuente Ian Heap <http://WeedScience.com>.

La ocurrencia de biotipos resistentes se ha acentuado en las tres últimas décadas, a partir de los años 70 se empezaron a evidenciar los casos de resistencia a triazinas, y a partir de los 90 los casos de resistencia a inhibidores de ALS, según se observa en la Figura 2.

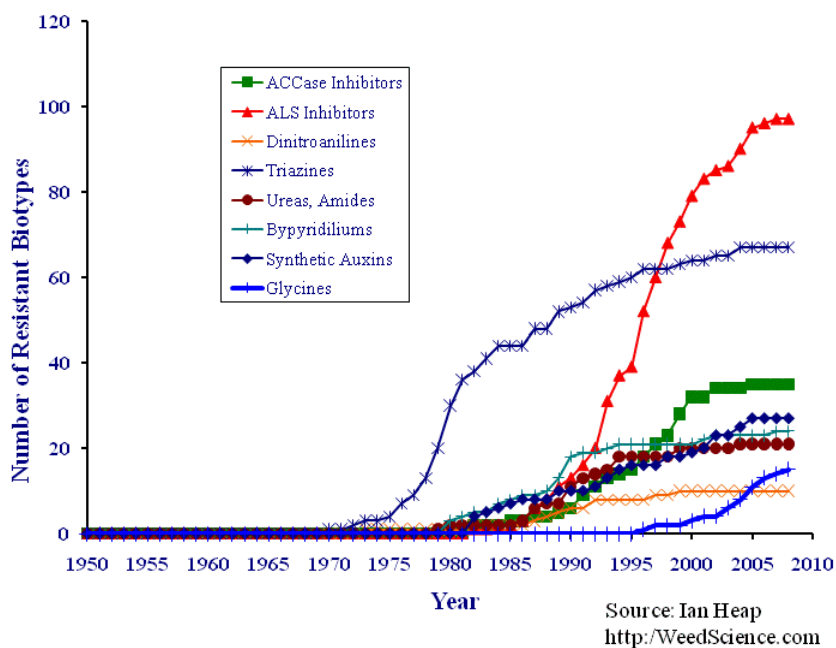


Figura 2. Evolución de los biotipos resistentes según modo de acción de los herbicidas.

El herbicida glifosato se introdujo al mercado en el año 1974 y el primer caso de ocurrencia de resistencia fue reportado en 1996, habían transcurrido 22 años, no obstante en otros herbicidas la detección de la resistencia fue con significativamente menos años de uso como se visualiza en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Año de introducción de Herbicidas y Año de constatación de resistencia. Fuente Ian Heap <http://WeedScience.com>.

Herbicida	Año de Introducción	Año de primera resistencia	Años de uso transcurridos	País donde se detectó la resistencia
2.4 D	1948	1957	9	USA y Canadá
Triazinas	1959	1970	11	USA
Paraquat	1966	1980	14	Japón
Glifosato	1974	1996	22	Australia
Sulfonilurea	1982	1984	2	Australia

El glifosato es el herbicida que tiene menores reportes de resistencia, y sin embargo es el de mayor venta a nivel mundial con un uso intensivo determinado por aplicaciones sucesivas por año y durante años.

Cuadro 2. Malezas resistentes a glifosato por país. Fuente Ian Heap <http://WeedScience.com>.

Maleza	País
<i>Amaranthus palmeri</i>	USA
<i>Amaranthus tuberculatus</i>	USA
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	USA
<i>Ambrosia trifida</i>	USA - Canadá
<i>Chloris truncata</i>	Australia
<i>Conyza bonariensis</i>	Sud Africa, España, Brasil, Israel, Colombia, USA, Australia, Portugal
<i>Conyza canadensis</i>	USA, Brasil, China, España, República Checa
<i>Conyza sumatrensis</i>	España
<i>Digitaria insularis</i>	Paraguay, Brasil
<i>Echinochloa colona</i>	Australia
<i>Eleusine indica</i>	Malasia, Colombia, USA
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Brasil
<i>Kochia scoparia</i>	USA
<i>Lolium multiflorum</i>	Chile, Brasil, USA, España, Argentina
<i>Lolium perenne</i>	Argentina
<i>Lolium rigidum</i>	Australia, USA, Sud Africa, Francia, España, Italia
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Colombia
<i>Plantago lanceolata</i>	Sud Africa
<i>Poa annua</i>	USA
<i>Sorghum halepense</i>	Argentina, USA
<i>Urochloa panicoides</i>	Australia

La presión de selección de un herbicida es el efecto del tratamiento químico sobre el conjunto de malezas infestantes y por el cual se van seleccionando biotipos resistentes.

La intensidad de la presión de selección depende principalmente de la frecuencia de uso, de la eficiencia del producto, de la dosis y de las características biológicas de la maleza.

Con relación al riesgo de aparición de ecotipos resistentes a glifosato la presión de selección ejercida por el glifosato va a ser mayor en la medida que además de las aplicaciones para el control de rastrojos y mantenimiento de barbechos limpios, se incorporen a la rotación nuevos cultivos transgénicos como el maíz.

Las especies que van a sobrevivir en esta situación son especies tolerantes a glifosato, así como malezas de flujos de emergencias escalonados que escapan a las aplicaciones del herbicida y que tienen condiciones de completar su ciclo aún sometidas a una fuerte presión de competencia.

Además, también van a sobrevivir **plantas** de distintas especies de malezas que “naturalmente” no son controladas por la dosis recomendada en la etiqueta para esa especie, esta situación se acentúa en la medida que un herbicida se usa sistemáticamente, eso proceso se denomina presión de selección ejercida por un herbicida, como se señala en líneas precedentes.

El glifosato sería el herbicida con el cual se estaría ejerciendo la mayor presión de selección en el mundo determinada por las mayores áreas de aplicación, la frecuencia de uso y la eficiencia del producto, sin embargo como se señaló son sólo 21 malezas, a diferencia de otros herbicidas que presentan infinidad de referencias de ocurrencia de resistencia.

Como se muestra en el Cuadro 1, el primer caso de resistencia a glifosato ocurrió en 1996, luego de 22 años de uso, en 2006 se habían registrado 8 casos, pero del 2006 al 2010 se determinaron 11 malezas resistentes, a pesar de la presión de selección que se ejerce a nivel mundial.

El glifosato tiene características bioquímicas, químicas y biológicas que determinan la menor predisposición a que ocurran casos de resistencia, y la susceptibilidad de las malezas está determinada por variados mecanismos fisiológicos interactuantes los que determinan su eficiencia de control, y además los ecotipos resistentes presentan menor adaptabilidad ecológica en relación a los susceptibles lo cual determina una pobre capacidad de sobrevivencia.

El riesgo de resistencia a glifosato en Uruguay

El uso masivo de glifosato que se realiza desde hace años en el país, los antecedentes de resistencia de raigrás, reportados en Argentina, Brasil y en Chile, y de yerba carnícera (*Conyza spp*) en Río Grande del Sur, en sistemas de producción con similitudes a los nuestros, determina que se deban extremar las medidas para prevenir la resistencia de malezas a glifosato, siendo necesario enfatizar en la comprensión de los procesos que permitan prevenir su ocurrencia.

La problemática del raigrás en la región

El raigrás es la gramínea mas difundida en nuestros sistemas de producción, además, el género *Lolium* presenta a nivel mundial 26 biotipos resistentes al glifosato, posiblemente por ser una especie alógama, lo que favorece su variabilidad genética, a lo cual se suma su condición de especie espontánea.

En nuestros sistemas existen una serie de condiciones predisponentes para que, con el raigrás ocurran casos de resistencia:

- ❖ Presenta varios flujos de emergencias en el año
- ❖ Produce abundante semillas
- ❖ Se favorece su germinación por la cama de siembra de los sistemas de directa, dadas por condiciones favorables de humedad y contenido de nitratos debajo del rastrojo.
- ❖ Tiene altas tasas de implantación, también por condiciones favorables de humedad y de fertilidad en estos sistemas.

No obstante, según la información generada en Brasil, los biotipos resistentes tienen menores tasas de crecimiento, son plantas más pequeñas con menos macollos, también producen menos semillas todo lo cual determina que no sean las mas frecuentes, aunque su ciclo es más largo.

Las plantas resistentes van predominando porque al ser más pequeñas cuando se aplica el herbicida, en general están cubiertas por las plantas de raigrás sensible y la aspersion suele no alcanzarlas.

En Brasil el raigrás resistente a glifosato, se detecto en el 2003, en el año 2005 se encontraba restringido a localidad de Vaccaria en Rio Grande del Sur ocupando una superficie de 150 ha, y en el 2008 ocupaba una superficie de 3 millones de ha, atravesando el Estado de Santa Catalina y llegando al estado de Paraná. Actualmente se estima que ocupa una superficie de 8 millones de hectáreas.

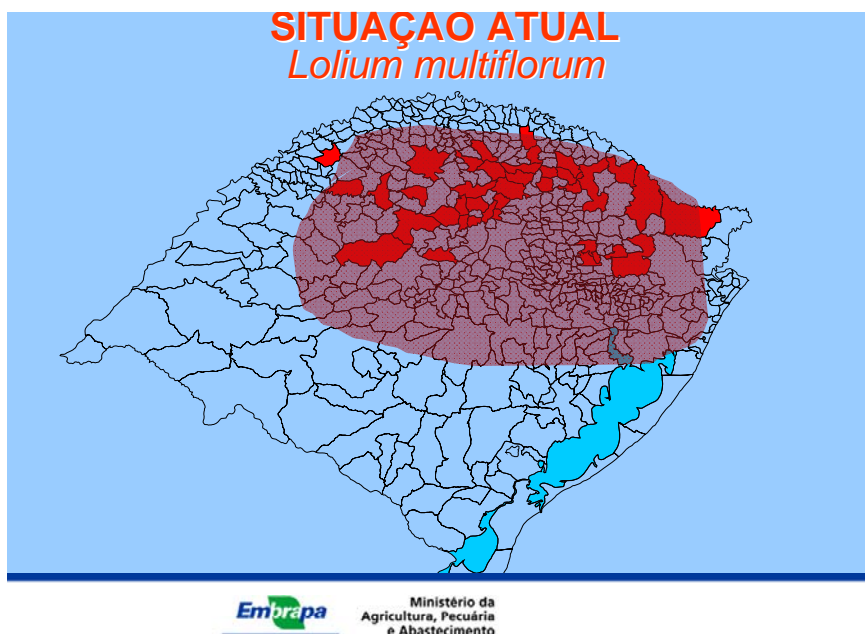


Figura 3. Mapa de Río Grande del Sur, donde en rojo se señalan las áreas con presencia de raigrás resistente al glifosato año 2008 y en tono mas claro su actual difusión. Dr. Vargas, EMBRAPA Trigo.

En Brasil, la información es contundente la explosión de raigrás resistente en Río Grande del Sur fue de la mano de la comercialización de semilla de los propios productores.

El problema de la difusión de raigrás resistente asociado a la comercialización de semilla, no es un problema sólo en Brasil, el Dr. Andreu Taberner de España, señaló aquí en Uruguay, que la problemática de raigrases resistentes fue introducida con raigrás proveniente de Australia, similar consideración también fue realizada por el Ing. Agr. Nelson Espinoza de INIA Chile, en Colonia, en el Seminario “Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables”.

El conocimiento de la comercialización de raigrases importados contaminados con semilla resistente en Chile y España, la presencia de raigrás resistente a glifosato en Argentina y Río Grande del Sur, debería obligar a tomar acciones inmediatas para tratar de evitar que lo mismo ocurra en Uruguay, por lo cual se debería evaluar la susceptibilidad a glifosato de los materiales que se comercializan en plaza.

Además, el raigrás puede estar presente como impureza contaminando otras semillas de especies forrajeras. Esos raigrases pueden ser difíciles de controlar, como ya se ha constatado, en alguna situación que por el momento se ha logrado revertir. No obstante, amerita analizar el problema y buscar soluciones.

Si tomamos estas precauciones se está previniendo no solo la introducción desde el exterior sino que se controla también lo que se produce en Uruguay.

La problemática de yerba carnícera (*Conyza spp*)

Esta maleza esta presente en Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia además de Uruguay.

En Argentina durante el 2008/2009, esta especie se constituyó en un problema difícil de controlar en los barbechos para cultivos de verano y en el cultivo de soja. Según la opinión de investigadores del INTA de Oliveros y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Rosario, esta problemática estuvo asociada a las condiciones de sequía que afecto la región, aplicaciones con plantas de mayor tamaño y estresadas, subdosis de herbicidas, horarios de aplicación inadecuados.

No obstante, se está estudiando en distintos biotipos si hay diferencias en su susceptibilidad a glifosato.

En Brasil, la resistencia a glifosato de las dos especies de carnícera fue constatada partir del 2005, y es muy preocupante para Uruguay porque ha sido confirmada su presencia en la frontera que se extiende al sur de Rivera, según se observa en figura 4.

El riesgo con resistencias fronterizas es altísimo, de hecho la *Digitaria insulares* resistente a glifosato originalmente presente en Paraguay, hoy se la encuentra Brasil, en el estado vecino de Paraná, y a su vez, en Paraguay se está estudiando algunos biotipos de yerba carnícera con sospechas de resistencia que se presume es originaria de Brasil.

Entre los factores de manejo que predisponen a la ocurrencia de resistencia, además del uso sistemático de glifosato, es muy importante la calidad de las aplicaciones y ajustar las dosis según el glifosato empleado dada la variedad de marcas comerciales presentes en el mercado.

La calidad de las aplicaciones hace referencia a condiciones donde se aplica con baja humedad relativa, viento, con excesos o déficit hídricos, resumiendo “se aplica cuando se puede y no como se debe”.

Asimismo, el glifosato empleado puede determinar contrastes importantes en la eficiencia de control, por diferencias en la formulación de las sales empleadas y los surfactantes utilizados.

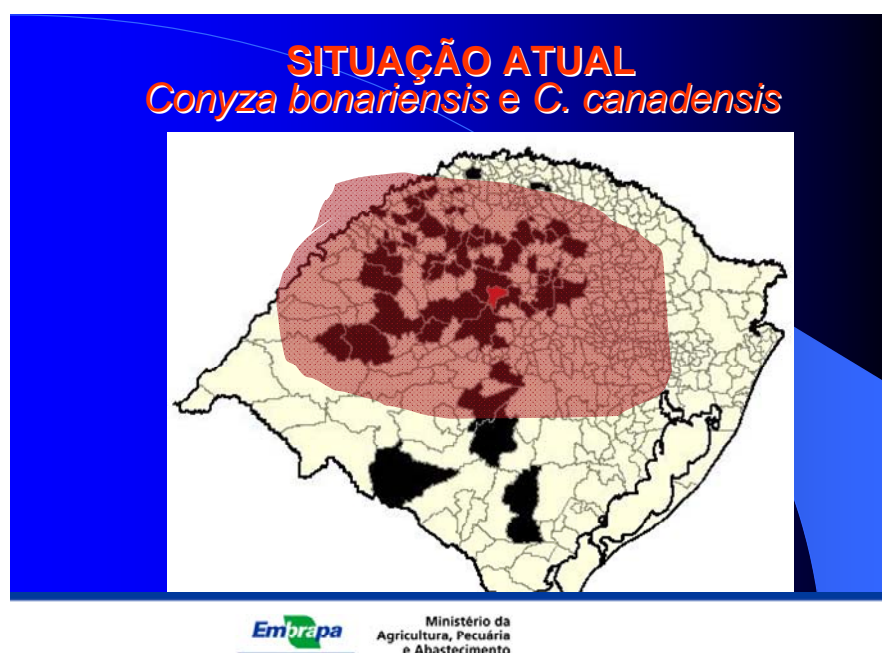


Figura 4. Mapa de Río Grande del Sur, donde en negro se señalan las áreas con presencia confirmada de carnícera resistente a glifosato y en tono más claro su área de difusión. Dr. Vargas, EMBRAPA Trigo.

También, la dosis seleccionada debe ser elegida adecuadamente según el espectro de malezas y su tamaño, considerando siempre la maleza que requiere mayor dosis para lograr el objetivo del control eficiente.

Es muy importante que en los predios luego de las aplicaciones con glifosatos se realice su seguimiento, evaluando la eficiencia de la aplicación, procurando detectar plantas aisladas o manchones sobrevivientes, que deben ser eliminados.

Si se han evidenciado plantas sobrevivientes en una chacra, primeramente hay que constatar que no son debidas a problemas de fallas por la calidad de la aplicación, y luego tomar las medidas de manejo que deberían ser avaladas por un técnico a efectos de circunscribir el área y evitar su propagación a otras zonas.

Los numerosos casos de resistencia diagnosticados en el exterior fueron y son “provocados” por situaciones más extremas que las de Uruguay, más aplicaciones por años y durante mayor número de años.

En Uruguay, al igual que en otros países, **los individuos de raigrás y de yerba carnícera resistentes a glifosato están presentes en las chacras** y van a predominar en la medida que se favorezca su producción de semillas y vayan aumentando su frecuencia.

Sólo la evaluación sistemática de los resultados de las aplicaciones puede determinar que esto no suceda.

El enmalezamiento en la pasada zafra

En el 2010, las aplicaciones de glifosato para el control del enmalezamiento en los barbechos de cultivos de invierno tuvieron importantes fallas de control.

En este contexto se destacaron las especies tolerantes a glifosato y las malezas en estadios fenológicos más avanzados, poco receptivas por condiciones de crecimiento con limitantes hídricas que promueven el desarrollo de cutículas más espesas y pelos protectores.

En la figura se observa los resultados de control en yerba carnicera obtenidos en dos chacras, en una con 1.0 kg ia/ha se obtiene 90% de control, y en la otra situación para el rango de dosis evaluado, con un máximo de 8.0 ia/ha no se supera el 50% de control a los 60 días postaplicación.

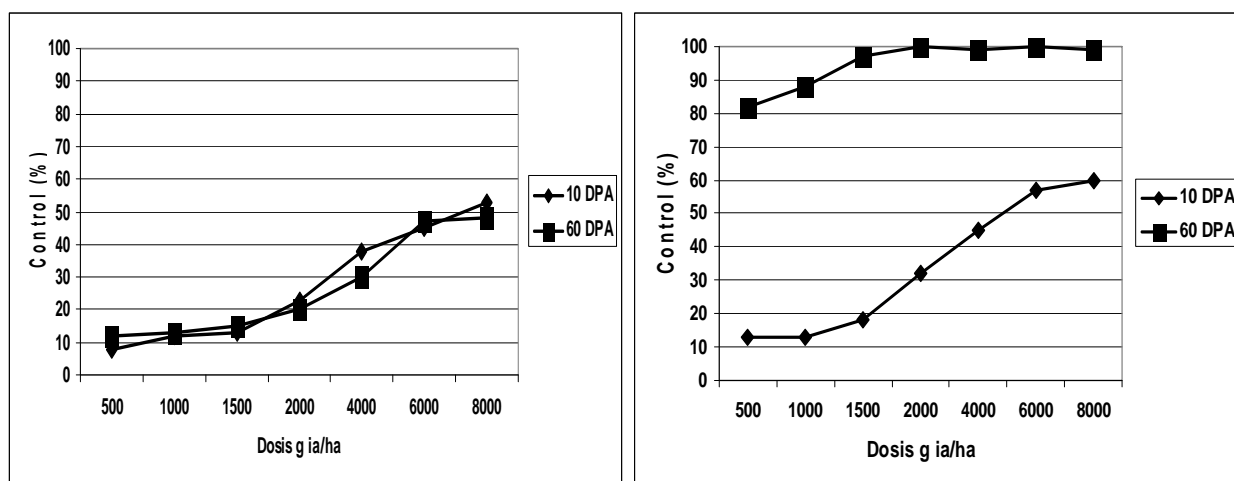


Figura 5. Control de yerba carnicera en dos rastros de cultivos de verano a dosis crecientes de glifosato, aplicaciones realizadas en setiembre 2010.

Estos resultados ejemplifican las situaciones contrastantes que se observaron especialmente en el control de esta maleza la zafra pasada.

Aunque se necesita generar mas información, para discernir si son situaciones de fallas determinadas por el estadio fenológico al momento de la aplicación, factibles de ser revertidos con aplicaciones en estado vegetativo, o son condiciones de plantas con grados diferenciales de susceptibilidad al glifosato.

Estas situaciones constituyen una alerta, demasiado generalizada a nivel de chacras, que se dieron independientemente de los años de historia de siembra directa y que deben NECESARIAMENTE ser revertidas con medidas de manejo implementadas para esta zafra.

En este contexto, por ejemplo se debería considerar aplicar durante el período de otoño o invierno, ya sea en el cultivo de invierno, puentes verdes de gramíneas o en los rastros de verano, herbicidas como sulfonilureas en mezcla con herbicidas hormonales tipo dicamba, clorpiralid, picloran, previendo el tiempo necesario para evitar problemas de residualidad para los cultivos de verano.

Una vez logrado el control de las malezas de hoja ancha durante el invierno, en la aplicación del glifosato para iniciar el barbecho para verano se debe considerar el estadio fenológicos de las gramíneas presentes, posiblemente raigrás y la reinfestación por emergencias de latifoliadas.

En la Figura 6 se observa el grado de control alcanzado con raigrás en dos situaciones de rastro de cultivo de verano, en una chacra la dosis fue superior.

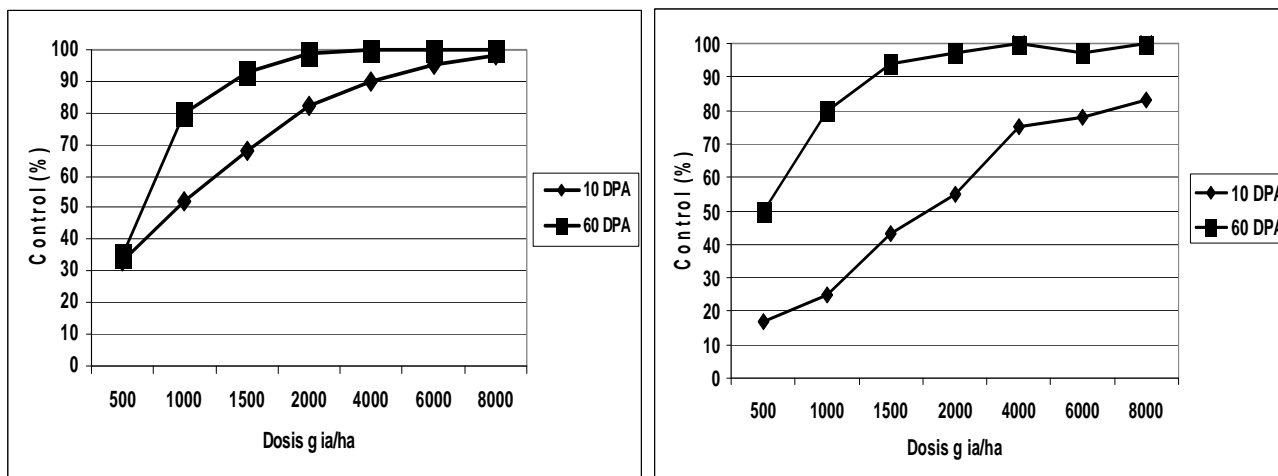


Figura 6. Control de raigrás en dos rastrojos de cultivos de verano a dosis crecientes de glifosato, aplicaciones realizadas en setiembre 2010.

En las situaciones de rastrojos de verano, o puentes verdes de gramíneas, la aplicación de herbicidas latifolicidas implica un gasto extra, pero es económicamente justificable, si se analiza el contexto del sistema de rotación en el largo plazo.

Esta medida de manejo entre otras ventajas permitiría mantener la rotación, “proteger la vida útil del glifosato”, enlentecer los procesos que conllevan a que ocurran casos de resistencia, preservando en definitiva la sustentabilidad de los sistemas.

Consideraciones finales

- ❖ Las malezas tolerantes a glifosato y las especies que no son controladas en estadios fenológicos avanzadas, están presentes en las chacras, diversificar el uso de herbicidas evitará que se repitan situaciones como las ocurridas en la pasada zafra.
- ❖ Cuanto más años de historia tiene una chacra con aplicaciones sistemáticas de un mismo herbicida mayor es el riesgo de ocurrencia de resistencia, por lo tanto ROTAR el uso de distintos ingredientes activos es una practica de manejo CLAVE para preservar un herbicida UNICO como el glifosato.
- ❖ Programar en el largo plazo la rotación de herbicidas, ejecutar las aplicaciones en condiciones ambientales adecuadas, decidir la dosis a aplicar en conocimiento de la situación de enmalezamiento, evaluar el resultado de control y analizar el por qué de su falla si esta sucede, son pasos que deben cumplirse si se quiere evitar problemas de control en el corto plazo y malezas resistentes en el futuro.
- ❖ La estrategia de prevención de la resistencia implica racionalizar el manejo de herbicidas, diversificar los ingredientes activos utilizados, considerar la integración de las prácticas culturales que maximicen la capacidad de competencia de las especies sembradas, viabilizando el control químico en el largo plazo, lo cual cuesta menos que el manejo de una resistencia declarada.

Bibliografía

Calderón, S.; Mas, E.; Urbano J.M. 2005. Alternativas químicas para el control de poblaciones de *Conyza bonariensis* resistentes al glifosato. In: Menéndez, J.; Bastida, F.; Fernandez-Quintanilla, C.; González, J.L.; Recasens, J.; Royuela, M.; Verdú, A.; Zaragoza, C. eds. Malherbología ibérica y magrebí: soluciones comunes a problemas comunes. Huelva, España, Universidad de Huelva. pp. 583-592.

- Espinosa, N; Cerda, C.; Díaz S, J.; Mera K., M. 2003. Primer biotipo de Ballica (*Lolium multiflorum* Lam) chileno con resistencia múltiple a herbicidas. In Congreso Latinoamericano de Malezas (16, Colima, México, 2003). In Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de la Ciencia de la Maleza (24, Colima, México, 2003).p.393.
- FAO. 2004. Evaluación de riesgos ecológicos de los cultivos resistentes a herbicidas e insecticidas. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Taller regional 17-20/2/2004. [un CD ROM].
- Labrada, R. 2004. Procedimientos para la prevención de entrada de especies de malezas exóticas y problemas relacionados con la resistencia a herbicida. In Prevención de malezas exóticas y resistencia a herbicidas, Seminario. INIA Serie de Actividades de Difusión no. 354.p.1-9
- León, J.M.; Barnes, J.; Urbano, J.M. 2005. Influencia del estado fenológico de *Conyza bonariensis* en la respuesta a la aplicación de glifosato. In: Menéndez J.; Bastida, F.; Fernández-Quintanilla, C.; González, J.L.; Recasens, J.; Royuela, M.; Verdú, A.; Zaragoza, C. eds. Malherbología Ibérica y Magrebí: soluciones comunes a problemas comunes. Huelva, España, Universidad de Huelva. pp. 575-582.
- Papa, J.C.; Tuesca, D.; Nisensohn, L. 2010. Control tardío de Rama negra (*Conyza bonariensis*) sobre individuos sobrevivientes a un tratamiento previo con glifosato. Revista Soja: para mejorar la producción. no.45: 81-84.
- Pérez, A. & Kogan, M. 2003. Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards Weed Research 43:12-19.
- Taberner, A. 2000. Las resistencias a herbicidas en España. Situación actual. In Evaluación de la Importancia de las malezas resistentes a herbicidas en Uruguay y España, Seminario (La Estanzuela, junio 2000).
- Tocchetto, S.; Christoffoleti, P.; Marochi, A.; Galli, A.; López-Ovejero, R. 2004. Resistencia da planta daninha azévem (*Lolium multiflorum* Lam). Ao herbicida glyphosate na regio sul do Brasil. Ciencia das plantas daninhas: boletim Informativo 10:supl.p.269.
- Torres, V.; Calderón, S.; Barnes, J.; Urbano, J.M. 2005. Determinación de la GR50 en cinco poblaciones de *Conyza bonariensis* L. recolectadas en Andalucía occidental. In: Menéndez J.; Bastida, F.; Fernández-Quintanilla, C.; González, J.L.; Recasens, J.; Royuela, M.; Verdú, A.; Zaragoza, C. eds. Malherbología Ibérica y Magrebí: soluciones comunes a problemas comunes. Palos de la Frontera, Huelva, Universidad de Huelva, España. pp. 399-405.
- Zaragoza, C. Procedimientos agronómicos de prevención o control de la resistencia a los herbicidas. In Evaluación de la Importancia de las malezas resistentes a herbicidas en Uruguay y España, Seminario (La Estanzuela, junio 2000).
- Weed Science. International survey of herbicide resistant weeds. Disponible en <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Consulta el 12 de abril 2011.