

# Las comunidades florísticas y su comportamiento ante la intensificación agrícola

Amalia Rios<sup>1</sup>

Las malezas presentan una serie de atributos resultado de su adaptación a prácticas agrícolas, entre las que se destacan: similitud morfológica y fisiológica a los cultivos, tolerancia o resistencia a herbicidas, regeneración a través de propágulos vegetativos, producción abundante de semillas que presentan distintos mecanismos de dormancia asegurando su longevidad y germinación escalonada en el tiempo.

El manejo de malezas a través del control integrado implica la utilización de estrategias dirigidas de manera tal, que el balance competitivo se incline a favor de los cultivos, englobando principios ecológicos y fisiológicos.

Desde hace muchos años y aún actualmente en los sistemas de rotaciones agrícolas ganaderas se mantienen comunidades de malezas multiespecíficas, caracterizadas por una abundante diversidad de especies latifoliadas y una menor incidencia de gramíneas anuales.

Esta situación es el resultado de la rotación cultivos pasturas donde las malezas están adaptadas a laboreos frecuentes y fuerte presión de competencia lo cual determina altas velocidades de crecimiento y producción de semillas abundante, las que en general sobreviven varios años en el suelo sin perder su viabilidad y capacidad de reinfestar cultivos y pasturas.

## El efecto rastrojo de los sistemas agrícolas de siembra directa en las malezas

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 modifican la comunidad florística 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.

La respuesta a la radiación luminosa es determinada por la presencia en la semilla de un fotorreceptor llamado fitocromo. Este se presenta bajo dos formas, fitocromo 660 (F<sub>660</sub>) la forma inactiva, con su pico de absorción en la zona roja (660 nm.) del espectro visible. Cuando las semillas son irradiadas con esa longitud de onda, F<sub>660</sub> pasa a la forma activa conocida como fitocromo 730 (F<sub>730</sub>) promotora de la

---

<sup>1</sup> Malherbología, INIA La Estanzuela.

germinación. La reversión a  $F_{660}$  se realiza en ausencia de luz o bajo radiación rojo lejano (730nm.)

El fitocromo al ser estimulado por la luz, modifica el equilibrio hormonal de las semillas de manera que los promotores de la germinación pasan a predominar cuantitativamente sobre los inhibidores.

El fitocromo actúa como un transmisor ecológico de la composición espectral de la luz incidente, promoviendo o inhibiendo la germinación. Esa acción transductora es adaptativa y tiende a circunscribir la germinación donde hay mayores condiciones de luminosidad y por lo tanto mayor posibilidad de sobrevivencia de plántulas.

La radiación se modifica al atravesar ya sea la vegetación o al ser interceptada y reflejada por el rastrojo en superficie. A modo de ejemplo las hojas verdes actúan como filtro absorbiendo la radiación de 660 nm. y transmiten la radiación rojo lejano inhibiendo la germinación.

Esta adaptación ecofisiológica previene la germinación al “detectar” la semilla el tipo de barreras que tienen que atravesar las plántulas a expensas de las reservas del endosperma hasta llegar a la luz y poder sobrevivir fototróficamente independiente.

En general las especies 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.

El rastrojo, como ya fue mencionado reduce la temperatura y atenúa la amplitud de temperaturas entre el día y la noche que se registra en la superficie del suelo.

La temperatura es uno de los factores abióticos promotores de la germinación más importantes. En el aspecto agronómico, en los ecosistemas agrícolas, el conocimiento de las temperaturas cardinales, temperaturas por encima o por debajo de las cuales la germinación no ocurre, es fundamental para los estudios de determinación de flujos de emergencia durante el año agrícola y para predecir la ocurrencia de reinfestaciones, después de realizadas las prácticas de control.

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

Esta característica ecofisiológica está 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 debido al aumento de la densidad global al disminuir el volumen de macroporos.

Esta compactación superficial 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 raigras 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 raigras 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, los cultivos de invierno evolucionan a una mayor presencia de raigras, especie espontánea, invernal, que mantiene un flujo anual de semillas que asegura la persistencia de la especie.

En cultivos de verano en la etapa agrícola los nichos dejados por las malezas de hoja ancha son sistemáticamente ocupados por gramíneas como *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa spp* lo cual conlleva al predominio de sus poblaciones en las comunidades florísticas.

### **Algunas definiciones básicas**

La intensificación agrícola asociada al uso masivo de herbicidas trae aparejado una serie de efectos en las comunidades florísticas que determina la adecuación de la terminología empleada a esta nueva situación, por ello es necesario precisar una serie de definiciones.

**Inversión de flora:** modificación de la frecuencia y densidad de las especies de malezas en un área determinada en respuesta a las prácticas agrícolas, es especialmente impactante cuando se emplean herbicidas durante varios años

**Tolerancia:** Capacidad hereditaria natural en todas las poblaciones de una especie de maleza o cultivo para sobrevivir o reproducirse después de la aplicación de un herbicida.

**Resistencia:** capacidad hereditaria natural de algunos biotipos dentro de una población para sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de un herbicida que, bajo condiciones normales de uso, controla eficazmente a esa población.

**Resistencia múltiple:** ocurre cuando un biotipo de malezas tiene un mecanismo de resistencia que determina que no sea controlada por diferentes herbicidas que presentan el mismo mecanismo de acción.

**Resistencia cruzada:** ocurre cuando un biotipo de maleza tiene uno o más de un mecanismo de resistencia que determinan que no sea controlado por herbicidas de mecanismos de acción diferentes.

**Biotipo:** grupo de plantas de una especie que presentan identidad para un determinado carácter; como ser resistencia a un determinado herbicida

**Población:** conjunto de individuos de una especie de maleza que invaden un área.

### **La intensificación agrícola y la presión de selección impuesta por el glifosato**

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.

La Misión de Expertos Malherbólogos del INIA España en Junio de 2000 concluía que las actividades en la Zona de Mercedes, donde los cultivos anuales representan un mayor % del uso de la tierra frente a la ganadería extensiva, se cultiva gran número de hectáreas con el "Sistema de SD" presentan un elevado uso de herbicidas totales, este problema se acrecienta cuando en esas mismas parcelas se ha introducido la soja transgénica RR y se apuntaban dos a tres tratamientos al año sobre las mismas áreas. Asimismo destacaban, que en esta situación la inversión de flora será un problema a corto plazo y a mediano plazo el riesgo de la aparición de ecotipos de malas hierbas resistentes a estos herbicidas es elevado.

La inversión de flora resultado de los cambios en las prácticas de labranza de los sistemas agrícolas fue analizado en líneas precedentes, destacándose la evolución de comunidades multiespecíficas con predominancia de especies latifoliadas en los sistemas bajo laboreo, hacia una mayor presencia de gramíneas en los sistemas sin laboreo.

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, la soja aparece como una constante en la rotación agrícola y 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 tempranas del herbicida y que tienen condiciones de completar su ciclo aún sometidas a una fuerte presión de competencia impuesta por los cultivos cuyos ciclos acompañan.

Sin embargo estas situaciones pueden ser controladas en la medida que su grado de interferencia lo justifique.

La posible ocurrencia de biotipos resistentes a glifosato en nuestras condiciones como destacan los especialistas españoles debe ser analizada en el contexto mundial.

### El riesgo de ocurrencia de resistencia a glifosato

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

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

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

Luego del primer caso de resistencia de *Lolium rigidum* reportado en Australia en 1996, más recientemente se sumaron *Eleusine indica* en Malasia, *Conisa canadiensis* en USA, *Conisa bonariensis* y *Plantago lanceolata* en Sudáfrica y *Lolium multiflorum* en Chile y Brasil.

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

Esta situación marcadamente diferencial estaría denotando que el glifosato ejerce menor presión de selección comparativamente con otros herbicidas y serían algunas de sus características bioquímicas, químicas y biológicas las que explicarían este comportamiento.

En este sentido se debe destacar que es el único herbicida con ese modo de acción y que no tiene efecto residual. Asimismo, la susceptibilidad de las malezas está determinada por variados mecanismos fisiológicos interactuantes los que determinan su

eficiencia de control y además los ecotipos sobrevivientes tiene baja adaptabilidad ecológica lo cual determina una pobre capacidad de sobrevivencia.

### **La intensificación agrícola y el riesgo de resistencia**

En Uruguay en el actual contexto de intensificación agrícola con los antecedentes de resistencia de *Lolium multiflorum* reportados en Brasil y en Chile en sistemas de producción con similitudes a los nuestros debemos enfatizar en la comprensión de los procesos que nos permita prevenir la ocurrencia de resistencia de esta gramínea a glifosato.

En general se acepta que la resistencia de una especie de maleza esta siempre presente en una población aunque en baja frecuencia, por lo cual debemos prevenir la ocurrencia de resistencia.

En nuestras condiciones existen una serie de características predisponentes en el raigras para la ocurrencia de resistencia: varios flujos de emergencias en el año, lo cual determina marcadas diferencias en longitud de su ciclo, viabilizando una abundante producción de propágulos reproductivos, que ven favorecida su germinación por la cama de siembra de los sistemas de directa, dadas por condiciones favorables de humedad debajo del rastrojo para la germinación y el establecimiento de las plántulas y mayor contenido de nitratos en superficie que también promueven su germinación y el crecimiento inicial. Otra característica intrínseca y no menos importante es la variabilidad genética de la especie determinada por su condición de espontánea y de alógama.

Sin embargo, a nivel predial debería constatarse si en los últimos tres o cuatro años la eficiencia del control fue buena y no se detectaron plantas aisladas o manchones sin control denotando que la resistencia no se estaría evidenciando.

Si se han evidenciado problemas de control, una medida inmediata sería controlar las plantas de raigras en estadios iniciales de crecimiento ya que en los estudios que se están llevando adelante en Río Grande del Sur señalan que cuanto más avanzado el estadio fenológico mayor dificultad existe en el control y dosis mayores de glifosato son necesarias.

Asimismo se debería complementar el control realizando rotación con otros herbicidas, evitar la contaminación de semillas proveniente de esa área con resistencia a otras zonas, sembrar raigras susceptible en el área afectada e identificar y monitorear los focos de resistencia.

Todas estas medidas deben ser avaladas por un especialista a efectos de confirmar la ocurrencia de resistencia.

### **La resistencia a herbicidas se puede prevenir y manejar**

La clave para prevenir la resistencia consiste en combinar tácticas que disminuyan la presión de selección.

Así, la selección y manejo adecuado de los herbicidas es parte de una tecnología de control que implica aplicación de la dosis adecuada, ya que las sobredosis imponen mayor presión de selección y aceleran la evolución de resistencia. Entretanto las dosis bajas resultan en menor mortalidad, por lo que los individuos con resistencia intermedia logran sobrevivir y evolucionan mas rápidamente hacia poblaciones resistentes.

Es clave también la rotación y mezclas de herbicidas que implica necesariamente que deben poseer modos de acción y metabolismo diferentes, que puedan evitar o retrasar la evolución de la resistencia.

Las características deseables de los componentes de las mezclas de herbicidas para el manejo de la resistencia serían que controlaran las mismas especies de malezas. persistencia similar, sitio de acción diferente y que sean degradados por mecanismos distintos.

No obstante, es necesario resaltar que cuando se confirma la resistencia a un herbicida debe valorarse seriamente su eliminación

## **Conclusiones**

En los sistemas de siembra directa existe una reducción en la diversidad de especies de malezas que integran las comunidades florísticas evolucionando hacia un predominio de gramíneas anuales que se va acentuando en la medida que el sistema tiene mas años de establecido.

En estos sistemas la intensificación agrícola también reduce la biodiversidad florística ya que la etapa de pasturas es clave para la germinación y el establecimiento de especies latifoliadas.

La intensificación agrícola así como la introducción de cultivos resistentes a glifosato implican una mayor presión de selección con inversión de flora hacia especies tolerantes a glifosato a lo cual se suma el riesgo de ocurrencia de resistencia de malezas a herbicidas.

## **Consideraciones finales**

La intensificación agrícola asociada a la siembra directa, las características de las malezas y la presión de selección impuesta por los herbicidas condicionan procesos evolutivos en las especies cuya comprensión es fundamental para implementar las técnicas de manejo a utilizar para prevenir la ocurrencia de resistencia.

Es importante resaltar que aunque la estrategia de prevención cuesta significativamente menos que el manejo de una resistencia declarada, no es un fenómeno que inviabilice el control químico pero que si exige extremar la racionalización en el manejo de las malezas

## **Bibliografía**

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 herbicidas. In Prevención de malezas exóticas y resistencia a herbicidas, Seminario. INIA Serie de Actividades de Difusión no. 354. p.1-9
- Perez, 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 região sul do Brasil. Ciencia das plantas daninhas: boletim Informativo 10:supl.p.269.
- 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 28 de julio de 2004