

Nuevos problemas de resistencia a glifosato en cultivos perennes

Se deben diversificar los métodos de control y alternar herbicidas con diferentes modos de acción



Eleusine resistente a glifosato a una dosis de 3 l/ha.

G. Mora, J. Torra y J.M. Montull.

Grupo de Malherbología y Ecología Vegetal. Agrotecnio. ETSEAFIV - DECEFA. Universitat de Lleida.

A nivel mundial se conocen decenas casos de resistencia a glifosato. En la Península Ibérica se conocen especies con resistencias como *Lolium*, *Conyza* o incluso recientemente *Kochia*, de las cuales ya hemos hablado en números anteriores de *Vida Rural*. Sin embargo, estos no son los únicos casos de resistencia que se han desarrollado en los últimos años en nuestro país. Hay otras especies, generalmente menos extendidas, que están desarrollando también resistencia a glifosato y son las que vamos a repasar en este artículo.

El control de las malas hierbas en cultivos leñosos ha sido una de las labores clave para el buen desarrollo del cultivo. Las malas hierbas, especialmente en plantaciones jóvenes, compiten por la luz, el agua y los nutrientes. Por su parte, en plantaciones adultas, dificultan los trabajos en la finca. Por esto, a falta de otros métodos de control, el laboreo del suelo varias veces al año era práctica habitual. Este manejo a largo plazo presenta una serie de inconvenientes: degradación de la estructura del suelo, reducción de la infiltración, disminución de la materia orgánica y tiene unos cos-

tes energéticos elevados. Actualmente, no solo se manejan las malas hierbas, sino que, en determinadas condiciones, se siembran especies de interés en la calle entre las filas del cultivo con el objetivo de incrementar la materia orgánica, competir con especies de malas hierbas problemáticas, incrementar la fertilidad o mejorar el tráfico en las parcelas.

Así, se ha llegado en la mayor parte de los casos a un manejo mixto, con tratamientos químicos en la fila del cultivo, especialmente si la manguera de goteo está sobre el suelo, y manejo mecánico en la calle. Si se realiza adecuadamente y conocemos la biología de las especies, este manejo nos permite aunar las ventajas de ambos métodos y eliminar prácticamente sus inconvenientes.

También deben de tenerse en cuenta los costes asociados a cada manejo y el



Planta de Eleusine resistente a glifosato.

efecto que la vegetación distinta al cultivo puede ejercer sobre el consumo de agua, que en cultivos de secano o en regadíos de apoyo, puede llegar a ser un factor limitante, o su efecto en zonas con problemas de heladas tardías, en este caso un suelo sin vegetación puede ejercer una protección a veces no desdeñable. Por esto, el agricultor siempre ha buscado las alternativas con una mejor relación coste-beneficio y de ahí el uso generalizado del glifosato como único medio para controlar las malas hierbas de la fila del cultivo.

Desde el punto de vista agronómico se trata de un herbicida de absorción foliar, con un espectro de control muy amplio y, además, si se aplica bien, presenta poco riesgo de fitotoxicidad al cultivo. Sin embargo, el uso exclusivo de este producto puede ocasionar problemas de inversión

de flora o incluso de generación de biotipos resistentes.

Biología y resistencias en *Hordeum murinum*

Hordeum murinum, vulgarmente conocido como cebadilla, es una mala hierba anual de 15 a 60 cm de altura, con ahijado y crecimiento ramificado, con abundantes pelos suaves, sobre todo en las hojas. Las hojas tienen entre 4 y 10 cm de longitud y entre 3 y 8 mm de ancho, con aurículas delgadas y lígula membranosa visibles en la base. Es una mala hierba con emergencia otoñal-invernal, que puede autopolinizarse, y con reproducción sexual por semilla.

Esta especie está en expansión en España, sobre todo en el sur, tanto en cultivos perennes como otros cultivos en siembra directa, y empieza a ser problemática. Además, ha evolucionado en su resistencia a algunos modos de acción herbicida, básicamente en Australia. En España, en 2018 se reportaron fallos de control con glifosato de diversas poblaciones andaluzas, después de quince años de aplicaciones, tanto en cultivos perennes (olivo, frutales, cítricos) como en barbechos, márgenes de carreteras y acequias. En una reciente investigación, de dieciocho poblaciones estudiadas, ocho fueron resistentes a glifosato. En las poblaciones más resistentes se requería de 666 a 1.083 g ia/ha para llegar al 50% de mortalidad. También se están reportando problemas de control en la zona sur de la provincia de Lleida, pero aún no se han estudiado los mecanismos implicados.

Biología y resistencias en *Bromus*: *B. rubens* y *B. madritensis*

Bromus L. es un género importante en la familia de las Poáceas, con unas 160 especies en total, tanto anuales como perennes. En la región mediterránea des-



Planta de *Chloris spp.* establecida en un margen de carretera.

tazan dos especies de bromo entre otras, *B. rubens* L y *B. madritensis*. Presentan una pilosidad muy abundante por toda la planta, sin aurículas, una larga lígula membranosa y vainas soldadas. Estas dos especies de malas hierbas anuales son comunes, con germinación otoñal-invernal, siempre que sus carióspsides estén en los primeros cm del suelo.

La presencia de estas dos especies está aumentando en diversos cultivos en España. La implementación de técnicas de no laboreo y una poca diversificación de la rotación de cultivos serían las principales razones. Además, a veces se utilizan como cubierta vegetal espontánea, por ejemplo, en almendro y olivar, para evitar problemas de erosión. Hasta la fecha, solo se había reportado un caso de resistencia a herbicidas, en todo el mundo, a glifosato. Pero en los últimos años, tanto *B. rubens* como *B. madritensis* se están expandiendo en el sur de España en diversos cultivos perennes y anuales con no laboreo, sobre todo en olivar y almendro,

por un control pobre con glifosato. En dos estudios recientes, diversas poblaciones investigadas de las dos especies, requerían más de 1.080 g ia/ha, la dosis mínima de registro en muchos cultivos perennes, para llegar al 50% de la mortalidad. Es de destacar que una de las poblaciones de *B. madritensis* con esta baja sensibilidad a glifosato procede de un campo de cereales de invierno bajo siembra directa.

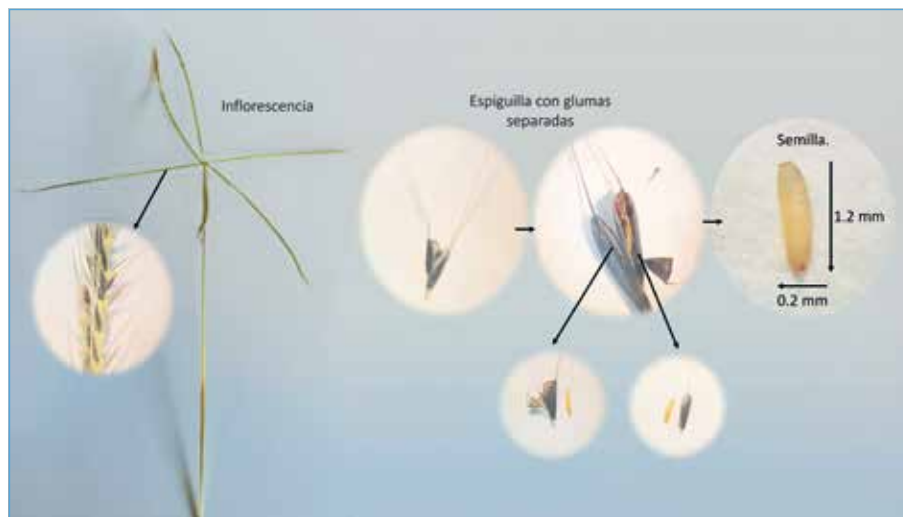
Biología y resistencias en *Chloris spp.*

Chloris spp. es una especie nativa de Australia y que en España se ha establecido en hábitats poco perturbados, principalmente márgenes de carretera de las zonas costeras de Cataluña (provincia de Barcelona y Tarragona), Valencia (provincia de Castellón y Valencia) y en Extremadura en Talayuela, Valle de Jerte y Badajoz. Es una gramínea anual, perenne, de vida corta, generalmente de dos a tres años, con emergencias entre abril y mayo y picos de floración en septiembre. Es una planta estolonífera, de porte bajo (30 - 50 cm) con espigas, dispuestas radialmente, de hasta 23 cm de longitud y de color negro cuando alcanzan la madurez.

Es altamente eficiente en la producción de semillas, llegando a generar entre 3,325 y 61,383 semillas/m² y una germinación en un rango de temperaturas de entre 15 y 25°C. Su semilla permanece viable en los tres primeros centímetros el suelo hasta por dos años, pero a más de 0,7 cm de profundidad su germinación se reduce en un 50% (**figura 1**). Este hábito favorece su establecimiento en sistemas de labranza cero o siembra directa. En Australia, genera disminuciones del rendimiento, en cereales, en torno a 36.781 t y pérdidas económicas alrededor de 5,5 millones de euros por año.

El género *Chloris* presenta una tolerancia natural al glifosato, pero su uso repetitivo ha llevado a la selección de

FIG. 1 Morfología de *Chloris* spp.



poblaciones resistentes a este herbicida. Existen dos casos a nivel mundial: uno en Australia y, más recientemente, otro en España, en poblaciones de Talayuela y Badajoz (Extremadura), procedentes de campos de frutales y bordes de carretera. Estas poblaciones generan más copias del gen (amplificación génica) donde actúa el herbicida, lo que aumenta los “objetivos” que el glifosato puede inhibir a dosis comerciales, reduciendo su eficacia y requiriendo entre 6 y 7,6 l/ha para lograr un control del 90%.

Biología y resistencias en *Eleusine indica*

Eleusine indica es una gramínea anual de germinación primaveral-estival, cespitosa, de rápido crecimiento, con metabolismo C4 y ciclo de vida corto. Originaria de África y zona tropical de Asia, actualmente se encuentra distribuida en zonas cálidas y templadas de todo el mundo, ocupando el quinto lugar entre las malezas más difíciles de manejar en cultivos anuales y perennes. Es autopolinizante, con una alta capacidad de producción de semilla, generando hasta 120.000 semillas por planta con una tasa de germinación cercana al 80% con temperaturas de entre 20

y 35°C. Posee un sistema radicular muy eficiente, capaz de emitir raíces incluso en los nudos, lo que le permite abarcar un mayor área. Prefiere suelos compactados y perturbados, con alta humedad. Esto le permite establecerse mejor bajo la línea de riego por goteo, donde comúnmente se aplica glifosato como herramienta de control químico, en comparación con las calles del cultivo, que suelen ser manejadas mediante control mecánico o cubiertas vegetales. Sin embargo, la presión de selección causada por el uso continuo de un solo tipo de herbicida, como el glifosato, eventualmente podría derivar en poblaciones resistentes.

Actualmente, en esta especie se reportan 37 casos de resistencia a ocho modos de acción herbicida, incluyendo dos casos de resistencia múltiple. El 30% de los casos involucra resistencia al glifosato, principalmente por mutación en el sitio de acción. Dos ejemplos destacados en los que se trabaja actualmente son: una población colombiana, originaria de campos en rotación de arroz con maíz y arroz resistente a herbicida, con doble mutación, resistente incluso a 192 l/ha de glifosato; y una población en viñedos catalanes (tratamiento con glifosato en la fila de cultivo) que requiere 4,2 l/ha de glifosato para un

control del 90%, comparado con 2,2 l/ha en poblaciones sensibles (datos propios aún no publicados). Estos casos demuestran claramente cómo la presión de selección causada por el uso repetido de un solo modo de acción herbicida puede llevar a la evolución de los niveles de resistencia, planteando desafíos significativos para el manejo de malezas en cultivos perennes, donde el uso de glifosato sea una práctica común.

Posibles estrategias

Para prevenir la aparición de la resistencia se deben diversificar los métodos de control, como se comenta más adelante. En el caso de emplear herbicidas se deben mezclar y alternar herbicidas con materias activas pertenecientes a diferentes grupos según su modo de acción.

En estas cuatro especies, en concreto, una alternativa para disminuir el riesgo de desarrollo de resistencias es mezclar glifosato con herbicidas del grupo A/1 para disminuir la presión de selección de ambos porque se aplican en el mismo momento y su momento óptimo es similar, con plantas en estadios precoces de desarrollo (ahijado), temperaturas suaves y alta humedad relativa. Además, la adición de aceites puede mejorar la actividad de algunos herbicidas lo que se debe consultar para cada formulado en concreto.

Asimismo, se debe evitar la producción de semilla en caso de plantas que hayan podido sobrevivir a la aplicación de los herbicidas. Preferiblemente, por medios mecánicos. Esta es, a medio plazo, la mejor estrategia de control.

Las medidas de tipo cultural que se deben tener en cuenta son:

- Laboreo.
- Siegas repetidas (la siega reduce las posibilidades de floración y fructificación, pero es difícil evitar su rebrote al permanecer viva la base de la planta). En el caso de *Chloris*, como es capaz

CUADRO I

HERBICIDAS AUTORIZADOS EN LEÑOSOS CON ALGUNA EFICACIA SOBRE ESTAS ESPECIES.

Materia activa	Grupo HRAC	Hordeum	Hordeum G-r	Bromus	Bromus G-r	Chloris	Chloris G-r	Eleusine	Eleusine G-r
PREEMERGENCIA									
Flumioxacina	E	MS	MS	S	S			S	S
Penoxsulam	B							MS	MS
PREEMERGENCIA Y POSTEMERGENCIA PRECOZ (2-4 hojas)									
Clortoluron + diflufenican	C3 - F1	I	I	I	I	I	I	MS	MS
Diflufenican	F1	I	I	I	I	I	I	MS	MS
Diflufenican + iodosulfuron-metil	F1 - B	MS	MS	S	S	S	S	S	S
Diflufenican + glifosato	F1 - G	S	I	S	I	S	I	S	MS
Diflufenican + oxifluorfen	F1 - E	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Flazasulfuron	B	S	S	MS	MS	MS	MS	S	S
Florasulam + penoxsulam	B							MS	MS
Oxifluorfen + glifosato	E - G	S	MS	S	MS	S	S	S	S
POSTEMERGENCIA									
Glifosato	G	S	R	S	R	S	R	S	R
Glifosato + MCPA	G - O	S	R	S	R	S	R	S	R
Propaquizafop	A	S	S	S	S	S	S	S	S
Cletodim	A	S	S	S	S	S	S	S	S
Ácido petargónico	Z	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS

de dar semilla de forma rastrera, la eficacia de este método será inferior.

- Cubiertas vegetales. En cultivos leñosos, puede evitarse la influencia de la luz sobre la germinación mediante el mantenimiento de cubiertas vegetales en las calles o en los márgenes de las parcelas, y será más efectiva cuanto más densa sea la cubierta.
- Evitar la dispersión de semillas dentro del campo y entre campos próximos. Desde el punto de vista del control químico, hay varias materias activas eficaces para el control de estas especies y siempre teniendo en cuenta los casos de resistencias, que pueden verse en el **cuadro I**.

Las estrategias de control de malas hierbas deberían diseñarse con antelación. A diferencia de las plagas y las enfermedades, la presencia de malas hierbas está asociada principalmente a la parcela ya que su reservorio, las semillas, se encuentra en el suelo. Por esto, si un año tenemos la presencia de una especie, es de esperar que vuelva a aparecer al próximo año. También es muy importante conocer si el biotipo presente en la par-

cela es susceptible a todos los herbicidas o sospechamos de algún problema de resistencia. Si solo tenemos la sospecha, lo ideal es considerar el biotipo como resistente y manejarlo en consecuencia de cara a prevenir problemas mayores. Si el biotipo ya presenta resistencia confirmada, se aumenta la dependencia de los herbicidas pre-emergentes en otoño y se reduce la ventana de aplicación, ya que los herbicidas del grupo de fops y dims, son más eficaces sobre plantas jóvenes que ya en el encañado.

Sin embargo, si el biotipo es susceptible a glifosato, se aumenta la ventana disponible del tratamiento y es más sencillo diseñar estrategias eficaces.

Estas especies, todas gramíneas, se pueden comportar de forma similar al Lolium con resistencia a los herbicidas de los grupos B y G de forma simultánea donde se utiliza cletodim como última opción. Si no se realiza un buen manejo del cletodim, es de esperar que en 2 o 3 años aparezcan biotipos con mutaciones que sean capaces de resistir este herbicida como ha ocurrido en cultivos extensivos donde son comunes las resistencias a fops y dims

de forma simultánea, ya que ambos son inhibidores de la ACCAsa.

Otro aspecto a tener en cuenta es el momento de aplicación de los herbicidas residuales. En aplicaciones de otoño-invierno, la persistencia no será suficiente para que lleguen a ejercer control sobre Chloris y Eleusine, ambas de germinación primaveral avanzada. Sin embargo, si serán eficaces sobre Bromus y Hordeum, de germinación principalmente otoñal. Por esto, si la flora se va desplazando hacia especies de germinación primaveral, sería conveniente retrasar al máximo posible la aplicación de este tipo de herbicidas para así maximizar el control.

Como conclusión, cabe destacar que:

- Siempre hay que buscar aplicaciones lo más precoces que sea posible.
- Hay que diseñar las estrategias con antelación, para poder actuar en el momento justo para cada herbicida.
- Se debe asegurar que las plantas no lleguen a dar semilla, sea por laboreo o siega.
- En caso de parcelas con biotipos resistentes, las ventanas de aplicación de los herbicidas se estrechan. ■

