PROBLEMÁTICA Y CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS

Control integrado de malas hierbas resistentes a herbicidas: aspectos científicos y agronómicos para evitar esta problemática

Pablo Tomás Fernández Moreno* y Rafael De Prado (Departamento de Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba. E-mail: pablotomas91@hotmail.es).

En el cultivo de olivar, las malas hierbas que han ocasionado una gran problemática a los agricultores han sido las especies del genero *Lolium* spp. y *Conyza* spp. La resistencia a herbicidas es el resultado de la adaptación evolutiva de las malas hierbas debido a las sucesivas aplicaciones de un único mecanismo de acción sin alternar con otros diferentes. En olivar, existe el más que conocido caso de resistencia a glifosato, pero además se han unido a él recientemente los herbicidas glufosinato y oxifluorfen. El control integrado de malas hierbas debe estar basado en la utilización de diversas estrategias en el momento adecuado, siendo el control químico el preferido para los agricultores. Actualmente existen once herbicidas autorizados para el control de malas hierbas en olivar. La clave del éxito en el control de malas hierbas consiste en alternar mecanismos de acción en las sucesivas aplicaciones, además de utilizar la dosis recomendada por las casas comerciales y aplicaciones en un estado fenológico adecuados, entre otras indicaciones. A lo largo de las numerosas prospecciones y estudios en diferentes olivares, se puede afirmar que lograr un control integrado mediante el uso de herbicidas está al alcance de nuestras manos.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales potencias económicas a nivel mundial. Este sector está afectado por diversos factores, tanto bióticos como abióticos, los cuales se traducen en elevadas pérdidas de rendimiento y costes en los cultivos (Oerke, 2006). Los principales factores bióticos que afectan a la agricultura son las enfermedades, plagas y malas hierbas. Las malas hierbas son plantas que crecen de forma predominante en situaciones alteradas por el hombre, y que no resultan deseables para él en un lugar y momento determinado. Las malas hierbas ocasionan pérdidas de rendimiento cuando compiten por luz, agua y nutrientes con los cultivos anuales, como son trigo, girasol, maíz, y colza entre otros, ocasionando pérdidas que pueden alcanzar el 70% (Loureiro y col., 2010). En cultivos perennes, como olivar, viñas, o cítricos, las pérdidas se ven reflejadas en el aumento del costo del cultivo, debido a que dificultan las labores de recolección, además de ser reservorio de plagas y enfermedades (Fernandez-Moreno y col., 2017). Los herbicidas son productos químicos capaces de alterar la fisiología de las plantas causando la muerte. Ellos pueden ser clasificados de diversas formas, como por cultivo, modo de aplicación, familia química, movilidad en la planta, o por modo/mecanismo de acción. Los herbicidas representan en la actualidad un papel imprescindible en el control de malas hierbas, siendo la herramienta más efectiva que se haya desarrollado, controlando alrededor del 99% de malas hierbas (Delye, 2013). Además, poseen tres características que constituyen los principales pilares sobre los que se basan las decisiones de los agricultores: coste, sencillez y eficacia. Lamentablemente, el reinado de los herbicidas como la principal herramienta de control está siendo cuestionado a causa de la aparición de malas hierbas resistentes a herbicidas.

La resistencia a herbicidas es el resultado de la adaptación evolutiva de las malas hierbas debido a las sucesivas aplicaciones de un único mecanismo de acción sin alternar con otros diferentes. En olivar, existe el más que conocido caso de resistencia a glifosato, pero además se han unido a él recientemente los herbicidas glufosinato y oxifluorfen (Fernandez y col. 2017). Existen también otros factores muy importantes que han ayudado al desarrollo de resistencia, como las aplicaciones en estados fenológicos muy avanzados, y no usar las dosis recomendadas; es decir, no seguir las indicaciones ofrecidas en las etiquetas de los herbicidas.

En el cultivo de olivar, las malas hierbas que han ocasionado una gran problemática a los agricultores han sido las especies del genero *Lolium* spp. y *Conyza* spp., también conocidas como vallico y pinitos, respectivamente; ampliamente estudiadas y caracterizadas a lo largo de la península ibérica (Figura 1). Aunque también están actualmente emergiendo nuevos casos de resistencia en *Bromus* spp. y *Avena* spp. Debido a esta gran problemática, debe establecerse un control integrado de malas hierbas para poder controlar la expansión de la resistencia.

Control integrado de malas hierbas

El control integrado de malas hierbas debe estar basado en la utilización de diversas estrategias en el momento adecuado. Las estrategias que podemos encontrar son preventivas, basadas en evitar el establecimiento de semillas de malas hierbas. Un ejemplo seria limpiar la maquinaria al cambiar de una zona a otra, o si en el caso de utilizar compost, evitar que este contenga semillas. En el cultivo de olivar, el control cultural no es utilizado, al igual que actualmente, el control biológico para controlar las malas hierbas es escaso o incluso nulo. El control mecánico es el más antiguo de todos, y en muchas ocasiones produce una gran eficacia de control. Pero este control es un arma de doble filo; es decir, puede provocar la pérdida de suelo fértil además de provocar enfermedades radiculares si realizamos una labranza a más de 15 cm de profundidad. También existe la labranza superficial, ampliamente usada, utilizando desbrozadoras durante la estación de verano para controlar mayoritariamente las malas hierbas que se han escapado a los tratamientos de primavera. Por último, nos encontramos ante el control químico, con la utilización de herbicidas, los cuales poseen un amplio abanico de características que favorecen al agricultor y hace que se decante por esta elección en primer instante en detrimento de las anteriores.

Control integrado mediante el uso de herbicidas

Actualmente existen once herbicidas autorizados para el control de malas hierbas en olivar, y dentro de este conjunto de herbicidas, algunos poseen el mismo mecanismo de acción. Algunos de ellos no son selectivos (actúan contra monocotiledóneas [hoja estrecha] y dicotiledóneas [hoja ancha]) y otros sí, siendo específicos para un tipo de planta (Tabla 1).

La clave del éxito en el control de malas hierbas consiste en alternar mecanismos de acción en las sucesivas aplicaciones, además de utilizar la dosis recomendada por las casas comerciales y aplicaciones en un estado fenológico

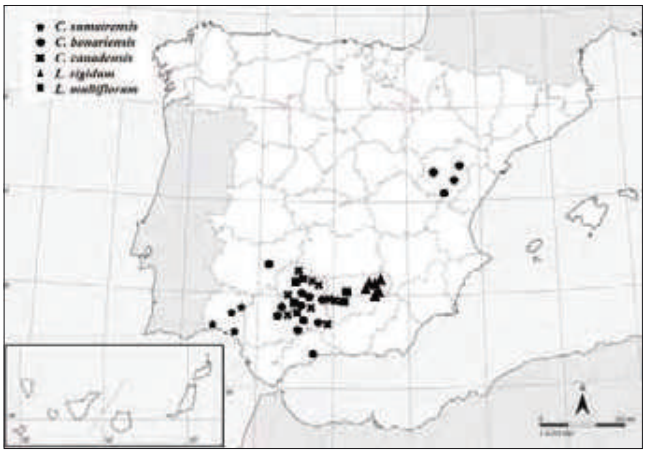

Figura 1. Mapa de España representado por diversas especies de malas hierbas caracterizadas como resistentes a glifosato.

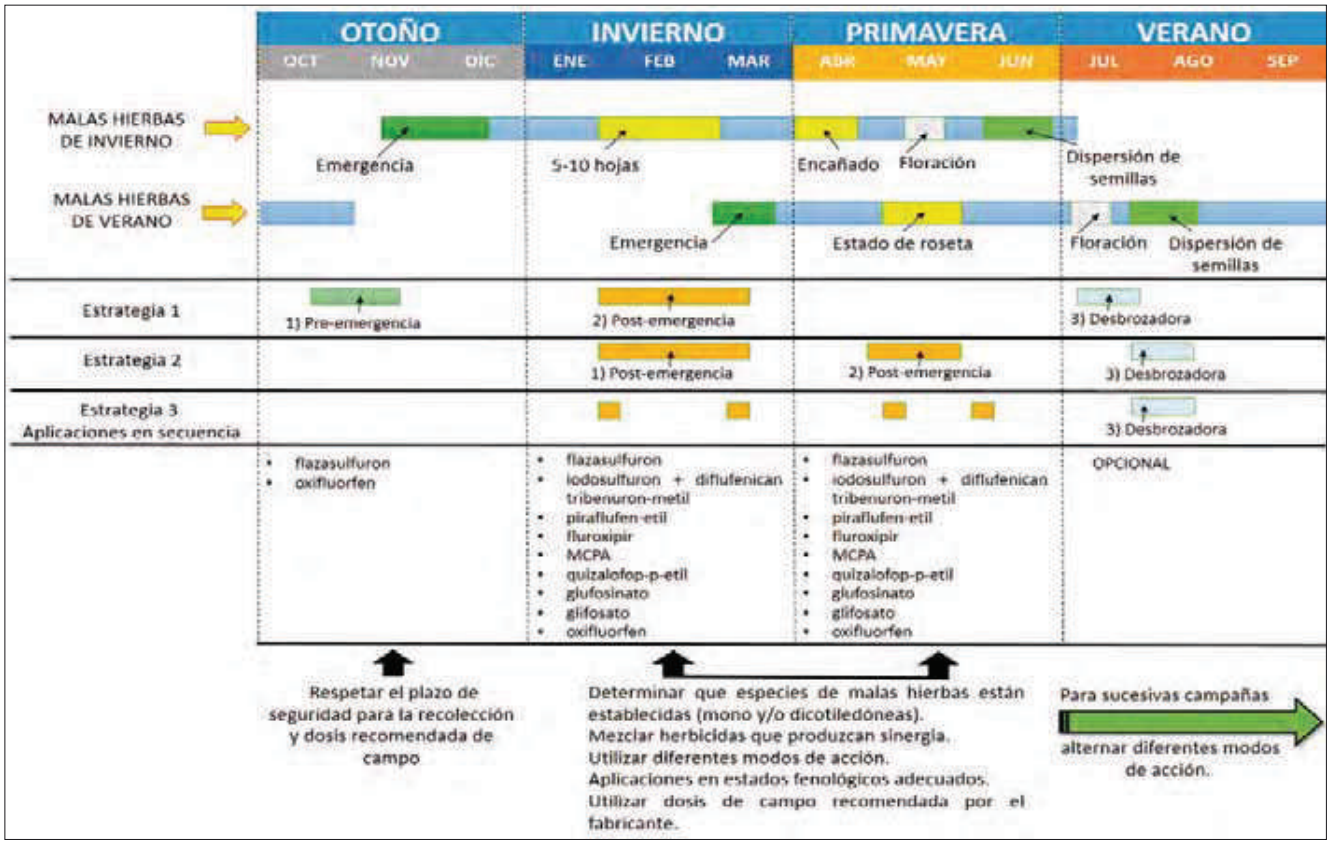

Figura 2. Control integrado de malas hierbas mediante el uso de herbicidas.

Tabla 1. Herbicidas autorizados para ser aplicados en olivar.

Herbicida	Grupo HRAC [1]	Aplicación	Control	Dosis recomendada [2]
Flazasulfuron	B	Pre-emergencia / Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	150-200 g
Iodosulfuron	B	Pre-emergencia / Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	1 L
Tribenuron-metil	B	Pre-emergencia / Post-emergencia	Dicotiledóneas	20 g
Diflufenican	F1	Pre-emergencia / Post-emergencia	Dicotiledóneas	4 L
Oxifluorfen	E	Pre-emergencia / Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	4 L
Piraflufen-etil	E	Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	0.35 L
Glifosato	G	Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	3 L
Fluroxipir	O	Post-emergencia	Dicotiledóneas	1 L
MCPA	O	Post-emergencia	Dicotiledóneas	1.5 L
Quizalofop-p-etil	A	Post-emergencia	Monocotiledóneas	1 L
Glufosinate	H	Post-emergencia	Monocotiledóneas / Dicotiledóneas	3 L

[1] Abreviaciones: HRAC: Herbicide Resistance Action Committee; B: herbicidas inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS); F1: herbicidas inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (PDS); E: herbicidas inhibidores de la protoporfirinogen oxidasa (PPO); G: herbicidas inhibidores de la 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa (EPSPS); O: herbicidas inhibidores de auxinas; A: herbicidas inhibidores de la acetil CoA carboxilasa (ACCasa); H: herbicidas inhibidores de la glutamina sintetasa.
[2] Debe tenerse en cuenta la concentración de ingrediente activo ofrecido por la casa comercial.

de ocho hojas en especies de hoja estrecha y no más del estado en roseta para especies de hoja ancha. Una técnica que promueve la eficacia de control es la aplicación de herbicidas en mezcla (utilizando diferentes mecanismos de acción simultáneamente), o también aplicaciones en secuencia (aplicación de un mecanismo de acción y al cabo de un tiempo específico, aplicación de otro mecanismo diferente). A lo largo de las numerosas prospecciones y estudios en diferentes olivares, se puede afirmar que lograr un control integrado mediante el uso de herbicidas está al alcance de nuestras manos.

El primer control puede realizarse en otoño, aplicando herbicidas de pre-emergencia, siempre respetando los plazos de seguridad para la recolección. Los herbicidas que se aplicarían serían flazasulfuron u oxifluorfen. Si la densidad de malas hierbas no es abundante y no ha habido importantes precipitaciones hasta el momento, este primer control puede aplazarse para los meses de enero-febrero, dependiendo de las lluvias, controlando las malas hierbas de invierno. En este momento el abanico de herbicidas a utilizar es más amplio.

La utilización de flazasulfuron+glifosato es una de las mejores elecciones para el control tanto de hoja ancha como estrecha, pero debe realizarse antes de que las plantas hayan desarrollado una fenología elevada. La aplicación de iodosulfuron+diflufenican está orientada al control de hoja ancha, aunque puede controlar también a las de hoja estrecha debido a iodosulfuron, que tiene acción tanto en mono como en dicotiledóneas, y si se pretende aumentar la eficacia de control se puede mezclar con glifosato. Si el herbicida utilizado es MCPA, este debe ser aplicado en mezcla con otro herbicida como glifosato, ya que su eficacia esperada es inferior al esperado por el agricultor. Por otra parte, y siempre dependiendo de la diversidad de especies de malas hierbas que estén establecidas en el cultivo, las aplicaciones pueden ir dirigidas a especies de hoja estrecha u hoja ancha. Para el caso de hoja estrecha, la aplicación de quizalofop-p-etyl, y para hoja ancha, la aplicación de fluroxipir, producen una gran efectividad. Para el control de vallico o avena, la aplicación de quizalofop-p-etil produce una elevada efectividad, del mismo modo que fluroxipir en malva. En la mayoría de estos casos, se pueden aplicar en mezcla con otros herbicidas, pero siempre se debe tener en cuenta qué herbicidas son los ideales, por ejemplo casi todas las combinaciones con glifosato, el cual produce sinergias entre herbicidas. Por el contrario, la mezcla de herbicidas sistémicos con herbicidas de contacto como son glufosinato, oxifluorfen o piraflufen-etil no son buenas combinaciones, debido a que el efecto quemante del herbicida de contacto impide la translocación del sistémico por la planta. Las aplicaciones de oxifluorfen o piraflufen-etil deben hacerse antes de que las plantas alcance unas 3-4 hojas. De lo contrario, la eficacia

se ve disminuida elevadamente. El escaso tiempo para realizar la aplicación en estos dos herbicidas provoca una desventaja. Glufosinato ofrece un margen de aplicación más amplio sobre la fenología de las plantas, produciendo excelentes resultados tanto en especies de hoja estrecha como de hoja ancha. La época de aplicación, ya no solo de glufosinato sino en la mayoría de herbicidas, depende de la pluviometría. La falta de precipitaciones puede provocar incertidumbre en el momento de realizar el control. El agricultor tiende a retrasar la aplicación con el objetivo de esperar a la llegada de lluvias y por tanto a la nacencia de nuevas plántulas. Desafortunadamente, existen años con escasas y tardías precipitaciones, de modo que las malas hierbas ya establecidas anteriormente poseen un estado fenológico avanzado, por lo que obtener un control eficaz puede ser complicado. La utilización de herbicidas como glufosinato, tanto en especies de hoja estrecha como ancha, o quizalofop-p-ethyl en especies de hoja estrecha en ese momento puede afectar a la inviabilidad de las semillas para la siguiente temporada y como consecuencia reducir el banco de semillas. La reducción del banco de semillas es un tema que se está priorizando en los últimos años por la consecuencia del establecimiento de malas hierbas, como por ejemplo las especies de *Conyza* spp., capaces de desplazarse por el viento por grandes distancias, en zonas donde no estaban anteriormente. No solo su infestación en nuevas áreas, sino que además estas pueden llevar consigo fenotipos resistentes a herbicidas, y por lo tanto encontrándonos en nuestros cultivos resistencia a herbicidas donde no existía anteriormente.

En muchas ocasiones, después de una primera aplicación previamente a la llegada de precipitaciones y posterior nacencia de nuevas plántulas, se realizaría una segunda aplicación, la cual iría dirigida a especies de malas hierbas de verano. En este momento, la mayoría de especies serían de hoja ancha, por lo que posteriormente a identificar las malas hierbas establecidas se decidirá qué herbicida/s aplicar. En este momento, el abanico de posibles herbicidas a utilizar se ha reducido en comparación a los posibles utilizados en invierno, por la selectividad de las plantas. En cualquier caso, si se aplican en el estado fenológico óptimo y a dosis recomendadas, la eficacia de control estará garantizada. Si, además, deseamos eliminar posibles plantas que hayan escapado a estos tratamientos, durante los meses de verano puede realizarse un pase con desbrozadora (control mecánico).

Estas serían algunas indicaciones para prevenir el establecimiento de malas hierbas resistentes a herbicidas. Además de éstas, habría que indicar que, tras una campaña en la que se han utilizado los herbicidas oportunos, es muy recomendable no volver a utilizar estos mismos de forma consecutiva en la siguiente campaña, intentando alternar los mecanismos de acción de los herbicidas. De este modo, la presión de selección del herbicida ejercida sobre las malas hierbas se reduce, y por lo tanto también la resistencia.

En las diversas prospecciones y posterior estudio en busca o alertados por agricultores de posibles resistencias en sus cultivos, se han visto casos en los que algunas malas hierbas descritas por el agricultor como resistentes a determinados herbicidas no resultaron ser resistentes a nivel de invernadero. A nivel de invernadero, con todas las condiciones controladas y requeridas para obtener la mejor eficacia de control, podemos determinar si de verdad existe resistencia o solo ha sido un falso aviso del agricultor debido a una aplicación incorrectamente realizada.

A día de hoy existen diversas técnicas para determinar rápidamente la resistencia de malas hierbas a herbicidas en nuestros olivares, pudiendo así ofrecer diversas alternativas químicas a los agricultores, y por lo tanto reduciendo el desarrollo de la resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

Délye C, 2013. *Unravelling the genetic bases of non-target-site-based resistance (NTSR) to herbicides: a major challenge for weed science in the forthcoming decade.* Pest Manag Sci 69:176–187 DOI:10.1002/ps.3318.

Fernández-Moreno PT, Bastida F, De Prado R, Evidence, 2017. *Mechanism and alternative chemical seedbank-level control of glyphosate resistance of a rigid ryegrass (Lolium rigidum) biotype from southern Spain.* Front Plant Sci 8:450 DOI: 10.3389/fpls.2017.00450.

Fernández P, Alcántara R, Osuna MD, Vila Aiub MM, Prado R, 2017. *Forward selection for multiple resistance across the non selective glyphosate, glufosinate and oxyfluorfen herbicides in Lolium weed species.* Pest Manag Sci 73:936-944 DOI:10.1002/ps.4368.

Loureiro I, Rodriguez-Garcia E, Escorial C, Garcia-Baudin JM, Gonzalez-Andujar JL, Chueca MC, 2010. *Distribution and frequency of resistance to four herbicide modes of action in Lolium rigidum Gaud. accessions randomly collected in winter cereal fields in Spain.* Crop Prot 29:1248-1256.

Oerke EC, 2006. *Crop losses to pests.* J Agr Sci 144:31-43.