

Medidas de control del jopo en cultivos de girasol y habas

Influencia del sistema de laboreo, del nitrógeno fertilizante y de la aplicación de herbicidas

Tanto las habas como el girasol son una buena alternativa en los secanos del área mediterránea, pero pueden ser gravemente atacados por el jopo (*Orobanche* spp.), una planta parásita que absorbe agua y nutrientes de las raíces de estos dos cultivos. En este artículo se resumen los resultados de los ensayos realizados en suelos de la campiña andaluza, analizando la influencia sobre la población del jopo del sistema de laboreo, de la cantidad de nitrógeno aportada al cultivo precedente y de la aplicación de glifosato en el caso de las habas.

Jorge Benítez Vega¹,
Rafael J. López-Bellido Garrido²,
Matilde Cuesta Costa¹
y Luis López Bellido²

¹Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba.

²Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva.

El empleo de rotaciones de cultivo es una práctica con siglos de antigüedad que se mantiene hoy día, aunque la percepción de las mismas por el agricultor ha cambiado desde sus orígenes. El empleo de leguminosas, en especial las habas, aporta numerosas ventajas a los cultivos siguientes, en particular si son cereales. El cultivo del girasol oleaginoso, implantado en España hace casi cuarenta años, se ha consolidado como un cultivo tradicional de los mejores secanos de la región mediterránea, aunque no se ha prestado atención a la importante función ambiental que desempeña en el sistema agrícola.

Tanto habas como girasol concentran en su sistema radicular su principal fuente de ventajas. Las habas, en asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*, son capaces de fijar N₂ atmosférico e incorporarlo a sus estructuras, aumentando los depósitos de este nutriente en el suelo, que, tras un tiempo, estará a disposición de cultivos siguientes. El girasol, con potentes y profundas raíces que fijan el suelo y exploran los perfiles más profundos del mismo, actúa como bomba de nutrientes y sitúa en superficie elementos lixiviados, que de nuevo podrán ser utilizados por otros cultivos, además de reducir la contaminación

y la pérdida de nutrientes del sistema por percolación profunda.

Sin embargo, a su vez, es el sistema radicular el talón de Aquiles de ambas especies. Tanto el jopo de las habas (*Orobanche crenata* Forsk.) como el del girasol (*Orobanche cernua* Loefl. y *Orobanche cumana* Wallr.) encuentran en las raíces de estos cultivos una vía de entrada para dañarlos, originando elevadas pérdidas en las cosechas. Por tanto, es de gran interés encontrar soluciones a este problema que sean económicamente viables y compatibles con un modelo de agricultura sostenible para la de secano del área mediterránea.

El jopo (*Orobanche* spp.)

El género *Orobanche* engloba principalmente plantas parásitas obligadas que atacan a las raíces y que dependen totalmente de la planta parasitada para su nutrición y desarrollo. El parasitismo del jopo resulta a menudo extremadamente negativo por la absorción de agua y nutrientes que realiza, a través de la planta, y que produce notables descensos en la acumulación de materia seca y pérdidas de cosecha que pueden alcanzar la totalidad de la misma. Como dato medio, un ataque de cuatro jopos por planta en el cultivo de habas produce una disminución

del 50% de la cosecha, situándose el umbral económico en 1,5 jopos/m² (Mesa-García y García-Torres, 1985). Un ataque severo de jopo provoca una rápida pérdida de turgencia y la muerte final de la planta atacada. Una vez que los tallos de jopo han emergido, la mayoría del daño está hecho y es tarde para controlarlo.

La germinación de las semillas de jopo y su posterior penetración e instalación en las raíces ocurre en épocas tempranas del desarrollo de la planta atacada (desde la germinación a seis u ocho hojas tanto en las habas como en el girasol), en respuesta a los estímulos procedentes de los exudados de las raíces de los cultivos. El diminuto tamaño de la semilla de jopo hace que precise de un rápido contacto con la raíz para sobrevivir, ya que dispone de escasas reservas. Diversos autores estiman que sólo un 0,003% del total de semillas de jopo del suelo alcanza eficazmente el sistema radicular; de las cuales sólo el 9% llegan a emerger y convertirse en plantas parásitas. A pesar de ello, el número de jopos continúa siendo muy elevado si se estima una producción de 100.000 semillas por planta de jopo (cada jopo origina potencialmente 27 nuevas plantas).

Los métodos tradicionales de control, como la rotación de



Izquierda, nódulos de jopo en planta de habas

(Foto: Luis López Bellido).

Arriba, intenso ataque de jopo en un cultivo de habas

(Foto: Jorge Benítez).

cultivos o empleo de cultivos trampa, han sido desplazados por el uso de agroquímicos, más eficaces, aunque su sostenibilidad y rendimiento económico final no está del todo definido; sobre todo tratándose de cultivos de secano que exigen bajos inputs para ser rentables. El empleo de herbicidas como el glifosato a bajas dosis, en el cultivo de habas, ha marcado un antes y un después en la carrera por el control del jopo; sin que se obtengan iguales resultados en el girasol. Es en esta última especie, sin duda, donde la mejora genética ha obtenido mejores resultados, con la aparición de los híbridos denominados "antijopo", que impiden o toleran el ataque de determinadas razas de jopos. Sin embargo, la aparición de nuevas razas resistentes continúa ocasionando pérdidas en las cosechas.

Por todo ello, el control eficaz del jopo hay que realizarlo mediante la utilización de diferentes métodos (químicos, culturales y genéticos) con el fin de que interactúen y actúen de forma sinérgica.

A las múltiples ventajas que se atribuyen a los sistemas de no laboreo se añade la posibilidad de interactuar positivamente en el control del jopo y otras malas hierbas, centrando su ac-

ción en las etapas más sensibles de dicha planta parásita, como la germinación y penetración en las raíces de la planta atacada. Evidentemente, esta práctica puede ser apropiada en determinadas circunstancias, y no es posible una recomendación general, aunque sienta las bases para establecer un modelo sostenible de control de malas hierbas y parásitos de los cultivos.

El experimento Malagón

En 1986 se inició el experimento de larga duración Malagón en los vertisoles de la campaña andaluza. En éste se estudia la utilización del no laboreo frente al laboreo convencional, el empleo de rotaciones con leguminosas y oleaginosas frente al barbecho desnudo y el monocultivo y la optimización del uso del fertilizante en el cultivo del trigo, como pilares fundamentales para construir un modelo de agricultura sostenible en los secanos mediterráneos. El objetivo es proteger estos agrosistemas, aquejados por problemas como la erosión y la pérdida de fertilidad de los suelos, la contaminación de aguas por agroquímicos y el aumento sostenido de inputs para mantener los rendimientos. El experimento Malagón ha gene-

rado resultados de elevada importancia desde el punto de vista de la sostenibilidad de los secanos andaluces.

En éste artículo se analiza el efecto del sistema de laboreo y las dosis de N fertilizante aplicadas al cultivo de trigo precedente (0, 50, 100 y 150 kg N/ha) sobre el rendimiento de grano de los cultivos de habas y girasol, en rotación continua con trigo, en las campañas 2002/03 y 2003/04, y cómo los factores anteriores influyen en las poblaciones de jopo de ambos cultivos. También se estudia el efecto del tratamiento con glifosato sobre el rendimien-

El jopo encuentra en las raíces de las habas y del girasol una vía de entrada para dañarlos, causando importantes pérdidas de cosecha

to de grano de las habas y la población del jopo en este cultivo en la campaña 2003-04.

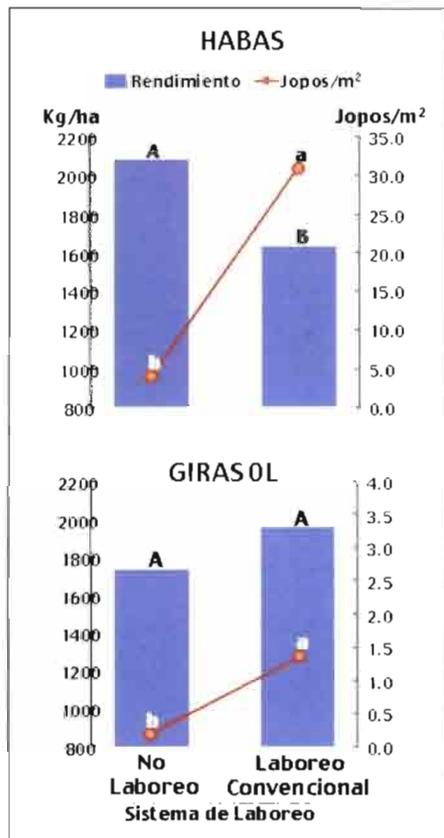
Efecto del sistema de laboreo

El sistema de laboreo afectó significativamente al rendimiento de las habas, obteniéndose una mayor cosecha en el no laboreo (figura 1). Sin embargo, no se apreció un efecto significativo en el rendimiento del girasol. El rendimiento de habas estuvo muy influenciado por la lluvia y el sistema de laboreo. La mayor capacidad de conservar el agua del suelo del no laboreo, frente al laboreo convencional, aumenta la cantidad de agua disponible para el cultivo. También, la ausencia de suela de labor en el no laboreo permite a las raíces explorar un mayor volumen de suelo, que se manifiesta en conjunto como un aumento del rendimiento frente al laboreo convencional en años de lluvias parecidas o inferiores a la media.

El número de jopos/m² fue significativamente afectado por el sistema de laboreo en ambos cultivos. Los valores más reduci-

FIGURA 1

Efecto del sistema de laboreo en el rendimiento y la población de jopo en los cultivos de habas y girasol. Media de las campañas 2002/03 y 2003/04.



Letras diferentes indican diferencia significativa al 95% (mayúsculas para el rendimiento y minúsculas para los jopos/m²).

dos de jopo se obtuvieron en el no laboreo tanto en habas como en girasol (figura 1). En general, el reducido número total de jopos se debió a que las parcelas de habas fueron tratadas con glifosato y a que el cultivar de girasol empleado fue un híbrido antijopo. La presencia en el no laboreo de un mulching permanente y la ausencia de labores en el suelo provocan que las semillas de jopo permanezcan en la superficie, evitando el contacto con los exudados de las raíces que son necesarios para la germinación de las semillas. También la acumula-

ción de mayor cantidad de materia orgánica en los primeros centímetros del suelo en el no laboreo contribuye a la degradación de las semillas de jopo no germinadas (Cardina et al., 1991). Tras la germinación, la mortalidad se debe principalmente a la acción de rizobacterias, bacterias, hongos y agentes climatológicos. Los resultados muestran que la densidad de jopos en las habas fue suficiente para influir de forma significativa en el rendimiento, que disminuyó cuando el número de jopos/m² se hizo más elevado. Por el contrario, el empleo de la variedad de girasol antijopo redujo la presión del parásito y el rendimiento no fue afectado.

En definitiva, el no laboreo ayuda a controlar las poblaciones de jopo en los cultivos de habas y girasol, especialmente cuando aquellas escapan a la acción de los herbicidas o en el caso de la existencia de razas para las que los híbridos no presentan tolerancia. Es ésta una característica positiva más a tener en cuenta en la larga relación de ventajas que se conocen del sistema de no laboreo.

Efecto de la dosis de N fertilizante aplicada al trigo precedente

Las diferentes dosis de N fertilizante aplicado al trigo precedente no tuvieron efecto significativo en el rendimiento del girasol (figura 2). La respuesta de este cultivo al N precedente varía de forma considerable atendiendo a diversos factores. La humedad del suelo, los procesos de inmovilización y desnitrificación y la infiltración a través de las grietas típicas que se producen en los vertisoles provocan que el N disponible para la planta varíe ampliamente de un año a otro. Sin embargo, sí hubo respuesta de la

cosecha de habas a la aplicación de N fertilizante al cultivo de trigo precedente, siendo la dosis 0 kg N/ha la que indujo el mayor rendimiento (2.039 kg/ha). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por López-Bellido et al. (2003) en el mismo experimento, que para un período de cuatro años encontraron una respuesta positiva del rendimiento de las habas cuando se incrementaron las dosis de N fertilizante aplicado al trigo precedente. Estas diferencias podrían atribuirse al progresivo incremento del N mineral residual en las parcelas de la rotación bianual trigo-habas fertilizadas con las diferentes dosis de N respecto al control sin N. En efecto, a medida que ha aumentado el número de años del experimento, se han ob-

servado diferencias significativas en los niveles de N residual según las diferentes dosis de N fertilizante aplicadas, que varían en promedio desde 50 kg N/ha en las dosis 0 kg N/ha (0-90 cm de profundidad) a 120 kg N/ha en la dosis de 150 kg N/ha aplicados al cereal. Los altos niveles de N residual podrían estar afectando al proceso de fijación simbiótica de N₂ por las habas, como es bien conocido. No obstante, son necesarios mayor número de años para poder confirmar esta hipótesis y llevar a cabo, además, estudios de campo para medir dicha fijación de N₂; los cuales fueron iniciados la pasada campaña.

El número de jopos/m² en el cultivo de habas tampoco fue afectado de forma significativa por las dosis de N fertilizante, aunque mostró una tendencia a aumentar a medida que lo hizo la dosis de N (figura 2). Por el contrario, el número de jopos/m² en el girasol sí fue significativamente influenciado por el N fertilizante. Westwood y Foy (1999) comprobaron que los nitratos, y en mayor medida el amonio, tienen un efecto inhibitorio de la germinación de las semillas de jopo del girasol, actuando concretamente

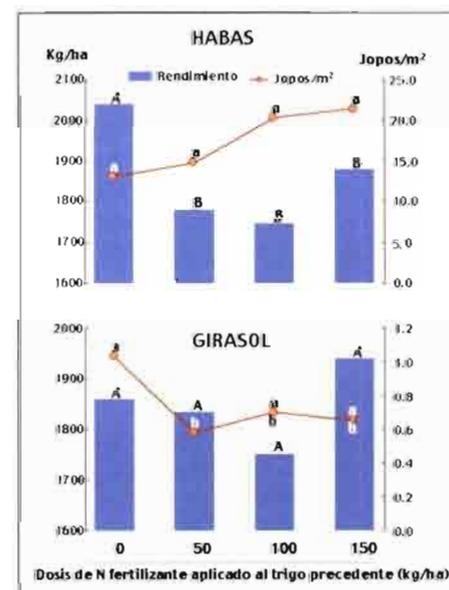
en la elongación de la radícula. Ello parece atribuirse a que el jopo carece de glutamina sintetasa, enzima necesaria para la detoxificación y asimilación del amonio.

Efecto del tratamiento con glifosato sobre el jopo y el rendimiento de las habas

Una amplia gama de herbicidas han sido ensayados para controlar las poblaciones de jopo en las habas, siendo muchos fitotóxicos o ineficaces. El glifosato es el que mejores resultados ha proporcionado hasta ahora, en aplicaciones en postemergencia de las habas y a bajas dosis, actuando de forma más

FIGURA 2

Efecto de la dosis de N fertilizante aplicado al cultivo de trigo precedente en el rendimiento y la población de jopo en los cultivos de habas y girasol. Media de las campañas 2002/03 y 2003/04.

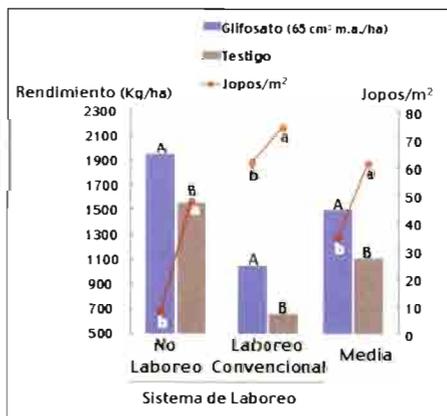


Letras diferentes indican diferencia significativa al 95% (mayúsculas para el rendimiento y minúsculas para los jopos/m²).

FIGURA 3

eficaz cuando el jopo aún no ha emergido. En la campaña 2003-04 se estudió el efecto del glifosato en el rendimiento de las habas y en el número de jopos/m² (figura 3). Se aplicaron 65 cm³ de materia activa de glifosato por hectárea cuando los nódulos de jopo alcanzaron 1 cm de longitud total. El tratamiento con glifosato afectó de forma significativa al rendimiento y al número de jopos por unidad de superficie. El no laboreo obtuvo los mayores rendimientos; incluso cuando no se aplicó glifosato, el rendimiento fue superior al laboreo convencional con aplicación de glifosato. La aplicación de glifosato tuvo un efecto muy claro sobre la disminución del número de jopos, de 60 a 34 jopos/m² como promedio. El efecto del herbicida en cada sistema de laboreo fue el mismo, aunque en muy diferente magnitud: en el no laboreo varió

Efecto de la aplicación de glifosato para el control de jopo en el rendimiento y la población de jopo en el cultivo de las habas, campaña 2003/04.



Letras diferentes indican diferencia significativa al 95% (mayúsculas para el rendimiento y minúsculas para los jopos/m²).

de 47 a 8 jopos/m², y en el laboreo convencional, de 73 a 61 jopos/m² (figura 3). Esta fuerte diferencia entre sistemas de laboreo no es proporcional en el rendimiento. A pesar del elevado número de jopos en las parcelas de no laboreo sin glifosato, el rendimiento no se redujo tanto si se compara con lo ocurrido en el laboreo convencional. Este hecho sugiere, además de la inexistencia de una correlación significativa entre número de jopos/m² y rendimiento, que el no laboreo ha tenido otro efecto de explicación más compleja. Estos resultados, obtenidos en la campaña 2003/04, indican que en los años de fuerte infestación de jopo la asociación del no laboreo y el tratamiento con glifosato a bajas dosis representa la mejor estrategia para el control de las poblaciones del parásito y la obtención de mayores cosechas. ■

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Nacional I+D+I (proyectos AGL2000-0460 y AGL2003-03581). Los autores agradecen la valiosa colaboración de Joaquín Muñoz y José Muñoz en los trabajos de campo y laboratorio.

Bibliografía

Carrón, J., Regnier, E. y Harrison, K. 1991. Long term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science* 39: 186-194.

López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., López-Bellido, F.J. y Castillo, J.E. 2003. Faba bean (*Vicia faba* L.): Response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat (*Triticum aestivum* L.) under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.* 95: 1253-1261.

Mesa-García, J. y García-Torres, I. 1985. *Orobanche crenata* Forsk. Control in *Vicia faba* L. with glyphosate as affected by herbicide rates and parasite growth stages. *Weed Res.* 25:129-134.

Westwood, J.H. y Foy, C.L. 1999. Influence of estradiol on germination and early development of broomrape (*Orobanche* spp.). *Weed Science* 47: 2-7.

Messenger®

Primer producto de la TECNOLOGÍA HARPIN en el mercado español



- De origen natural (proteína de la bacteria *Erwinia amylovora*).
- Minimiza los efectos del estrés de las plantas, debidos a sequía, frío, calor, salinidad, etc.
- Optimiza los procesos biológicos y fisiológicos de las plantas, que se traducen en incrementos de cosecha en cantidad y calidad.
- Para todo tipo de cultivos, tanto al aire libre como protegidos.
- Totalmente respetuoso con el medio ambiente.
- Idóneo para planes de Lucha Integrada.

Para ampliar información, tanto técnica como comercial, dirigirse a la dirección que figura más abajo o al telf.: 980 53 08 67

Distribuido por:

ORTOQUEL

Ronda del General Mitre, 145 - 08022 - Barcelona

Messenger® es un producto de: EDEN BIOSCIENCE®