

REDUCCIÓN DE LA GERMINACIÓN DE JOPO DEL GIRASOL POR EFECTO DE RESTOS DE *SINAPIS* ALBA EN CONDICIONES CONTROLADAS

Pedraza V.^{1*}, González-Verdejo C.I.²,
Perea F.³, Saavedra M.⁴, Alcántara C.¹

¹Producción Agraria, IFAPA Alameda del Obispo, Avda. Menéndez Pidal s/n.,
14080 Córdoba, España.

²Mejora y Biotecnología de Cultivos, IFAPA Alameda del Obispo, Avda.
Menéndez Pidal s/n., 14080 Córdoba, España.

³Producción Agraria, IFAPA Las Torres-Tomejil, Ctra. Sevilla-Cazalla km 12,
41200 Alcalá del Río, Sevilla, España.

⁴Protección de cultivos, IFAPA Alameda del Obispo, Avda. Menéndez Pidal s/n.,
14080 Córdoba, España.

*pedrazajimenez.veronica@gmail.com

Resumen: Andalucía es la comunidad autónoma con mayor superficie de girasol en España. Sin embargo, la principal limitación en su rendimiento es la susceptibilidad a jopo. El objetivo de este trabajo ha sido determinar en condiciones controladas si los restos vegetales de la crucífera *Sinapis alba* podrían ser una medida de control del jopo del girasol. Se ha realizado un bioensayo con material vegetal cultivado en dos años diferentes, 2014 y 2015. Los resultados sugieren que *S. alba* podría ser utilizada como cultivo cubierta biofumigante por su efecto inhibitor en la germinación de jopo, reduciendo esta en un 45% y un 49% respectivamente. Es necesario confirmar estos resultados con ensayos en campo y estudiar diferentes formas de aplicación de los restos vegetales para alcanzar una posible reducción de la emergencia de jopo en girasol.

Palabras clave: Cubierta vegetal, mostaza blanca, rotación de cultivos, germinación, *Orobanche cumana*.

Summary: *Effect of Sinapis alba as organic amendment on sunflower broomrape control in Southern Spain.* Southern Spain is the largest area of land devoted to sunflower in this country. However, the sunflowers major limitation is its susceptibility to broomrape. In this study, we determined the *in vitro* biofumigant effect of the cruciferous *Sinapis alba* on the control of sunflower broomrape. A bioassay was carried out with white mustard vegetal material grown in two different years, 2014 and 2015. The results suggested that *S. alba* could be used as biofumigant cover crop by its inhibitory effect of broomrape germination,

reducing it by 45% and 49% respectively. Further research is needed to confirm these results under field conditions and study different methods of green manure incorporation to achieve a possible reduction in the sunflower broomrape emergence.

Keywords: Intercropping, white mustard, crop rotation, germination, *Orobanche cumana*.

INTRODUCCIÓN

En España, el cultivo del girasol (*Helianthus annuus*) alcanzó las 749.886 ha en 2014 (MARM, 2014), de las cuales Andalucía albergó el 38 %, siendo la comunidad autónoma con mayor superficie dedicada a dicho cultivo (288.303 ha). Además, constituye la alternativa tradicional prioritaria en las explotaciones agrarias de campiña en rotación con trigo duro. Las especiales características de clima y suelo del sur de España propician una buena adaptación del girasol. Sin embargo, este cultivo es susceptible al jopo (*Orobanche cumana*) y las pérdidas que ocasiona esta planta parásita varían según la severidad de la infección, la cantidad de semillas activas que se encuentren en el suelo (Joel et al., 2011) y el nivel de susceptibilidad o resistencia genética de la variedad cultivada. A pesar de existir variedades híbridas de girasol resistentes a jopo en Andalucía (RAEA, 2013), dicha resistencia no es completa. Por ello, con el fin de limitar en lo posible el impacto negativo del jopo, se hace necesario desarrollar diferentes estrategias de control cultural.

En los últimos años se está estudiando la viabilidad de incluir la crucífera mostaza blanca (*Sinapis alba* subsp. *mairei*) como cultivo cubierta en la rotación trigo-girasol, sembrándose en la hoja de girasol en los meses en los que el suelo queda desnudo (octubre-marzo) e incorporándose al suelo justo antes de la siembra del girasol. *S. alba* es una especie bien adaptada a nuestro clima, de fácil instalación y buena formación de cobertura y biomasa (Alcantara et al., 2009). Además, es conocido el efecto biofumigante de las crucíferas contra patógenos de suelo por liberar diferentes compuestos volátiles por la descomposición de la materia orgánica, fundamentalmente glucosinolatos e isotiocianatos derivados de su hidrólisis (Angus et al., 1994). Ha sido demostrada su acción como insecticida (Fenwick et al., 1980), fungicida (Mayton et al., 1996), nematocida (Mojtahedi et al., 1991) y herbicida (Alcantara et al., 2011). Sin embargo, todavía no se ha estudiado el posible beneficio que estas cubiertas pueden tener en el control de jopo.

El objetivo de este trabajo ha sido determinar en condiciones controladas si los restos vegetales de mostaza blanca pueden tener un efecto sobre la germinación del jopo del girasol, bien por inhibición de la

germinación o por la estimulación de la misma favoreciendo una germinación suicida.

MATERIAL Y MÉTODOS

El bioensayo se realizó en condiciones controladas en el laboratorio del área de Producción Agraria del centro IFAPA-Alameda del Obispo de Córdoba en 2014 y 2015, siguiendo la metodología llevada a cabo por otros autores para probar la eficacia de fungicidas volátiles biofumigantes (Richardson & Munnecke, 1964; Zurera et al., 2007; Perniola et al., 2012).

Para ello, se obtuvieron restos vegetales de mostaza blanca a partir de ensayos de campo en la finca IFAPA Tomejil en Carmona (Sevilla). La mostaza blanca fue sembrada a una dosis fija de 15 kg/ha en octubre de 2013 y 2014 y las plantas se cosecharon a mediados de marzo, al alcanzar el estado fenológico de inicio de formación de frutos. Posteriormente, se picaron los 2/3 superiores en trozos de aproximadamente 2 cm de longitud y se desinfectaron con una solución de agua destilada y lejía en proporción 4:1. Se realizaron dos tipos de aplicación de la enmienda:

- 1.- Como restos vegetales en placas Petri de 15 cm de diámetro, aplicando 15 g/placa de mostaza blanca, cantidad previamente determinada a partir de la biomasa obtenida en campo. En el centro de cada una de las placas se colocó otra placa de 6 cm de diámetro con 1000 semillas de jopo en su interior.
- 2.- Como extracto líquido en placas de 6 cm de diámetro con 1000 semillas de jopo en su interior, vertiendo sobre ellas 1 ml del concentrado fluido obtenido a partir de la trituración de 15 g/placa de *S. alba* con 25 ml de agua destilada.

Las semillas de *O. cumana* permanecieron en presencia del estimulante artificial de la germinación GR24 (1 ml 10^{-7} M) o en agua, desinfectándose previamente y acondicionándose durante 10 días a 24°C en oscuridad. Las semillas de *O. cumana* se recogieron en junio de 2013 y 2014 respectivamente, en un campo de girasol infestado en la finca Tomejil. El diseño experimental fue factorial, siendo los factores el modo de aplicación de la enmienda (como resto vegetal o extracto) frente a un control sin enmienda, y la aplicación de GR24 (con o sin estimulador artificial). Las placas se sellaron con parafilm y se incubaron a 24 °C en oscuridad durante 7 días. Los porcentajes de germinación se estimaron a partir de la división de cada placa en 4 sectores y efectuando en cada uno de ellos el conteo de 100 semillas de *O. cumana*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros resultados observados indicaron que el porcentaje de germinación de las semillas de *O. cumana* en presencia de GR24 fue de un 76,5 % en 2014 y un 38 % en 2015. También se observó en este bioensayo un porcentaje de germinación espontánea del 12 % y 16,5 % en 2014 y 2015 respectivamente, germinando las semillas en las placas control que solo contenían agua, sin estimulante químico artificial (Figura 2). Estudios similares han obtenido porcentajes de germinación espontánea en otras especies de *Orobancha* que oscilan entre el 0,1 y el 10 % (Goldwasser & Yoder, 2001; Fernández-Aparicio et al., 2009; Plakhine et al., 2012). La germinación de las semillas se muestra en la Figura 1.

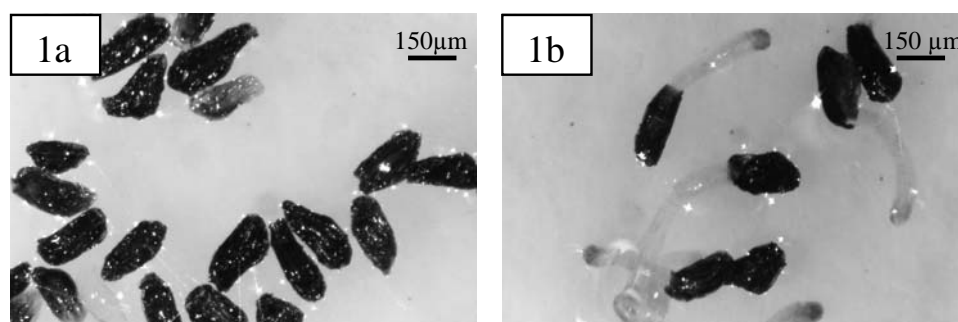


Figura 1. Semillas de *O. cumana* sin germinar (1a) y germinadas con radícula visible (1b).

El efecto de la enmienda de *S. alba* en la germinación de semillas de *O. cumana* se muestra en la Figura 2. Independientemente de la forma de aplicación del material vegetal (restos o extracto vegetal), *S. alba* inhibió la germinación de *O. cumana*, existiendo diferencias significativas con el tratamiento testigo en todos los casos estudiados. Los resultados señalan que la enmienda inhibió incluso el porcentaje de germinación espontánea, ya que las aplicaciones de *S. alba* realizadas en torno a semillas de jopo sin estimulador dieron un porcentaje de germinación prácticamente nulo ambos años. Además, el porcentaje de semillas estimuladas con GR24 que germinaron disminuyó cuando dichas semillas tuvieron algún tipo de contacto con la enmienda de mostaza blanca, experimentando una reducción del 45 % en 2014 y del 49 % en 2015 con respecto al testigo. Existe un gran número de investigaciones que demuestran el control de malas hierbas realizado por cubiertas de especies brasicáceas (Brown & Morra, 1996; Masiunas & Eastman, 2012) y en concreto con *S. alba* (Ascard & Jonasson, 1991; Oleszek et al., 1996; Hoagland et al., 2008; Alcántara et al., 2011), sin embargo, no se han encontrado en la bibliografía referencias previas sobre el control de *Orobancha* spp. con mostaza blanca ni con otras crucíferas, por lo que estos resultados abren

una vía de estudio para el control de jopo mediante el empleo de enmiendas de especies crucíferas.

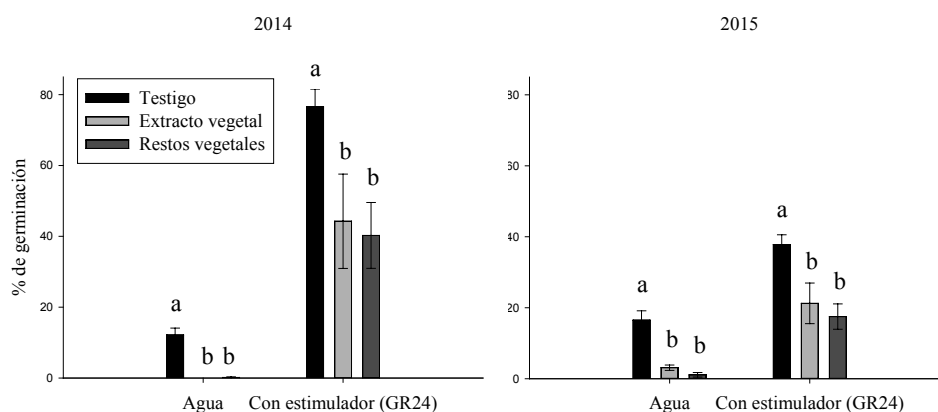


Figura 2. Porcentaje de germinación obtenido en 2014 y 2015 para las semillas de *O. cumana* con y sin estimulante artificial (GR24), según el modo de aplicación de *S. alba* (extracto o restos vegetales) frente a un testigo sin cubierta vegetal.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto que *S. alba* tiene un efecto inhibitor de la germinación de las semillas de *O. cumana* en condiciones controladas. Sin embargo, es necesario realizar ensayos en campo para observar si se consigue el mismo efecto sin el estimulante de la germinación y con todos los factores bióticos que puedan interactuar. Hasta el momento, los resultados obtenidos con *S. alba* en condiciones controladas abren la posibilidad de conseguir un efecto inhibitor de la germinación de jopo del girasol en campo.

AGRADECIMIENTOS

Al subprograma FPI-INIA y al Programa Operativo FSE 2007-2013 por la beca y el contrato de V. Pedraza y C. Alcántara respectivamente, al proyecto INIA-RTA2011-00031 que ha financiado la investigación y al personal que ha colaborado en su realización, así como al INIA-CCAA (Subprograma DOC-INIA) y FSE por el contrato de C.I. González.

BIBLIOGRAFÍA

ALCANTARA C, SANCHEZ S, PUJADAS A & SAAVEDRA M (2009) *Brassica* species as winter cover crops in sustainable agricultural systems in southern Spain. *Journal of Sustainable Agriculture* 33, 619-635.

- ALCANTARA C, PUJADAS A & SAAVEDRA M (2011) Management of *Sinapis alba* subsp. *mairei* winter cover crop residues for summer weed control in southern Spain. *Crop Protection* 30, 1239-1244.
- ANGUS JF, GARDNER PA, KIRKEGAARD JA & DESMARCHELIER JM (1994) Biofumigation: Isothiocyanates released from brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant Soil* 162, 107-112.
- ASCARD J & JONASSON T (1991) White mustard meal interesting for weed control. En: *32nd Swedish Crop Protection Conference. Weeds and Weed Control* (Swedish University of Agricultural Sciences) (30-31 enero, Uppsala, Suecia) 139-155.
- BROWN PD & MORRA MJ (1996) Hydrolysis products of glucosinolates in *Brassica napus* tissues as inhibitors of seed germination. *Plant Soil* 181, 307-316.
- FENWICK G, EAGLES J, GMELIN R & RAKOW D (1980) The mass-spectra of glucosinolates and desulfoglucosinolates. *Biomedical Mass Spectrometry* 7, 410-412.
- FERNÁNDEZ-APARICIO M, FLORES F & RUBIALES D (2009) Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobanche* and *Phelipanche*) species. *Annals of Botany* 103, 423-431.
- GOLDWASSER Y & YODER JI (2001) Differential induction of *Orobanche* seed germination by *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science* 160, 951-959.
- HOAGLAND L, CARPENTER-BOGGS L, REGANOLD JP & MAZZOLA M (2008) Role of native soil biology in Brassicaceae seed meal-induced weed suppression. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 1689-1697.
- JOEL DM, CHAUDHURI SK, PLAKHINE D, ZIADNA H & STEFFENS JC (2011) Dehydrocostus lactone is exuded from sunflower roots and stimulates germination of the root parasite *Orobanche cumana*. *Phytochemistry* 72, 624-634.
- MARM (2014) Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos. Disponible: <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/> (último acceso 11/05/15).
- MASIUNAS J & EASTMAN C (2012) Glucosinolates in Brassicas: Biological control agents that are good for our health and bad for pests? Disponible: www.entomology.wisc.edu/mbcn/weed604.html. (último acceso 25/04/15).

- MAYTON HS, OLIVIER C, VAUGHN SF & LORIA R (1996) Correlation of fungicidal activity of *Brassica* species with allyl isothiocyanate production in macerated leaf tissue. *Phytopathology* 86, 267-271.
- MOJTAHEDI H, SANTO GS, HANG AN & WILSON JH (1991) Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. *Journal of Nematology* 23, 170-174.
- OLESZEK W, ASCARD J, JOHANSSON H (1996) Cruciferae as alternative plants for weed control in sustainable agriculture. En: *Allelopathy in pests management for sustainable agriculture* (Eds. SS NARWAL & P TAURO) 3-22. Scientific Publishers, Nueva Delhi, India.
- PERNIOLA OS, STALTARI S, CHORZEMPA SE & MOLINA MC (2012) Biofumigación con Brassicáceas: actividad supresora sobre *Fusarium graminearum*. *Revista de la Facultad de Agronomía* 111, 48-53.
- PLAKHINE D, TADMOR Y, ZIADNE H & JOEL DM (2012) Maternal tissue is involved in stimulant reception by seeds of the parasitic plant Orobanche. *Annals of Botany* 109, 979-986.
- RAEA (2013) Resultados de los ensayos de girasol en Andalucía. Campaña 2013. Disponible: <http://web5.ifapa.junta-andalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/noticias/1748aa6d-5cb9-11e3-a540-c63f1f0008d4> (último acceso 11/05/2015).
- RICHARDSON LT & MUNNECKE DE (1964) A bioassay for volatile toxicants from fungicides in soil. *Phytopathology* 54, 836-839.
- ZURERA C, ROMERO M, PORRAS M, BARRAU C & ROMERO F (2007) Efecto biofumigante de especies de *Brassica* en el crecimiento de *Phytophthora* spp *in vitro*. En: *Actas de Horticultura* 48, 306-309. XI Congreso SECH (Albacete, España).