

Nº83 Diciembre de 2017



Boletín de la *Sociedad Española de Malherbología*

Fundada en 1989



www.semh.net

Junta Directiva SEMh (2016-2019)

Joaquín Aibar Lete

Universidad de Zaragoza
Presidente

José Dorado Gómez

Instituto de Ciencias Agrarias, CSIC
Vocal

Óscar Merino Horcajada

ADAMA Agriculture España
Vicepresidente

Manolo Vargas Pabón

FTS Agroconsulting
Vocal

Diego Gómez de Barreda Ferraz

ETSIAMN
Universidad Politécnica de Valencia
Secretario

Ana Isabel Marí León

Centro Investigación Tecnológica
Y Agroalimentaria de Aragón (CITA)
Zaragoza
Vocal

Aritz Royo Esnal

ETSEA
Universitat de Lleida
Tesorero

Ana Zabalza Aznárez

Universidad Pública de Navarra
Vocal

SUMARIO

Punto final al Congreso de Malherbología 2017	1-4
Asamblea Ordinaria SEMh 2017	5-7
Entrega Premios Anuales SEMh (Modalidad A y Modalidad B)	7
Entrega Premios Actas SEMh y Phytoma	8
Agradecimiento Junta Directiva SEMh	9
El cuadro y la hierba (3)	10
Resistencia cruzada y múltiple de malas hierbas a herbicidas (Tesis)	11-12
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill. For weed control in organic agriculture: from molecules to the field (Tesis)	13-20
Resistencia a herbicidas en arroz	21-24
XXI Curso de Reconocimiento de Plántulas y Diásporas de Malas Hierbas	25
Publicaciones de socios agosto-noviembre 2017	26-27
Próximos Congresos y Reuniones	28
Avisos	29

Imagen de portada: Invernadero Florette. Visita técnica Congreso 2017 (Ainhoa Zulet)

La Sociedad Española de Malherbología no comparte necesariamente el contenido de las contribuciones.

Punto final al Congreso Malherbología 2017 (XVI Congreso SEMh:Pamplona, 25-27 octubre)

El congreso de la SEMh se celebró en Pamplona-Iruña entre el 25 y el 27 de octubre del año 2017. En esta edición del congreso no se contaba con un lema o hilo conductor, pero sus objetivos eran dar a conocer los últimos avances conceptuales y tecnológicos en el ámbito de la Malherbología, propiciar el intercambio y la difusión de ideas entre los participantes y contribuir a reconocer la importancia que tiene la investigación en Malherbología. Estos objetivos se cumplieron a lo largo del desarrollo del congreso que constó de 3 ponencias invitadas y 4 sesiones temáticas. Las ponencias invitadas cubrieron un amplio abanico de contenidos desde el uso de modelos en la biología de malas hierbas como herramienta en el manejo de las mismas, hasta experiencias de proyectos de transferencia en Estados Unidos pasando por una temática más bioquímica como conocer ciertos mecanismos de resistencia a dicho nivel.

Sesión 1: Biología y Agroecología.

A lo largo de 6 comunicaciones orales y de 13 paneles se desarrollaron aspectos relacionados con las características biológicas y la ecología de diferentes malas hierbas, incluyendo estudios sobre el ciclo vital, patrones de germinación y emergencia, así como su impacto en el desarrollo del cultivo.



Foto 1: Asistentes al Congreso de Malherbología 2017

De esta sesión se puede destacar:

- El notable incremento de las comunicaciones que han utilizado herramientas de análisis de marcadores moleculares para determinar el origen o estimar la diversidad genética de distintas poblaciones de malas hierbas. Igualmente significativas han sido las intervenciones sobre especies de reciente introducción en nuestro país, como *Amaranthus palmeri*, *Pennisetum setaceum* o el teosinte.
- Se han aportado conocimientos sobre los patrones de germinación y emergencia de malas hierbas problemáticas. En concreto: *Abutilon theophrasti*, *Avena sterilis*, *Centaurea diluta*, *Chloris virgata*, *Chrysanthemum segetum*, *Echinochloa crus-galli*, *Lolium rigidum*, *Ridolfia segetum* y teosinte. Además, se han tratado las relaciones funcionales de las malas hierbas con otros organismos (e.g., insectos polinizadores) o con el propio cultivo.
- La fertilización es un aspecto importante a tener en cuenta porque incide en diversos aspectos de la biología de las malas hierbas y en su supervivencia. Así, es importante fertilizar en el momento oportuno con la cantidad adecuada.

Sesión 2: Manejo integrado.

Está sesión se vertebró en relación a los aspectos relacionados con la gestión integrada de malas hierbas en cultivos, incluyendo en ella métodos de control mecánicos, físicos y culturales. A lo largo de 6 ponencias orales y de 14 paneles se discutió sobre establecimiento de medidas de control “a largo plazo”, como estrategias culturales basadas en la rotación de cultivos, labores, manejo de fechas de siembra o cubiertas.

De esta sesión se puede concluir:

- Se ha profundizado en la gestión integrada de malas hierbas en aspectos como la necesidad de emplear varios métodos distintos y definir sobre qué aspectos de la biología de la mala hierba a controlar se desea incidir.
- Las rotaciones son herramientas valiosas para la reducción de poblaciones de malas hierbas siempre y cuando favorezcan su emergencia y posterior eliminación y eviten incrementar el banco de semillas.
- Se han presentado trabajos muy variados que tienen en común que cada especie de mala hierba requiere su particular estrategia de manejo. Se han presentado los casos concretos de control de las especies *Lolium rigidum*, *Bromus diandrus*, *Cynodon dactylon*, teosinte, *Papaver rhoeas*, *Avena sterilis* y *Salsola kali* en cultivos como cereal de invierno, vicia o maíz en sistemas de manejo de siembra directa, agricultura ecológica y agricultura convencional.

Sesión 3: Control químico y resistencias a herbicidas.

En esta sesión se incluían tratamientos y eficacia de tratamientos herbicidas para el control de malas hierbas en diferentes tipos de cultivo, así como para el control de la invasora *Ailanthus altissima* en un ecosistema natural. Estos aspectos se desarrollaron a lo largo de 6 ponencias orales y 15 paneles donde se trataron igualmente diferentes aspectos de la resistencia a herbicidas en especies de los géneros *Echinochloa*, *Conyza*, *Papaver* y *Setaria*.

De esta sesión se puede concluir:

- Es fundamental la investigación en el conocimiento de los factores que afectan a la eficacia de los herbicidas con el fin de ayudar a asesores y agricultores en la realización de un control químico adecuado. Además de la necesidad de nuevas materias activas y modos de acción, es necesario explorar nuevos usos de las ya existentes en cultivos como haba, tritordeum, quinoa o las cespitosas *Lolium perenne* y *Cynodon dactylon*, y alargar la vida útil de los valiosos herbicidas.
- La profundización en los mecanismos fisiológicos que determinan el efecto de los herbicidas (e.g., inhibidores de la biosíntesis de aminoácidos) y la resistencia de las malas hierbas a los herbicidas permite definir mejor la estrategia a seguir en el empleo de los herbicidas para retrasar al máximo posible la evolución de resistencias.

Sesión 4: Malherbología eco-innovadora.

En esta sesión con un nombre tan general se desarrollaron, a lo largo de 6 ponencias orales y 10 paneles, múltiples aspectos de la Malherbología. Se presentaron productos, procesos y tecnologías innovadoras en el marco de la Malherbología que contribuyen al desarrollo sostenible, incluyendo investigaciones en agricultura de precisión, teledetección y alelopatía. Asimismo se discutió sobre el uso de nuevas tecnologías y herramientas informáticas en Malherbología y transferencia de conocimiento en Malherbología.



Foto 2: Sede del Congreso
Malherbología 2017.
Universidad Pública de Navarra.

De esta sesión se puede concluir:

- Se han presentado los últimos avances en tecnologías para una gestión sostenible de las malas hierbas: detección temprana (plántulas) y tardía de malas hierbas en diferentes cultivos y trabajos de Modelización 3D de malas hierbas (fenotipado) para la caracterización digital de poblaciones de malas hierbas, herbicidas alternativos en viña ecológica, potencialidad de nuevos bioherbicidas, herramientas informáticas y apps. para predecir emergencias e identificar plántulas, musgos como cubierta vegetal en olivar, análisis de ciclo de vida en viñedo y estudios sobre recogida y destrucción de semillas de las malas hierbas durante el proceso de recolección.

En el congreso se han presentado abundantes e interesantes trabajos en los diferentes ámbitos de la Malherbología, predominando trabajos relacionados con los cultivos extensivos, tanto herbáceos como leñosos. Se echan en falta más trabajos relacionados con otras importantes áreas del sector agrícola como los cultivos intensivos u hortícolas y los leñosos más intensivos (frutales de hueso y pepita y cítricos).

De manera complementaria al desarrollo de las sesiones, los participantes del congreso participaron en una visita técnica a los invernaderos de la empresa Florette, donde pudieron ver el cultivo y manejo de los brotes de las especies que se usan en las mezclas de ensaladas envasadas. Posteriormente se visitó la empresa Alcaraván, productora de arroz y legumbres en cultivo ecológico, donde explicaron sus problemáticas en el control de las malas hierbas.

Adicionalmente a las sesiones y a la visita científica, los congresistas pudieron participar en diversas actividades sociales complementarias como la recepción en la Ciudadela de Pamplona, la cena del congreso en el Baluarte y los pintxos por la parte vieja de la ciudad.

Andreu Taberner

José Dorado, Alicia Cirujeda, Iñigo Loureiro, Montserrat Jurado Expósito

Ana Zabalza, Mercedes Royuela



Como complemento a la comunicación presentada en el último Congreso de la SEMh sobre las (malas) hierbas en la publicidad comercial, puede añadirse esta imagen de una farmacia de Pamplona donde las amapolas constituyen unos vistosos detalles ornamentales en la vidriera exterior de dicha oficina.

Asamblea General SEMh 2017

El pasado 25 de octubre de 2017 se celebró la última Asamblea General de la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) en el marco del XVI Congreso SEMh celebrado en Pamplona (Foto 3), a la que asistieron 54 socios de la SEMh y estuvo presidida por el presidente y secretario de la SEMh, Joaquín Aibar y Diego Gómez de Barreda.

En primer lugar, el Presidente informó de los siguientes asuntos acaecidos desde la anterior Asamblea General celebrada en Madrid en 2016: Jornada Técnica celebrada en Huesca el 20 de abril del 2017; solicitud a la RAE; próxima Jornada Técnica y diferentes patrocinios por parte de la SEMh (cursos de reconocimiento de plántulas y diásporas de malas hierbas de la ETSEA, Lleida).

Posteriormente, el Secretario de la SEMh realizó un breve resumen sobre cuestiones logísticas de la SEMh: la Junta Directiva SEMh se reunió 3 veces en el último año (febrero y junio en Madrid y octubre en Pamplona); desde la última Asamblea General han habido 10 bajas y 11 altas de nuevos socios por lo que el número de socios asciende a un total de 216; en la Junta Directiva de junio de 2015 se fallaron las 2 becas SEMh, concediéndose a Neus Mas (Universitat de Lleida) y Antonio Barba (Universidad de Huelva).

A continuación el Tesorero de la SEMh expuso las cuentas de la Sociedad desde la anterior Asamblea General siendo aprobadas por unanimidad. El saldo a 24 de octubre de 2017 ascendía a la cantidad de 19.960, 61 €.

A continuación se informó sobre otras actividades de la Sociedad como la edición y envío a los socios de los Boletines SEMh 80, 81 y 82; reunión de los grupos de trabajo CPRH y BAMh y últimas noticias sobre la COSCE y AESaVe (Sociedades a las que pertenece la SEMh).



La vocal Ana Isabel Marí informó de las actualizaciones de la página web, en donde se ha rescatado la base de datos de resúmenes de los trabajos presentados en los congresos SEMh y en donde hay disponible una presentación oficial de la SEMh.

Foto 3: Asamblea Ordinaria SEMh 2017.



Algunos de los socios SEMh
recogiendo los diplomas del
concurso de Fotografía par el
calendario 2018

Seguidamente, se procedió a entregar los diplomas correspondientes a los ganadores del concurso de fotografías para la elaboración del calendario SEMh 2018, que recayeron en: María Barco, Jorge Pueyo, Joaquín Aibar, María Muñoz, Juan Manuel Contreras, Luis Navarrete, Ana Isabel Marí, Joan Prades, Estíbaliz de Frutos, Alicia Cirujeda, Juan Antonio Lezaún, Jordi Recasens y Joel Torra.

Entrega Premios Anuales SEMh (Modalidad A y Modalidad B)

Este año el Premio Anual SEMh se había dividido en 2, en la modalidad A (Junior) y la modalidad B (Senior). De entre 4 candidatos se falló el Premio Anual SEMh 2017 modalidad B a favor Pablo Tomás Fernández Moreno por su Tesis doctoral, titulada “Resistencia cruzada y múltiple de malas hierbas a herbicidas” y leída en la Universidad de Córdoba bajo la dirección de Rafael De Prado Amián y Reid J. Smeda. El premiado no se encontraba en la sala, pero se le comunicó el premio.

Para el Premio Anual SEMh 2017 modalidad A había 6 candidatos y se falló a favor de Jordi Soler Campreciós, por su Trabajo Final de Grado titulado “Control d’ *Ailanthus altissima* al Parc de Collserola”, realizado en la Universitat Politècnica de Catalunya bajo la tutela de Jordi Izquierdo Figarola. El reconocimiento se entregó en la cena del congreso (Foto 4) .



Foto 4: Entrega Premio Anual SEMh 2017 modalidad A a Jordi Soler.

Entrega Premios Actas SEMh y Phytoma

Durante la cena del XVI Congreso SEMh, celebrada en el restaurante El Baluarte, tuvo lugar la entrega de los premios Actas SEMh, a la mejor comunicación del Congreso, y Phytoma, dirigido a la mejor comunicación presentada por un joven investigador (predoctoral). El trabajo premio Actas SEMh fue el titulado “The role of weeds in field margins in supporting wild pollinators in Mediterranean cereal agroecosystems” y presentado por Jane Morrison, Jordi Izquierdo, Eva Hernández Plaza y José L. González-Andújar (Foto 5).

El premio Phytoma fue fallado para Franciso Valencia Gredilla con la comunicación "El uso de cubiertas vegetales y sus labores de implantación en el manejo de *Cynodon dactylon* en viñedo". Francisco realiza su tesis doctoral en el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal del Dpto. Hortofruticultura, Botánica y Jardinería de Agrotecnio-ETSEA de la Universitat de Lleida (Foto 6).



Foto 5: Entrega Premio Actas SEMh



Foto 6: Entrega Premio Phytoma

Agradecimiento de la Junta Directiva de la SEMh

Como Presidente de la SEMh creo necesario hacer constar a través de estas líneas mi agradecimiento, y el de toda su Junta Directiva, a las personas que han hecho posible el desarrollo del XVI Congreso de nuestra sociedad celebrado en Pamplona el pasado mes de octubre. Desde los organizadores locales, Mercedes, Ana, Irache, Juan Antonio y Javier, junto al resto del equipo, y al Comité Científico, que con ahínco y paciencia ha conseguido que las Actas del Congreso tengan la calidad deseada.

Las sesiones que se han propuesto en el Congreso han sido todas ellas muy interesantes y además de a los ponentes que han intervenido en ellas deseamos expresar nuestra gratitud a los moderadores, que posteriormente han tenido la ingrata tarea de extraer las conclusiones de cada una de las sesiones. Gracias también a las aportaciones de los invitados a estas sesiones. Entre todos, se ha conseguido el milagro de que en la mayoría de las sesiones hubiera un tiempo para preguntas, comentarios, aclaraciones que, sin duda, han enriquecido el Congreso.

La salida al campo, ha proporcionado a muchos de los asistentes una visión diferente de lo que supone el control de malas hierbas en cultivos de gran valor añadido, como las hortalizas de hoja para ensalada, ¡lástima que, como debe de ser, estuviera todo tan bonito y tan limpio!, pero pone de manifiesto el problema de que unas hojas de una sola planta, que apenas produce daños por competencia, puede poner en riesgo el prestigio de una marca si aparecen esas hojas “contaminando” las cultivadas. También fue muy interesante la visita a la empresa productora de arroz y otros cultivos ecológicos, en especial la cercanía de su propietario y la lección que impartió de lo que debe ser un emprendedor en el sector agrícola.

Gracias también a todas las empresas patrocinadoras y al resto de entidades (UPNA e INTIA) que han conseguido que el XVI Congreso de la SEMh haya sido un éxito.

Finalmente, un Congreso no sería nada sin congresistas, así que os agradecemos vuestra participación, os animamos a seguir en esa línea de trabajo y esfuerzo, sabemos que las cosas no están fáciles, en especial la estabilización en el puesto de trabajo, pero las cosas parece que van a mejor y el futuro... es vuestro.

Además de felicitar a todos los premiados en las diferentes convocatorias que se resolvieron a lo largo de la Asamblea General queremos expresar nuestro agradecimiento a la Dra. Nuria Pedrol, profesora de la Universidad de Vigo, que se ha comprometido a organizar el XVII Congreso de la SEMh, **VIGO 2019**. Os esperamos.

Joaquín Aibar

El cuadro y la hierba (3)

(por Carlos Zaragoza Larios)



Foto 7: Albrecht Dürer – *Das große Rasenstück* “La gran mata de hierba” (1503, acuarela y tinta sobre papel, 40 x 31 cm, Galería Albertina, Viena).

¡Cómo no iba a poner esta acuarela!! Vuelvo a traer una obra de Durero a esta sección porque siempre me ha parecido preciosa y es muy adecuada para este Boletín.

¡Qué personalidad la de Alberto Durero!, capaz de los temas más sublimes y de fijarse también en lo sencillo, en lo cotidiano. Se trata de un bodegón en plena naturaleza, un micropaisaje “fotografiado” en 1503 como para dejar constancia de la biodiversidad vegetal de los prados de esa época.

Aparentemente parece que sólo está el llantén (*Plantago major*) y unas gramíneas, pero observando detenidamente se pueden ver además: *Taraxacum officinale*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis* sp o *Poa* sp., *Sonchus* sp., *Achillea millefolium* (una hoja en primer término)... Destaca el llantén, planta característica de los suelos húmedos y fértiles, donde vivía Durero por entonces (Nuremberg), mala hierba de los prados o los huertos de frutales, pero también muy empleada en la Edad Media como antiséptico y cicatrizante, además de tener otras propiedades.

Es muy difícil atraer pintando plantas sin flores vistosas, con solo diferentes tonos de verde, y puede que el gran maestro alemán estuviera practicando para obras de mayor importancia, pero me parece que aquí hace una deliciosa exaltación de lo humilde y, al fin y al cabo, un homenaje a la malherbología.

¡Que tengáis una feliz Navidad y un excelente año 2018!

RESISTENCIA CRUZADA Y MÚLTIPLE DE MALAS HIERBAS A HERBICIDAS

Premio Anual SEMh
2017 Modalidad B

Tesis defendida el 8 de septiembre de 2017 por

Pablo Tomás Fernández Moreno

Director: Rafael De Prado Amián. Universidad de Cordoba. Departamento de Química Agrícola y Edafología.

Co-Director: Reid J. Smeda. University of Missouri. Plant Science Division.

Realización de la Tesis: Departamento de Química Agrícola y Edafología. Universidad de Cordoba; y University of Missouri. Plant Science Division.

Resumen:

La agricultura es una de las principales potencias económicas, produciendo desarrollo y riqueza 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. 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. 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. Desafortunadamente, la era dorada de los herbicidas como única herramienta de control se ha visto truncada a causa de la aparición de malas hierbas resistentes a herbicidas por el uso abusivo de estos. El aumento exponencial de malas hierbas con resistencia se produce en una situación en la que durante los últimos 25 años no se han desarrollado nuevos modos de acción. La resistencia a herbicidas es el resultado de la adaptación evolutiva de las malas hierbas a las sucesivas aplicaciones herbicidas, y es sin duda, una de las principales preocupaciones en la agricultura moderna.

Desafortunadamente, las malas hierbas pueden desarrollar no solo resistencia a un herbicida, sino que pueden desarrollar resistencia cruzada y/o múltiple. La comunidad centrada en la malherbología presenta la preocupación de que los agricultores podrían enfrentarse a la pérdida de los herbicidas como herramientas eficaces y económicas en las que se basa la agricultura productiva moderna. Este preocupante escenario comienza con la dependencia exclusiva del uso de un solo herbicida, ya sea por ejemplo glifosato en cultivos perennes, o diclofop en cultivos anuales. Ante esta situación, los agricultores cambian de herbicida, pero en muchas ocasiones no cambian de modo de acción, por lo que el problema no es solventado. En otras ocasiones, se cambia de modo de acción pero no es alternado con otros herbicidas en las sucesivas aplicaciones, apareciendo nuevamente la resistencia.

Debido a la repercusión que ha ocasionado la resistencia de malas hierbas a herbicidas, así como la aparición de resistencia cruzada y/o múltiple, en este trabajo se han determinado los mecanismos de resistencia involucrados en poblaciones de *Lolium rigidum* resistente a glifosato en Francia [Capítulo II] y España, así como ofrecer alternativas químicas para obtener un control óptimo, y poder controlar la resistencia [Capítulo III]. Además, se caracterizó la tolerancia natural de *Avena sterilis* a glifosato en el sur de España [Capítulo IV], sirviendo de ejemplo de que algunas malas hierbas no son controladas por glifosato, no por haber desarrollado resistencia sino por ser tolerantes. En el capítulo V se determinó la múltiple resistencia a herbicidas no selectivos en especies del género *Lolium* spp. en la Península Ibérica, a causa de no alternar diferentes modos de acción en las sucesivas aplicaciones. Del mismo modo, en el Capítulo VI se caracterizó la resistencia cruzada a herbicidas pertenecientes a los inhibidores de la ACCasa (acetil-CoA carboxilasa) en *Cynosurus echinatus* procedente de Chile, a causa de utilizar herbicidas de diferentes familias químicas, pero todas ellas pertenecientes al mismo modo de acción.

Se determinó el primer caso de resistencia francés en *L. rigidum* en el que se conocen los mecanismos implicados. Los resultados mostraron que la resistencia a glifosato en la población resistente francesa de *L. rigidum* se debe en parte a la reducción de absorción y translocación de glifosato en relación con la población susceptible, así como a una mutación en el gen que codifica la EPSPS. Por el contrario, la resistencia a glifosato en la población resistente española de *L. rigidum* se debe en parte a la reducción de absorción y translocación de glifosato, y no se encontró ninguna mutación en el gen que codifica la EPSPS. Los ensayos de campo determinaron que es posible obtener un control eficaz de *L. rigidum* utilizando diferentes modos de acción, así como la reducción del banco de semillas resistentes a glifosato. Las prospecciones realizadas mostraron resultados homogéneos entre todas las accesiones de *A. sterilis* recogidas y, por lo tanto, todas ellas tienen el mismo nivel de tolerancia innata al glifosato, siendo los mecanismos fuera del sitio de acción los implicados en la tolerancia innata a glifosato en *A. sterilis*. Esto es probablemente debido en parte a una menor absorción / translocación del herbicida y metabolismo de glifosato. Estudios moleculares confirmaron que tres especies de malas hierbas de *Lolium* resistentes a glifosato (*L. rigidum*, *L. perenne*, y *L. multiflorum*) recogidas de cultivos perennes en la Península Ibérica también han desarrollado resistencia múltiple a los herbicidas glufosinato y oxifluorfen. Este estudio identificó el primer caso de resistencia a oxifluorfen en una gramínea. Los ensayos in vitro y de dosis-respuesta de ACCasa determinaron la resistencia cruzada a los herbicidas de las familias químicas APP, CHD y PPZ en *C. echinatus*. Los estudios de secuenciación de ADN confirmaron que la resistencia cruzada de *C. echinatus* a los inhibidores de ACCasa ha sido conferida por las mutaciones puntuales Ile-2041-Asn y Cys-2088-Arg.

***EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL. FOR WEED CONTROL IN ORGANIC AGRICULTURE: FROM MOLECULES TO THE FIELD**

Tesis con mención internacional defendida el 15 de septiembre de 2017 por Dña.
Carolina González Puig, con una valoración de
Sobresaliente *cum laude*

Directores: Nuria Pedrol y Manuel J. Reigosa. Programa de Doctorado con Mención hacia la Excelencia: Ecosistemas terrestres, usos sostenibles e implicaciones ambientales

Realización de la Tesis: Laboratorio de Ecofisiología Vegetal, Dpto. Biología Vegetal y Ciencia del Suelo, Universidad de Vigo.

Resumen:

Desde los comienzos de la agricultura, el control de malezas ha sido clave para la producción vegetal, ya que éstas compiten con el cultivo principal por los recursos, convirtiéndolas en uno de los principales factores limitantes de la productividad. Esto ha llevado al desarrollo y uso masivo de los fitosanitarios de síntesis, lo que ha contribuido notablemente a la contaminación y al deterioro de los agroecosistemas. En consecuencia, la legislación europea (EC 1107/2009) ha eliminado del mercado algunos productos o ingredientes activos considerados perjudiciales para el medio ambiente. En el caso de la Agricultura Ecológica (AE), donde se prohíbe el uso de fertilizantes y fitosanitarios de síntesis (EC 834/2007), la carencia de insumos apropiados para ciertos usos es todavía más preocupante, lo que hace que los agricultores ecológicos deban recurrir necesariamente a otros métodos de control de malezas.

Este trabajo de Tesis Doctoral titulado "*Eucalyptus globulus* Labill. for weed control in Organic Agriculture: from molecules to the field" nace como respuesta a la demanda de herramientas eficientes para el control de malas hierbas en AE, pero también a la agricultura convencional, en la búsqueda de nuevas alternativas a los herbicidas convencionales de síntesis, como herramientas complementarias, o incluso únicas, para una producción agrícola de calidad sostenible, saludable, y más respetuosa con el medio ambiente.

En la búsqueda de nuevos bioherbicidas, la utilización de las interacciones químicas entre plantas se presenta como una de las estrategias alternativas para el control de malezas. Las sustancias (aleloquímicos) que liberan las plantas en su entorno pueden interferir en la germinación y el crecimiento de las plantas "adversarias". Está demostrado que bajo condiciones naturales, los aleloquímicos liberados actúan de forma sinérgica y ejercen su efecto inhibitorio como mezclas complejas. Por tanto, material vegetal y extractos crudos de nuevas especies con capacidad alelopática podrían ser utilizados como cócteles naturales de aleloquímicos con efecto bioherbicida que, bajo determinadas condiciones y debidamente dosificados, y al ser aportados al suelo como abonos verdes o aplicados sobre las malas hierbas, controlasen su germinación y/o crecimiento.

En los sistemas agroforestales de la Península Ibérica, existe una enorme variedad de plantas silvestres, biomasa y co-productos forestales, que tienen potencial para convertirse en herramientas apropiadas para el control de malezas. De este modo, surge la pregunta ‘¿Y si, en lugar de cultivar un abono verde alelopático, se aportase como tal biomasa con potencial bioherbicida disponible en el agroecosistema?’. El servicio agroecosistémico del control de malezas se llevaría a cabo mediante un uso eficiente de los recursos agroforestales, facilitando el reciclado de nutrientes y sin ocupar tiempo ni espacio en la hoja de cultivos, y por tanto, optimizando el rendimiento agrícola.

El Capítulo 1 de esta Tesis describe la situación e importancia de la AE en los últimos años, así como el uso potencial de especies alelopáticas para el control de malezas y las evidencias alelopáticas de *E. globulus* recogidas en la literatura científica que justifican el presente estudio.

El objetivo general de este trabajo (Capítulo 2) es caracterizar el potencial fitotóxico y las dosis activas del extracto acuoso y abono verde a base de filodios de eucalipto, así como evaluar su efectividad como bioherbicida e identificar los posibles compuestos responsables de los efectos observados.

Para alcanzar este objetivo general, se establecieron una serie de objetivos específicos, los cuales se llevaron a cabo mediante ensayos de laboratorio, invernadero y campo desarrollados en los cuatro capítulos que se resumen a continuación.

En el Capítulo 3, titulado “**Valorization of agroforest species as bioherbicides**” (*Valorización de especies agroforestales como bioherbicidas*), se evaluó el potencial fitotóxico de los extractos acuosos de quince especies agroforestales sobre la germinación y el crecimiento de la especie modelo dicotiledónea *Lactuca sativa* y de la monocotiledónea *Agrostis stolonifera*, con el fin de seleccionar la especie más prometedora. Aunque la mayoría de los extractos mostraron efectos fitotóxicos similares o mayores que el herbicida sintético de preemergencia metolaclo (usado como control positivo), *Eucalyptus globulus* fue seleccionada como la especie más prometedora para el control de malezas en AE. Además, evidencias previas de su actividad alelopática, junto con la abundancia de biomasa presente en el sistema agroforestal derivada de las plantaciones destinadas a la industria papelera, nos llevó a plantearnos un uso potencial de los residuos forestales de eucalipto como bioherbicida.

Para ello, se llevaron a cabo ensayos *in vitro* con el fin de caracterizar el extracto acuoso de filodios de *E. globulus* mediante (i) la evaluación de su efectividad en pre-emergencia sobre la germinación y crecimiento de las especies modelo, obteniendo las pautas dosis/respuesta y concentraciones de inhibición ED₅₀ y ED₈₀, (ii) la evaluación de su efectividad en pos-emergencia sobre parámetros fisiológicos (fotosíntesis, contenido de clorofilas y proteínas) y morfológicos (biomasa aérea y su relación ps/pf, y biomasa y longitud de raíz) de plantas adultas de *L. sativa*, y (iii) el análisis cualitativo y cuantitativo por HPLC-DAD/UV de los compuestos potencialmente alelopáticos presentes en el extracto

acuoso. Los resultados mostraron una clara relación dosis/respuesta sobre la germinación y crecimiento temprano de las especies modelo. Sin embargo, la ausencia de efectos fitotóxicos sobre plantas adultas de lechuga, escogida como especie modelo por su alta sensibilidad a los aleloquímicos, nos llevó a descartar el uso del extracto acuoso de eucalipto como bioherbicida de pos-emergencia, ya que estos efectos serían agrónomicamente irrelevantes en el contexto del control de malezas.

El análisis químico del extracto acuoso reveló la presencia de 8 compuestos fenólicos y 5 ácidos orgánicos, demostrando la capacidad de las hojas de eucalipto de liberar aleloquímicos al medio ambiente. La mayoría de los compuestos identificados han sido reconocidos por otros autores como sustancias fitotóxicas. No obstante, aunque muchas especies sean capaces de producir aleloquímicos, éstos podrían ser rápidamente degradados por los microorganismos edáficos o por otras interacciones que tienen lugar en el suelo, convirtiendo a estas sustancias en moléculas no tóxicas, o reduciendo su fitotoxicidad sobre las especies diana. Por ello, uno de los mayores desafíos que nos encontramos a la hora de aplicar el uso de extractos acuosos o aceites esenciales para el control de malezas, suele ser la obtención de un efecto fitotóxico a largo plazo. En este sentido, el uso de plantas alelopáticas incorporadas al suelo como abono verde sería una buena estrategia para conseguirlo, especialmente el uso de aquellas con tasas bajas de descomposición, como es el caso del eucalipto, lo que conllevaría la capacidad de liberar lentamente los aleloquímicos. Todo esto contribuyó al diseño de los experimentos de invernadero, desarrollados en el Capítulo 4 de esta Tesis.

En este Capítulo 4, titulado ***“Eucalyptus globulus leaves incorporated as green manure for weed control in maize: greenhouse experiments”*** (*Filodios de Eucalyptus globulus incorporados como abono verde para el control de malezas en maíz: experimentos de invernadero*), se comprobó la efectividad de las hojas de eucalipto incorporadas al suelo como abono verde sobre la germinación y crecimiento temprano del maíz y de las especies arvenses más problemáticas asociadas a este cultivo, con el fin de establecer pautas preliminares para su manejo como abono verde en ensayos de campo. Previamente, en ensayos *in vitro*, se evaluó el potencial fitotóxico del extracto acuoso de eucalipto sobre las especies diana de malas hierbas *Amaranthus retroflexus* y *Echinochloa crus-galli*, y sobre el maíz. Mediante curvas dosis/respuesta, se obtuvieron las concentraciones de inhibición ED₅₀ y ED₈₀ del extracto para las tres especies, permitiendo establecer la concentración en el suelo óptima para el control de las malas hierbas en los posteriores ensayos de maceta. El extracto acuoso fue capaz de inhibir la germinación de *A. retroflexus* y de reducir el crecimiento de *E. crus-galli*, sin llegar a afectar al desarrollo del maíz.

Una vez esclarecido el potencial bioherbicida de preemergencia del extracto acuoso de eucalipto sobre las especies diana, y establecida la dosis necesaria en suelo para el control de malezas, se llevaron a cabo dos experimentos en maceta bajo condiciones de invernadero. En el primer experimento, las hojas de eucalipto se incorporaron al suelo en dos dosis diferentes, 1% y 2% (proporción de peso seco de hojas por peso seco de suelo), con el fin de evaluar el efecto fitotóxico del eucalipto sobre la germinación, establecimiento y crecimiento temprano del maíz y de las especies arvenses más problemáticas asociadas a este cultivo. Treinta días después de la incorporación del eucalipto como abono verde, se observaron reducciones de la biomasa aérea, tanto de las especies de malas hierbas dicotiledóneas como monocotiledóneas, con un efecto similar entre ambas dosis. El hecho de que la dosis más baja fuera igualmente efectiva que la dosis más alta, nos llevó a seleccionar la primera como la óptima para controlar las malezas en los siguientes ensayos de campo, reduciéndose así la carga de trabajo y los costes.

En el segundo experimento de maceta, se evaluó el efecto fitotóxico temporal del abono verde a base de eucalipto con el fin de determinar la duración del efecto sobre la germinación y el crecimiento temprano del maíz y de dos especies diana de malas hierbas. Los resultados obtenidos mostraron inhibición de la germinación y del crecimiento de la dicotiledónea *A. retroflexus* en todos los tiempos ensayados. Sin embargo, el abono verde de eucalipto no pudo controlar la monocotiledónea *E. crus-galli*. Se observó reducción de la biomasa aérea del maíz al inicio del ensayo, dando lugar al establecimiento de un periodo de seguridad para la siembra del maíz de 12 a 15 días tras la incorporación del eucalipto al suelo, que posteriormente se adoptó en los experimentos de campo. Según estos resultados, se estableció la hipótesis de un modelo de dos fases en la dinámica de los efectos del eucalipto sobre el crecimiento del maíz. La primera fase, correspondiente a un periodo inhibitorio de 12 días tras la incorporación del eucalipto, se relacionó con la acumulación de compuestos volátiles en la atmósfera del suelo. Esta ‘fase volátil’ daría paso a una fase estimulatoria o ‘fase soluble’, relacionada con el principio de la descomposición del material vegetal y con la liberación de nutrientes al suelo.

Hasta ahora, se había demostrado la actividad fitotóxica del abono verde a base de hojas de eucalipto. Sin embargo, cuestiones como ‘¿Qué está ocurriendo exactamente a nivel químico?’ o ‘¿Cuáles son los compuestos potencialmente responsables de los efectos fitotóxicos observados en los ensayos de maceta?’ seguían sin resolver.

Para responder a estas preguntas, se llevaron a cabo ensayos *in vitro* desarrollados en el Capítulo 5, titulado **“The consistency between phytotoxic effects and the dynamics of allelochemicals release”** (*Consistencia entre los efectos fitotóxicos y la dinámica de liberación de aleloquímicos*). El objetivo de este capítulo fue validar el modelo de dos fases hipotetizado en los ensayos previos, a través del estudio del efecto del suelo en la evolución de los compuestos alelopáticos tras la incorporación del material vegetal. Se realizaron análisis secuenciales de fenoles y flavonoides por HPLC-DAD y de compuestos volátiles por HS-SPME/GC-IT-MS, junto con bioensayos *in vitro* de ambas fracciones soluble y volátil sobre la germinación y crecimiento de la especie modelo. Los resultados de este capítulo esclarecieron los patrones de la dinámica de fitotoxicidad y liberación de aleloquímicos durante el proceso de descomposición de las hojas de eucalipto incorporadas al suelo durante 30 días. El análisis químico reveló la presencia de 6 compuestos fenólicos y 10 compuestos volátiles, siendo el eucaliptol el compuesto mayoritario. Según los resultados obtenidos, tanto los compuestos fenólicos como volátiles mostraron una liberación continua y simultánea durante todo el periodo de descomposición de las hojas en el suelo, rechazando la hipótesis del modelo de dos fases descrito previamente. La fracción soluble pudo inhibir la germinación de la especie modelo *L. sativa* a lo largo del tiempo, pero no afectó a su crecimiento. Esta observación podría estar relacionada con la inhibición continua de la germinación de *A. retroflexus* observada en el ensayo temporal de macetas del Capítulo 4. Por otro lado, la fracción volátil no pudo inhibir la germinación de la especie modelo, sin embargo su crecimiento se vio afectado durante todo el periodo ensayado. Esto podría explicar las reducciones del crecimiento de *E. crus-galli* y maíz a medio plazo, observadas en el primer experimento de macetas del capítulo anterior. Hay que tener en cuenta que estas relaciones son especulativas, ya que el efecto fitotóxico de cada tipo de compuesto sobre ambos procesos (germinación y crecimiento) se ha estudiado sobre la especie modelo *L. sativa*, por lo que estos efectos podrían no ser extrapolables a otras especies diana.

Cabe señalar que, tanto los compuestos fenólicos como volátiles identificados y cuantificados en este trabajo fueron obtenidos mediante métodos de extracción ‘natural’, ya que en todos los análisis químicos se usó agua destilada como disolvente de extracción para los compuestos solubles, o técnicas donde se extraen y detectan solo aquellos volátiles que se liberan en la atmósfera (*headspace trapping techniques*). Es probable que, por esta razón, el número de compuestos obtenidos en este estudio haya sido menor en comparación con otras referencias en la literatura científica, donde usan métodos de extracción de alto rendimiento. Por tanto, cabe suponer que los compuestos identificados en este trabajo son los que realmente se encuentran en la atmósfera del suelo.

Finalmente, en el Capítulo 6 titulado “**On the suitability of *Eucalyptus globulus* green manure for field weed control**” (*Sobre la adecuación de *Eucalyptus globulus* como abono verde para el control de malezas en campo*) se llevaron a cabo experimentos de campo. Los objetivos de este capítulo fueron demostrar la eficacia bioherbicida de los residuos de eucalipto incorporados al suelo como abono verde en parcelas experimentales, mediante la descripción de sus efectos sobre la diversidad y abundancia de la flora arvense y sobre parámetros agronómicos del cultivo, así como evaluar el efecto del eucalipto sobre las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo a lo largo del ensayo. Los experimentos se llevaron a cabo en dos localidades distintas durante dos años consecutivos. Los resultados obtenidos demostraron la capacidad del eucalipto incorporado como abono verde para reducir la biomasa de las especies de malas hierbas dicotiledóneas y monocotiledóneas, en ocasiones llegando a mostrar igual efectividad que la escarda manual. Y, a pesar de ser campos de experimentación con una alta infestación de malas hierbas, se obtuvieron valores de biomasa de maíz superiores a las parcelas control. Los análisis sobre las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo mostraron que los restos de eucalipto incorporados como abono verde no producen efectos negativos sobre la calidad del suelo.



Foto 8: Ilustración para la portada de la Tesis, diseño de Betiana y Carolina González Puig

Derivadas de la “**Discusión general**” realizada en el Capítulo 7 (*General discussion*), de esta Tesis surgen las siguientes “**Conclusiones generales**”, que se exponen en el Capítulo 8 (*General conclusions*): (1) El extracto acuoso de hojas de *Eucalyptus globulus* reveló efectos fitotóxicos sobre la germinación, el crecimiento y otras variables medidas en especies modelo. A pesar de que se encontraron efectos fitotóxicos sobre algunos parámetros fisiológicos en plantas adultas de lechuga, se descartó el uso del extracto acuoso como bioherbicida de pos-emergencia; sin embargo, su uso como bioherbicida de pre-emergencia se mostró prometedor. Se concluye que *E. globulus* posee un cóctel de compuestos fitotóxicos (compuestos fenólicos y ácidos orgánicos) que podrían ser liberados por los residuos de hoja incorporados al suelo y, por tanto, interferir en la germinación y desarrollo de otras especies. (2) La combinación de ensayos *in vitro* con experimentos de maceta sobre los efectos fitotóxicos de las hojas de *E. globulus* fue muy útil para valorar su uso potencial para el control de malezas en campo. Se establece así una metodología adecuada y novedosa de bioensayos de invernadero en maceta para el estudio del potencial bioherbicida de cultivos y plantas silvestres. Se demuestra que el abono verde a base de filodios de eucalipto tiene capacidad herbicida sobre las especies arvenses *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Echinochloa crus-galli* y *Digitaria sanguinalis*. Para las especies ensayadas, se describen distintos procesos afectados según sea la especie diana dicotiledónea o monocotiledónea, con la inhibición de la germinación o del crecimiento a medio plazo, respectivamente. Se hipotetiza un modelo de dos fases en función de la dinámica de los efectos fitotóxicos observados sobre el crecimiento del maíz y, por tanto, se recomienda un periodo de seguridad para la siembra del maíz tras el enterramiento del abono verde de entre 12 y 15 días. Los resultados evidencian que la incorporación de hojas de *E. globulus* al suelo a la dosis más baja, puede ser una práctica viable para el control de malezas en ensayos de campo. (3) El estudio en profundidad del destino de los aleloquímicos presentes en hojas de *E. globulus*, reveló una dinámica de liberación continua y simultánea de los diferentes compuestos fenólicos y volátiles durante un periodo de 30 días de descomposición, rechazándose así el modelo de dos fases establecido previamente. La obtención de los compuestos fenólicos y volátiles se llevó a cabo mediante métodos de extracción ‘naturales’, llegando a identificar y a cuantificar 6 y 10 compuestos, respectivamente. El uso de esta metodología permite asumir que los compuestos identificados en este trabajo son aquellos que realmente se encuentran presentes en la atmósfera del suelo. La dinámica de liberación de este cóctel de aleloquímicos en el ambiente edáfico puede ser la responsable de los patrones de fitotoxicidad observados en los experimentos de laboratorio e invernadero.

Ambos tipos de compuestos tuvieron efectos fitotóxicos durante todo el periodo de ensayo, siendo los responsables de la inhibición de la germinación, en el caso de los compuestos solubles, o de la reducción del crecimiento en el caso de los volátiles. (4) Mediante un estudio integral de campo, se demostró que los residuos de cosecha de *E. globulus* incorporados al suelo como abono verde ejercieron un control a medio y largo plazo sobre las malas hierbas. El eucalipto pudo reducir significativamente las malas hierbas más dominantes y problemáticas como *D. sanguinalis* y *Chenopodium álbum*. Además, mostró una efectividad general sobre las malezas, en ocasiones llegando a ser incluso igual de efectivo que el tratamiento de escarda, lo que implicaría reducciones en carga de trabajo y costes. (5) Los resultados obtenidos sobre las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo de las parcelas de campo demostraron que el modo de incorporar los residuos de eucalipto como abono verde no deteriora la calidad del suelo. Y, (6) nuestros resultados ofrecen evidencias positivas sobre el uso de residuos de eucalipto incorporados al suelo como abono verde, siendo una herramienta barata, sostenible y respetuosa con el medio ambiente para el control de malas hierbas en producción ecológica de maíz, y potencialmente en otros cultivos tolerantes. Así, también se sugiere su uso como un método para reducir la excesiva dependencia de herbicidas de síntesis en la agricultura convencional.

En esta Tesis, el uso de los residuos de *Eucalyptus globulus* incorporados al suelo como abono verde para el control de malezas ha sido estudiado por primera vez, aportando valor a un sub-producto forestal como recurso para la sostenibilidad de la producción agrícola, especialmente en Agricultura Ecológica.

RESISTENCIA A HERBICIDAS EN ARROZ

Maria Dolores Osuna, Ignacio Amaro, Fátima Mendoza, Yolanda Romano (Centro de Investigaciones Científicas de Extremadura, CICYTEX);

José Antonio Palmerín (Servicio de Sanidad Vegetal, Junta de Extremadura);

José María Quiles (Servicio de Producción Agraria, Junta de Extremadura)

1.- ¿QUÉ ES LA RESISTENCIA A HERBICIDAS?

La **resistencia** a herbicidas es la capacidad heredable de una población de malas hierbas, para sobrevivir a un tratamiento herbicida que previamente la controlaba. No hay que confundir resistencia con tolerancia. Se define **tolerancia** como la capacidad inherente de una especie para sobrevivir y reproducirse después de un tratamiento herbicida; la especie tolerante nunca ha podido ser controlada por ese determinado herbicida.

2.- SÍNTOMAS EN CAMPO QUE HACEN SOSPECHAR PRESENCIA DE RESISTENCIA

La presencia de resistencia en el campo se puede sospechar, entre otros, por los síntomas indicados a continuación:

- Después del tratamiento, hay plantas con apariencia saludable junto a otras muertas de la misma especie.
- La especie fue previamente bien controlada por el mismo herbicida y dosis, pero se ha observado una disminución gradual del control en el tiempo.
- El mismo herbicida (o herbicida con el mismo modo de acción) se ha utilizado en varias ocasiones en esta parcela.
- Rodales de una mala hierba sobreviven persistentemente al tratamiento con un herbicida/s dado/s.
- La resistencia en las mismas especies de malas hierbas/herbicidas ocurre en campos próximos.

La resistencia debe ser confirmada por ensayos específicos con técnicas/metodologías adecuadas para ello. Hay que tener en cuenta la existencia de factores que pueden influir en la falta de control detectada, tales como: aplicación defectuosa, dosis inadecuada o fecha de tratamiento inapropiada, estadio de las malas hierbas, germinaciones posteriores al tratamiento, etc.

3.- COMO SE SELECCIONAN LAS POBLACIONES RESISTENTES EN CAMPO

Año 1:

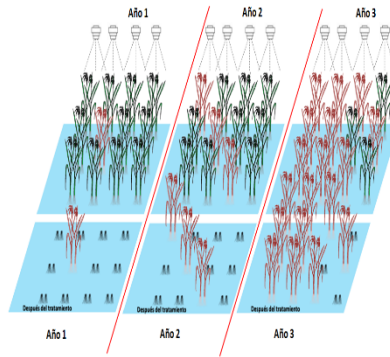
- Existe siempre la probabilidad de que ciertos individuos dentro de una población sean genéticamente resistentes a un determinado herbicida.
- Después del tratamiento, sólo los individuos que sobrevivan serán resistentes, crecerán y producirán semillas.

Año 2:

- Un tratamiento utilizando un herbicida con el mismo modo de acción incrementará el número de individuos resistentes de una población.

Año 3:

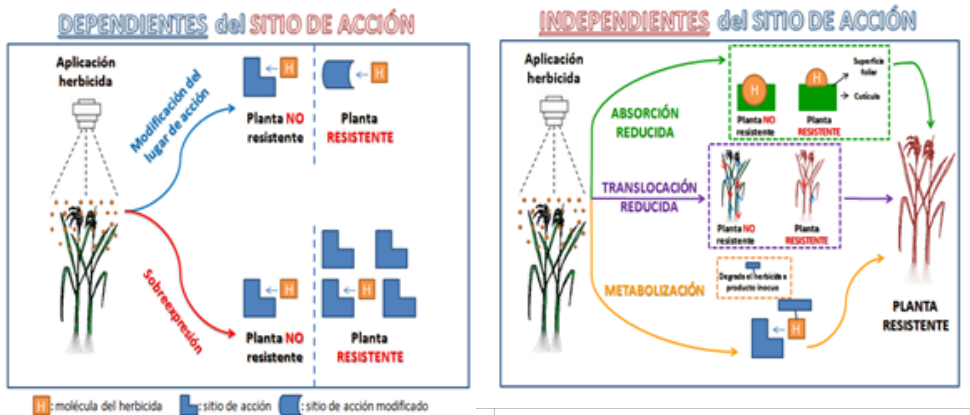
- La reiteración de tratamientos con herbicidas con el mismo modo de acción causará aumento de los individuos resistentes, llegando a provocar que el herbicida ya no sea efectivo.



4.- MECANISMOS DE RESISTENCIA A HERBICIDAS

Se denomina “mecanismo de resistencia” al proceso mediante el cual una planta consigue anular la acción fitotóxica del herbicida. El conocimiento de los mecanismos implicados en la resistencia es esencial para designar programas de manejo de malas hierbas resistentes a herbicidas. Los principales mecanismos de resistencia que se encuentran en malas hierbas se detallan a continuación y se representan en las gráficas:

- **DEPENDIENTES DEL SITIO DE ACCIÓN:** En este caso, el principal mecanismo es la **pérdida de afinidad por el sitio de acción**. Los herbicidas resultan letales para las plantas debido a su actuación sobre un sitio de acción primario, generalmente una enzima. Cualquier modificación en la estructura de esta enzima (principalmente, a causa de una mutación) puede dar como resultado una pérdida de afinidad del herbicida por esta enzima.



- **INDEPENDIENTES DEL SITIO DE ACCIÓN:** Para que un herbicida sea efectivo es necesario que alcance su sitio de acción y en una concentración suficiente para que sea letal. Cualquier causa que provoque una falta de movimiento del herbicida en planta hará que éste no sea letal. Esto puede lograrse mediante una **reducción en la absorción o translocación** o por una **secuestro** del herbicida. También puede existir una **metabolización** del herbicida a compuestos no tóxicos; en este caso las poblaciones resistentes son capaces de degradar el herbicida antes de que éste cause daños irreversibles.

5.- CASOS CONFIRMADOS DE RESISTENCIA EN EXTREMADURA

En Extremadura, se han detectado y confirmado resistencias a herbicidas inhibidores de la ACCasa en *Echinochloa* spp. (serreig) y en *Leptochloa* spp. (hierba gitana). También se han encontrado resistencias a herbicidas inhibidores de la ALS en *Cyperus difformis* (juncia). Para más información consultar CICYTEX/Servicio de Sanidad Vegetal, Junta de Extremadura.



Foto 9: Juncia y *Echinochloa* en Extremadura

6.- RECOMENDACIONES PARA RETRASAR LA EVOLUCIÓN DE RESISTENCIA

Prácticas culturales:

- Empleo de semilla certificada.
- Control de las malas hierbas no afectadas por el herbicida en la parcela mediante control manual o mediante tratamientos con herbicidas no selectivos.
- Evitar la dispersión de las malas hierbas resistentes mediante la limpieza de equipos, cosechadoras y resto de aperos empleados.
- Rotación de cultivos cuando sea posible.
- Mantener nivel de agua adecuado.

Uso de herbicidas:

- Evitar el uso de herbicidas con el mismo modo de acción repetidamente dentro de la misma campaña o en campañas sucesivas.
- Usar la técnica de la falsa siembra cuando sea posible previa a la siembra del cultivo, intentando homogeneizar la nascencia de malas hierbas.
- Debido a las resistencias encontradas, intentar no usar inhibidores de la ALS o de la ACCasa como único medio de control.
- Mantener registros históricos de los herbicidas utilizados dentro de cada parcela.

7.- HERBICIDAS AUTORIZADOS EN ARROZ EN ESPAÑA

En la siguiente tabla se muestran los herbicidas autorizados en la actualidad en el cultivo de arroz en España, así como las autorizaciones excepcionales:

Materia activa (modo acción)	Nombre/Casa comercial	Dosis	Especies (*)
PRE			
Cicloxidim 10% (A)	Focus/BASF	2-3 l/ha	AS, ECH
Cletodim 12% (A)	Varios/Varias	1,5 l/ha	AS
Cletodim 24% (A)	Select/ARYSTA	0,75 l/ha	AS
Propaquizafop 10% (A)	Varios/Varias	1,25-1,5 l/ha	AS, ECH
POST			
Azimsulfuron 50% (B)	Gulliver/Dupont	40-50 g/ha	AL, AM, BE, CIP, ECH, HE, LIN, SC, TIF
Bensulfuron-metil 60% (B)	Varios/Varias	80-100 g/ha	AL, CIP, DIC
Bentazona 48% (C3)	Varios/Varias	2 l/ha	CIP/DIC
Bentazona 87% (C3)	Basagran SG/BASF	1-1,15 kg/ha	CIP/DIC
Bispiribac-sodio 40,8% (B)	Nominee/Bayer	50-75 cc/ha	CIP/ECH
Cihalofof-butil 20% (A)	Clincher/Dow	1,5 l/ha	ECH, LEP, PAS
Clomazona 36% (F3)	Command/FMC	1 l/ha	ECH
Halosulfuron-metil 75% (B)	Permit/Kenogard	30-50 g/ha	CIP/DIC
Imazamox 4% (B) (**)	Pulsar 40/BASF	0,875 l/ha	AS, HE, LEP, ECH
Imazosulfuron 10,7% (B)	Kocis/Sipcam	0,7-0,8 l/ha	AL, CIP, EL, LIT, PON, TIF
MCPA 40% (O)	Varios/Varias	1,25 l/ha	DIC
MCPA 50% (O)	Varios/Varias	1 l/ha	DIC
Pendimentalina 27,5%+ Clomazona 5,5%CS	Bismark/Sipcam	2-3l/ha	MONO/DI
Penoxsulam 2,04% (B)	Viper/Dow	2 l/ha	AL, AM, CIP, ECH
Penoxsulam 1,33% + Cihalofof 10%	Viper Max/ Dow	3 l/ha	ECH, LEP
Penoxsulam 1,6% + Triclopir 12%OD	Pindar/Dow	2,5kg/ha	AM,BI,ECH,CIP,HE,BOL, SCHO
Profoxidim 20% (A)	Aura/BASF	0,5-1 l/ha	ECH, LEP
AUTORIZACIONES EXCEPCIONALES			
Molinato 7% (N)	Varios/Varias	12,5kg/ha	ECH, TIF
Oxadiazon 38% (E)	Ronstar/Bayer Cropscience	0,65-1,3 l/ha	HE
Propanil 48% (C2)	Stam/UPL	1 l/ha	AL, AM, CIP,ECH, LEP

(*)AL: Alismataceas; AM: Ammania; AS: arroz salvaje; BE: Bergia; BI: Bideus; BOL: Bolboschoenus; CIP: Ciperaceas; DIC: Dicotiledóneas; ECH: *Echinochloa*; EL: Elatináceas; HE: Heteranthera; LIN: Lindermia; LIT: Litráceas; MONO: monocotiledóneas; PAS: Paspalum; PON: Pontedaráceas; SC: Scirpus; SCHO: Schoenoplectus; TIF: Tifa

(**) Uso sistema Clearfield, 2 aplicaciones

Financiado por: Proyecto INIA RTA2014-00033-C03-01
(Actualizado a fecha del 30 de Noviembre del 2016)

XXII Curso de Reconocimiento de Plántulas y Diásporas de Malas Hierbas

Durante los días 30 enero al 2 de febrero de 2018 tendrá lugar en Lleida el XXII Curso de Reconocimiento de Plántulas y Diásporas de Malas hierbas. Debemos comunicar que el curso se encuentra actualmente completo y no se admitirá ninguna inscripción más.

XXII EDICIÓN

TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO DE PLÁNTULAS Y DIÁSPORAS DE MALAS HIERBAS

Lleida, 30 de enero al 2 de febrero de 2018

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària - Universitat de Lleida

Coordinador del curso:
Dr. Jordi Recasens Guinjuan

Profesorado del curso:
Dr. Jordi Recasens Guinjuan, UdL.
Dr. Josep Antoni Conesa Mor, UdL.
Dr. Andreu Taberner Palou, SSV-DAP, UdL.
Dr. Anna Royo Enal, UdL.
Dr. Joel Terra Farré, UdL.
Dr. José M. Montull Daniel
Sr. Jaume Planes, SYNGENTA

Colaboradoras:
Sra. Neus Mas, UdL.
Sra. Sandra Cervelló, UdL.

Secretaría del curso:
Sra. Neus Mas
(neus.mas@udl.cat)

Universitat de Lleida

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària

XXII EDICIÓN

Lleida, del 30 enero al 2 de febrero de 2018

TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO DE PLÁNTULAS Y DIÁSPORAS DE MALAS HIERBAS



Sociedad Española de Malherbología



The Chemical Company



Plántula de *Arundo donax*

XIV Edición del Curso de Reconocimiento de Malas Hierbas de Cultivos de Verano

El complemento a la edición del Curso de Reconocimiento de Plántulas Y Diásporas de Malas Hierbas, corresponderá a la XIV edición del curso de reconocimiento de malas hierbas de cultivos de verano. Dicha edición tendrá lugar los días 2 y 3 de mayo de 2018.

Interesados pueden contactar con Neus Mas: neus.mas@udl.cat, o Jordi Recasens: jrecasens@hbj.udl.cat

Publicaciones de socios Agosto- Noviembre 2017

Aboutalebian, M.A., Nazari, S., Gonzalez-Andujar, J.L. (2017) Evaluation of a model for predicting *Avena fatua* and *Descurainia Sophia* seed emergence in winter rapeseed. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15 (2), art. no. e03SC01, .

Armengot, L., José-María, L., Chamorro, L., Sans, F.X. (2017) *Avena sterilis* and *Lolium rigidum* infestations hamper the recovery of diverse arable weed communities. *Weed Research*, 57: 278-286.

Baraibar, B., Canadell, C., Torra, J., Royo-Esnal, A., Recasens, J. (2017) Weed seed fate during summer fallow: the importance of seed predation and seed burial. *Weed Science*, 65: 515-524.

Barroso, J., McCallum, J., Long, D. (2017) Optical sensing of weed infestations at harvest. *Sensors (Switzerland)*, 17 (10), art. no. 2381.

Díaz-Tielas, C., Graña, E., Maffei, M.E., Reigosa, M.J., Sánchez-Moreiras, A.M. (2017) Plasma membrane depolarization precedes photosynthesis damage and long-term leaf bleaching in (E)-chalcone-treated Arabidopsis shoots. *Journal of Plant Physiology*, 218: 56-65.

Domínguez-Mendez, R., Alcántara-De La Cruz, R., Rojano-Delgado, A.M., Fernández-Moreno, P.T., Aponte, R., De Prado, R. (2017) Multiple mechanisms are involved in new imazamox-resistant varieties of durum and soft wheat *Scientific Reports*, 7 (1), art. no. 14839, .

Fernández-Escalada, M., Zulet-González, A., Gil-Monreal, M., Zabalza, A., Ravet, K., Gaines, T., Royuela, M. (2017) Effects of EPSPS copy number variation (CNV) and glyphosate application on the aromatic and branched chain amino acid synthesis pathways in *Amaranthus palmeri*. *Frontiers Plant Science*, Nov 16;8:1970.

Fernández-Moreno, P.T., Travlos, I., Brants, I., De Prado, R. (2017) Different levels of glyphosate-resistant *Lolium rigidum* L. among major crops in southern Spain and France. *Scientific Reports*, 7 (1), art. no. 13116-

Gherekhloo, J., Fernández-Moreno, P.T., Alcántara-De La Cruz, R., Sánchez-González, E., Cruz-Hipolito, H.E., Domínguez-Valenzuela, J.A., De Prado, R. (2017) *Pro-106-Ser* mutation and EPSPS overexpression acting together simultaneously in glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) *Scientific Reports*, 7 (1), art. no. 6702.

Gil-Monreal, M., Zabalza, A., Missihoun, T.D., Dörmann, P., Bartels, D., Royuela, M. (2017) Induction of the PDH bypass and upregulation of the *ALDH7B4* in plants treated with herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. *Plant Science*, 264: 16-28

Graña, E., Costas-Gil, A., Longueira, S., Celeiro, M., Teixeira, M., Reigosa, M.J., Sánchez-Moreiras, A.M. (2017) Auxin-like effects of the natural coumarin scopoletin on *Arabidopsis* cell structure and morphology. *Journal of Plant Physiology*, 218: 45-55.

Juárez-Escario, A., Conesa, J.A., Solé-Senan, X.O. (2017) Management as a driver of functional patterns and alien species prominence in weed communities of irrigated orchards in Mediterranean areas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249: 247-255.

Loureiro, I., Escorial, C., Hernández Plaza, E., González Andújar, J.L., Chueca, M.C. (2017) Current status in herbicide resistance in *Lolium rigidum* in winter cereal fields in Spain: Evolution of resistance 12 years after. *Crop Protection*, 102: 10-18.

Nieto, J., García-Fuentes, A., García, L.M., Fernández-Ondoño, E. (2017) Study of the nutritional dynamic in olive leaves: Periods of analytical stability. *Spanish Journal of Soil Science*, 7: 40-58.

Solé-Senan, X.O., Juárez-Escario, A., Robleño, I., Conesa, J.A., Recasens, J. (2017) Using the response-effect trait framework to disentangle the effects of agricultural intensification on the provision of ecosystem services by Mediterranean arable plants. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 247: 255-264.

Torra, J., Rojano-Delgado, A.M., Rey-Caballero, J., Royo-Esnal, A., Salas, M.L., De Prado, R. (2017) Enhanced 2,4-D metabolism in two resistant *Papaver rhoeas* populations from Spain. *Frontiers Plant Science*, 2017 Sep 13;8:1584.

Zabalza, A., Orcaray, L., Fernández-Escalada, M., Zulet-González, A., Royuela, M. (2017). The pattern of shikimate pathway and phenylpropanoids after inhibition by glyphosate or quinate feeding in pea roots. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 141:96-102.

PRÓXIMOS CONGRESOS Y REUNIONES

9- 11 enero 2018, Brighton, Sussex, UK

International advances in pesticide application by the association of applied biologists

<http://www.aab.org.uk/contentok.php?id=203&basket=wwsshowconfdets>

22-24 enero 2018, Atlanta, GA, USA

Southern Weed Sci. Soc. Annual Meeting

<https://www.swss.ws/annual-meeting/>

29 enero-1 febrero 2018, Arlington, Virginia, USA

Weed Science Society of America 2018 Annual Meeting

<http://wssa.net/meeting/2018-meeting/>

27 febrero– 1 marzo 2018, Braunschweig, Germany

28th German Conference on Weed Biology and Weed Control

<http://www.unkrauttagung.de>

19 – 22 marzo 2018, Baltimore, Maryland, USA

9th International IPM Symposium

<https://ipmsymposium.org/2018/>

27 – 28 marzo 2018, Worcester University, UK

Ecosystem and Habitat Management: Research, Policy, Practice

<http://www.aab.org.uk/contentok.php?id=204&basket=wwsshowconfdets>

17 – 21 junio 2018, Ljubljana, Slovenia

18th EWRS (European Weed Research Society)

International Symposium

"New approaches for smarter weed management"

<http://www.ewrs2018.org/>

The first circular is available at:

<http://www.ewrs2018.org/news/first-circular/>

Abstract submission is now open at the web

site: <http://www.ewrs2018.org/call-for-abstracts/>

Información actualizada sobre congresos de malherbología:
 EWRS: http://www.ewrs.org/coming_events.asp
 WSSA: <http://wssa.net/meeting/calendar-of-meetings/>
 BCPC: <http://www.bcpc.org/events/event-calendar>
 IWSS: <http://www.iwss.info/coming.php>

Libro ¿Qué sabemos de las malas hierbas? a la venta

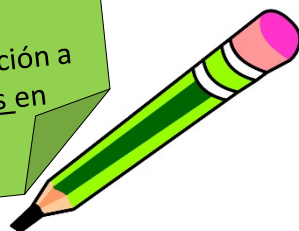
El libro "¿Qué sabemos de las malas hierbas?" publicado recientemente por César Fernández-Quintanilla y José Luis González Andújar puede adquirirse a través de la plataforma de venta por internet de Amazon (<https://www.amazon.es/Las-malas-hierbas-Que-sabemos/dp/8490973385>)

Nota aclaratoria ISSN (2)

En el pasado Boletín SEMh (82) se informó de un fallo tipográfico que había habido en el ISSN hasta el número 81. Nos gustaría puntualizar que dicho fallo en la numeración no se debió en ningún momento a las personas encargadas de la edición del Boletín, sino a un fallo en el número ISSN que se facilitó desde el catálogo de la Biblioteca Nacional de España (BNE).

Colaboración en la elaboración de las fichas de malas hierbas

En los boletines se ha venido incluyendo una interesante ficha sobre diferentes malas hierbas, con información y fotos en distintos estadios. Estas fichas se han elaborado habitualmente por el socio Fernando Bastida (Universidad de Huelva). Desde la edición del boletín queremos agradecer su participación a Fernando y queremos solicitar la colaboración de otros socios en esta interesante aportación al boletín.



SOCIOS PROTECTORES DE LA SEMh

ADAMA



NichinoEurope



syngenta

