

Nº 96 Abril de 2022



# Boletín de la *Sociedad* *Española de Malherbología*

Fundada en 1989



[www.semh.net](http://www.semh.net)

## Junta Directiva SEMh (2019-2022)

### María Dolores Osuna Ruiz

Centro de Investigaciones Científicas y  
Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)  
Presidenta

### Marco Vignini

Gowan Española Fitosanitarios  
Vicepresidente

### Ana Isabel Marí León

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

### Aritz Royo Esnal

ETSEA  
Universitat de Lleida  
Tesorero

### Joaquín Aibar Lete

Universidad de Zaragoza  
Vocal

### Manolo Vargas Pabón

FTS Agroconsulting  
Vocal

### Ana Zabalza Aznárez

Universidad Pública de Navarra  
Vocal

### Joel Torrá Farre

ETSEA  
Universitat de Lleida  
Vocal

## SUMARIO

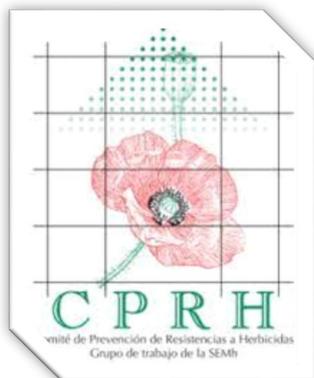
Reunión CPRH 2022	1-3
Más de 50 asistentes en la XXV edición del curso de reconocimiento de malas hierbas y Reedición del libro malas hierbas en plántula	4-6
Frank Forcella, investido Doctor Honoris Causa por la Universitat de Lleida	7-8
Celebrado el curso avanzado “Advances in weed management for sustainable agriculture”	9-11
Aplicación, en campos de maíz, de tecnología UAV y de análisis de imágenes en la detección de infestaciones de malas hierbas y su relación con el rendimiento del cultivo ( <b>Informe Beca SEMh 2018</b> )	12-20
Fisiología de la resistencia múltiple a los herbicidas glifosato e inhibidores de acetolactato sintasa en <i>Amaranthus palmeri</i> ( <b>Tesis doctoral</b> )	21-25
Malherbología en la RAE	26
Oferta predoctoral en la Universitat de Lleida	26
XVIII Congreso de SEMh: 26-29 abril en Mérida	27-30
Publicaciones de socios/as diciembre 2021-marzo 2022	31-33
Próximos Congresos	34
Weminars y videos disponibles on-line	35
Avisos	36

Imagen de portada: *Las hermanas pequeñas de ECHsp*, de Manolo Vargas.

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

## Resumen REUNIÓN CPRH 2022

(por José María Montull, Coordinador)



El día 8 de febrero de 2021 se celebró, por medios telemáticos, la reunión anual del CPRH (Comité Prevención Resistencia a Herbicidas), grupo de trabajo de la SEMh. La reunión se inició a las 15:00, con la bienvenida por parte del Coordinador, José María Montull y de la Presidenta de la SEMh, María Dolores Osuna. En la reunión participaron 37 socios.

La primera parte de la reunión estuvo dedicada a *Amaranthus palmeri*, mala hierba invasora con potencial para desarrollar resistencias a la mayor parte de grupos químicos.

### Los trabajos presentados fueron los siguientes:



**Alfredo Manicardi**, de la UdL, presentó los primeros resultados de los perfiles de resistencia de biotipos de *Amaranthus palmeri* recogidos por toda España.

**Josep María Llenes**, del SSV de la Generalitat de Catalunya, presentó los resultados de las prospecciones realizadas durante la pasada campaña para detectar *Amaranthus palmeri* en Cataluña



**Ana Isabel Marí**, del CITA del Gobierno de Aragón, presentó los resultados de las prospecciones realizadas en Aragón y los trabajos sobre estrategias de control de *Amaranthus palmeri*.

**Joaquín Aibar**, de la Universidad de Zaragoza, informó sobre el curso “Avances en la gestión de malas hierbas para una agricultura sostenible”, que se ha organizado del 28 de marzo al 1 de abril en el IAMZ de Zaragoza y donde se han cumplido las expectativas de inscripción.



**José María Montull**, Coordinador del grupo, habló sobre la reunión que se organizó por el European HRAC (Herbicide Resistance Action Comitee) para conocer la situación de los grupos de prevención de resistencia a herbicidas en los diferentes países que comprende el EHRAC con el objetivo de mejorar la comunicación y la coordinación entre los diferentes países.

**Carlos Sousa**, de la Universidad de Sevilla, presentó una webapp para predecir la emergencia de diferentes especies de malas hierbas, la cual es interesante para mejorar el manejo de biotipos resistentes a herbicidas.



**María Dolores Osuna**, del CICYTEX, presentó la actualización de los resultados de los trabajos que están llevando a cabo para la determinación de los mecanismos de resistencia de malas hierbas a herbicidas en el cultivo del arroz.

Iñigo Loureiro, del INIA, presentó un resumen sobre la situación de las resistencias a inhibidores de la ALS en gramíneas de verano, especialmente *Digitaria* y *Setaria*, que están incrementando su importancia en el centro de España.



Irache Garnica, del INTIA de Navarra presentó los trabajos sobre manejo de biotipos problemáticos en cereal de invierno en la zona central de Navarra donde se están incrementando los problemas de control de *Alopecurus myosuroides*.

Finalmente, después de la revisión de los folletos editados por el grupo y la propuesta de elaboración de nuevos folletos, la reunión finalizó a las 19.30h.



Imagen 1: Folletos sobre diferentes cultivos y malas hierbas editados por la CPRH



Universitat de Lleida

## Más de 50 asistentes en la XXV edición del Curso de Reconocimiento de Malas Hierbas y Reedición del Libro Malas Hierbas en Plántula

(por Jordi Recasens)

En las últimas dos semanas han tenido lugar dos importantes eventos en la ETSEA de la Universitat de Lleida (UdL). Por un lado, entre los días 1 y 4 de febrero se impartió la XXV edición del curso de Reconocimiento de Plántulas y Diásporas de Malas Hierbas organizado por el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de dicho centro y, por otro, el 28 de enero, se celebró un acto de conmemoración de dicha efeméride y la presentación de la segunda edición del libro Malas Hierbas en Plántula.

### XXV Curso de Reconocimiento de Malas Hierbas

Como en ediciones anteriores, este curso contó con el patrocinio de la Sociedad Española de Malherbología y de la empresa BASF. El curso tuvo una asistencia de 51 personas, procedentes de diferentes zonas geográficas de España; 43 de ellas representantes de empresas de agroquímicos, empresas de servicios o de distribución, seis estudiantes del Máster de Protección Integrada de Cultivos y dos estudiantes de doctorado de Italia y Túnez. La inscripción de estos últimos fue financiada por la ayuda de la SEMh.



Foto 1 : Foto de los asistentes a la XXV edición del curso.

El curso se desarrolló entre aula, laboratorio, sesiones de informática y sobretodo en campo. Se visitaron campos de cereal, viñas, frutales y zonas ajardinadas. Una de las sesiones estuvo dedicada de forma específica al reconocimiento de diásporas (frutos y semillas) de las principales malas hierbas en base a criterios de morfología externa.

En las sesiones de informática se mostraron las diferentes páginas Web existentes en internet, relacionadas con la temática. A su vez, se presentó el sistema IPMwise, un sistema de apoyo a la decisión para el control de malas hierbas en cereales de invierno, maíz y alfalfa que el grupo ha desarrollado en los últimos años.

Esta XXV edición se realizó con un tiempo magnífico, cosa que ayudó a que las sesiones de campo fueran realmente agradables y amenas. Cabe destacar la recepción realizada por la bodega Raimat durante una de las sesiones de campo en viñedos. Durante el curso se vivió un ambiente cordial, un agradable compañerismo y proximidad entre todos los asistentes.

Se ha anunciado ya la XVII edición del curso de malas hierbas de verano que tendrá lugar los días 3 y 4 de mayo de 2022

<https://www.grem.udl.cat/cursos/xvii-curso-de-malas-hierbas-de-cultivos-de-verano>

## Acto académico por las XXV ediciones y presentación del libro Malas Hierbas en Plántula

El día 28 de enero en la sala de actos de la ETSEA de la UdL se llevó a cabo un acto de conmemoración de las XXV ediciones del curso de Malas Hierbas y la presentación de la segunda edición del libro. En dicho acto se contó con la presencia del Sr. Narciso Pastor, Vicerrector de la Universidad y del Sr. Jordi Graell, Director de la ETSEA.

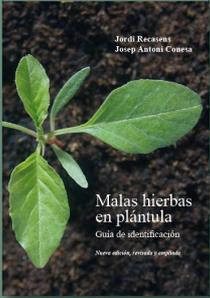


**Foto 2:** Foto oficial del acto de presentación: de izquierda a derecha: Carlos Martín (Bayer), José Dorado (ICA-CSIC), Josep A. Conesa (coautor), Narciso Pastor (Vicerrector UdL), Samuel Gil (Bayer), Jordi Graell (Director ETSEA) y Jordi Recasens (coautor).

El profesor Jordi Recasens hizo una retrospectiva de lo que han representado estas XXV ediciones, haciendo hincapié en la colaboración habida desde un principio con el Servicio de Sanidad Vegetal en las actividades de transferencia realizadas. Estas XXV ediciones sería el exponente de dicha actividad de transferencia, resaltando que en ellas se manifiesta el continuo interés en realizar una correcta diagnosis en la detección de malas hierbas en plántula. A continuación, el Dr. José Dorado, Director del Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC de Madrid y expresidente de la SEMh, realizó la presentación de la obra, celebrando el poder disponer de una segunda edición y valorando las novedades que se incluyen en la misma. Tras su intervención, el Sr. Samuel Gil, en representación de Bayer CropScience y como empresa patrocinadora del libro, expuso la satisfacción de poder apoyar esta edición, obra de referencia en malherbología en España. Finalmente, el profesor Josep Antoni Conesa y como coautor del libro, detalló todos los aspectos que han sido incorporados o modificados en esta segunda edición, agradeciendo a Bayer CropScience su apoyo y al Servicio de Ediciones y de Publicaciones de la UdL la detallada tarea realizada. Como colofón del acto, el Vicerrector N. Pastor y el Director de la ETSEA J. Graell, valoraron ambos, el modelo de equilibrio entre la actividad de docencia, investigación y transferencia que lleva a cabo el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la UdL.

El libro puede adquirirse a través del servicio de publicaciones de la UdL:

<https://www.publicacions.udl.cat/producte/malas-hierbas-en-plantula-guia-de-identificacion-nueva-edicion-revisada-y-ampliada/>



**Malas hierbas en plántula**  
Guía de identificación  
*Nueva edición, revisada y ampliada*

**Jordi Recasens**  
**Josep Antoni Conesa**

La presente obra aporta una detallada y exhaustiva información con el fin de poder identificar unas 330 especies de malas hierbas en estado de plántula. El tratamiento seguido resulta fácilmente comprensible y está apoyado por más de 1.000 fotografías a color, más de 400 dibujos y 50 tablas comparativas. Constituye el exponente de la experiencia acumulada por parte de los autores, durante 30 años, en el estudio de las malas hierbas de nuestros cultivos.

Disponible en: <https://www.publicacions.udl.cat> o físicamente en la librería de la Universitat de Lleida.

Universitat de Lleida  
Bayer CropScience



Universitat de Lleida

## FRANK FORCELLA, INVESTIDO DOCTOR *HONORIS CAUSA* POR LA UNIVERSITAT DE LLEIDA (por Jordi Recasens)

El pasado día 17 de marzo, tuvo lugar en la Universitat de Lleida, el acto de investidura de Frank Forcella como **Doctor Honoris Causa**. Esta distinción es el máximo reconocimiento que una universidad otorga a una persona por sus méritos personales, sociales o científicos a tenor de su trayectoria personal o investigadora y del impacto de sus trabajos o actividades realizadas.



El Dr. Frank Forcella es un investigador de los EEUU que ha realizado notables contribuciones en el campo de la agronomía y en concreto en el de la malherbología. Su actividad la ha desarrollado, de manera preferente, en el Servicio de Investigación Agraria (ARS) del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA) con sede en Morris (Minnesota) y en la Universidad de Minnesota (UMN). Ha sido reconocido y premiado por la American Society of Agronomy (ASA), la North Central Weed Science Society (NCWSS) y por la Weed Science Society of America (WSSA) y, a su vez, nombrado consultor experto en temas agronómicos por parte de la ONU, la FAO, USDA y diversas universidades.

Ha sido un investigador que ha profundizado de forma muy exitosa en estudios sobre biología de malas hierbas y en la optimización de su control a partir de la predicción de su emergencia. Los resultados más relevantes de su trabajo han sido: a) el desarrollo de modelos de predicción de la emergencia de malas hierbas a partir del modelo "SMT2"; b) el desarrollo de sistemas de ayuda a la decisión a partir de datos de tipo biológico que han permitido reducir los inputs a base de herbicidas; c) el desarrollo de modelos de dormición de malas hierbas según regiones de los EEUU; d) estudiar los servicios ecosistémicos que puede aportar la flora arvense de los campos de cultivo en beneficio del propio sistema, de manera especial favoreciendo la presencia de insectos polinizadores o profundizando en el aprovechamiento de especies, que antaño eran malas hierbas y ahora han devenido cultivos oleaginosos. En este sentido, cabe citar aquí sus importantes trabajos con las especies *Camelina sativa* o *Thlaspi arvense*.

El Dr. Forcella fue invitado como ponente en el Congreso de la SEMh celebrado en Albacete en 2007 por parte de J.L. González Andújar, entonces presidente. Tras esa invitación, ha venido manteniendo una estrecha colaboración con varios socios de la SEMh, el mismo J.L. González, Andújar (IAS-CSIC Córdoba), el profesor de la Universidad de Sevilla J. M. Urbano y miembros del grupo de la Universitat de Lleida, en especial con A. Royo. La colaboración con el grupo de la Universitat de Lleida se ha proyectado en diferentes facetas, entre ellas dando apoyo a una de las líneas de investigación sobre modelización de germinación, emergencia y desarrollo de malas hierbas; colaborando en publicaciones científicas; acogiendo investigadores en su laboratorio en Morris (EEUU) e impartiendo varios seminarios y conferencias en el máster de Protección Integrada de Cultivos de esa universidad.

Los trabajos del Dr. Forcella han dado un gran impulso y, a su vez, madurez científica a la malherbología. Esa disciplina científica que nos ocupa, y que integra de manera fascinante la biología vegetal, la ecología, los modelos matemáticos y la agronomía.

El acto de investidura como *Honoris Causa* puede visionarse en el siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=8mE00MAaaLc>



**Foto 3 :** El rector de la UdL invistiendo al Dr. Forcella *Honoris Causa* bajo a la atenta mirada de nuestro compañero Jordi Recasens.



## **CELEBRADO EL CURSO AVANZADO Advances in weed management for sustainable agriculture (por Joaquín Aibar)**

Sin duda conocéis el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM Zaragoza) es uno de los cuatro Institutos del Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM), junto con el de Bari en Italia, Montpellier en Francia y Chania en Grecia. Desde 1990 se han realizado varios cursos en el ámbito de la Malherbología en 1990, 1993, 1997 y 2012. Desde la Junta Directiva de la SEMh hemos pensado que ya había pasado un tiempo sustancial, durante el cual se han producido cambios importantes en nuestra especialidad (desaparición de materias activas, cambios en la nomenclatura de los modos de acción, introducción de nuevas especies problemáticas, aparición de casos de resistencias, problemas derivados del cambio climático y concienciación social sobre el modo de controlar las malas hierbas...). Finalmente, el IAMZ apoyó la realización del curso: [AVANCES EN LA GESTIÓN DE MALAS HIERBAS PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE.](#)

El curso se ha sido organizado y se ha desarrollado en las instalaciones del IAMZ de Zaragoza, situado en el Campus de Aula Dei del 28 de marzo al 1 de abril pasado. Ha contado con la colaboración del ICARDA, el CITA, la EWRS y la Sociedad Española de Malherbología. Nuestra Sociedad ha colaborado financiando 7 becas de matrícula y proporcionando los contactos que han hecho posible elaborar el programa y el panel de profesores.

Contó con 32 participantes de 10 países y las clases fueron impartidas por 15 profesores. La organización científica fue llevada a cabo por los Dres: Lammert Bastiaans, Paolo Bàrberi, Jordi Recasens, José Dorado, Alicia Cirujeda y Joaquín Aibar. Fueron coordinados por Ramzi Belkhodja, administrador de los Cursos de Producción, Sanidad y Mejora Vegetal del IAMZ al que desde estas líneas le queremos dar nuestro agradecimiento por su estupenda labor.

El Programa se desarrolló en cinco partes, más una serie de talleres y visitas técnicas. Una primera sesión trató “El marco en el que se encuentra la Agricultura bajo la perspectiva del siglo XXI”, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas para 2030, el Pacto Verde Europeo,

Estrategias De la Granja a la Mesa y Biodiversidad 2030 la nueva PAC, el ascenso del paradigma agroecológico y el incremento de soluciones *high-tech* para la agricultura de precisión.

En segundo lugar, se abordaron los “Desafíos actuales en el control de malas hierbas”, la importancia de las malas hierbas en la producción de los cultivos desde el punto de vista agronómico y social, el uso no adecuado de los herbicidas y resistencia a herbicidas, las restricciones en el uso de herbicidas y nuevas malas hierbas emergentes.

En tercer lugar se impartieron clases para enmarcar la gestión de malas hierbas en el contexto de la agricultura sostenible, destacando la importancia del enfoque sistémico, la gestión agrícola y provisión de servicios agroecosistémicos, la Agrobiodiversidad funcional y gestión sostenible de malas hierbas y el manejo integrado de malas hierbas (IWM), manejo ecológico de malas hierbas (EWM) y manejo agroecológico de malas hierbas (AWM): similitudes y divergencias.



**Foto 4:**  
Visita al jardín de Malas Hierbas del CITA en Montañana (Zaragoza).

En cuarto lugar se explicaron las Aplicaciones de la biología y la ecología de las malas hierbas, Conocimientos básicos de biología y ecología necesarios para implementar sistemas sostenibles de gestión de malas hierbas (p. ej. formas de vida, grupos ecofisiológicos, dormición de las semillas y su relación con el tamaño y la estructura de las semillas), las poblaciones de malas hierbas y dinámica de comunidades: características de respuesta y efecto, la disminución del banco de semillas de malas hierbas: descomposición de las semillas, depredación de las semillas, germinación fallida, las interacciones cultivo-malas hierbas revisadas: el papel del nuevo conocimiento ecológico y de las señales químicas y, finalmente, las malas hierbas agrícolas invasoras y emergentes: impulsores, tendencias, efectos (enfocado especialmente a ambientes mediterráneos).

El punto quinto fue el más extenso en el tiempo ya que se trataba de sintetizar y concretar lo expuesto anteriormente en la Construcción de un sistema de manejo integrado de malas hierbas (IWM), incluyendo, esto fue reiterativo a lo largo de las clases, numerosos pequeños martillos que una vez sumados, integrados, consigan el resultado deseado. En este apartado se realizó un trabajo de grupo tutorado para implementar un manejo integrado de malas hierbas (IWM), manejo ecológico de malas hierbas (EWM) o manejo agroecológico de malas hierbas (AWM): construir una caja de herramientas óptima para el manejo de malas hierbas en distintos sistemas de cultivo (cultivos extensivos, hortícolas, frutales, arrozales, pastizales y praderas, etc.)

Finalmente se realizaron 4 sesiones prácticas sobre: el muestreo de malas hierbas, sobre sistemas de ayuda a la decisión, una visita al jardín de malas hierbas del CITA para su identificación y dos visitas técnicas: explotación comercial manejada desde hace 30 años sin laboreo, y una finca de olivos con gestión intensiva, terminando en una visita cultural al Castillo románico de Loarre y a la impresionante formación rocosa de los Mallos de Riglos.

El curso contó con un perfecto equipo de traducción simultánea que facilitó la comunicación. Las clases fueron muy dinámicas y hubo una gran interacción entre los alumnos y profesores, con debates de gran calidad científica.

Desde la Junta Directiva queremos agradecer al IAMZ la decisión de apoyar este tipo de cursos y garantizarles que desde ahora mismo empezaremos las gestiones para que en los próximos años haya un evento con características similares a este, ya que estamos seguros que la Malherbología va a seguir evolucionando, en muchos sentidos, y serán necesarias actualizaciones como las que se propondrán desde el IAMZ y la SEMh.



**Foto 5:** Visita a los Mallos de Riglos y a una finca con olivos centenarios.



Universitat  
de Lleida

## APLICACIÓN, EN CAMPOS DE MAÍZ, DE TECNOLOGÍA UAV Y DE ANÁLISIS DE IMÁGENES EN LA DETECCIÓN DE INFESTACIONES DE MALAS HIERBAS Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO

**Autora:** Clara Orno Badia

**Tutor:** José Manuel Peña Barragán (Instituto de Ciencias Agrarias del CSIC)

**Cotutor:** Jordi Recasens Guinjuan (Universitat de Lleida)

### INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos extensivos de mayor importancia, tanto por superficie como por el valor que aporta. Al tratarse de un cultivo de regadío, que responde al incremento en riego y abonado con altos rendimientos, lleva asociado una flora infestante muy importante (Montull *et al.*, 2016) y de especies que además pueden provocar grandes pérdidas de cosecha. De todas las malas hierbas (mmhh) frecuentes en el maíz existen dos especies de interés por la zona maicera de Aragón y Cataluña: *Sorghum halepense* L. y *Xanthium strumarium* L. La primera es la principal mala hierba vivaz que infesta el cultivo del maíz que se caracteriza por una distribución agregada, una propagación por rizomas, una alta tasa de producción de semillas, un rápido crecimiento y alta capacidad competitiva, llegando a provocar unas pérdidas de hasta el 40% en función del nivel de infestación (Dorado & Fernández-Quintanilla, 2017; CABI, 2018a; McWhorter, 1972). Su control más frecuente es a base de herbicidas de la familia de las sulfonilureas en post-emergencia, cuando el cultivo se encuentra entre 3 y 6 hojas de desarrollo (Montull *et al.*, 2016). *Xanthium strumarium* L. ha mostrado un incremento en su capacidad de infestación. Se calculan unas pérdidas en el rendimiento de entre el 5% y el 40% según la densidad de mala hierba (CABI, 2018b). Su control resulta difícil con los herbicidas usuales de pre-emergencia del maíz, por lo que para conseguir una alta eficacia hay que utilizar herbicidas específicos, que a su vez son también de mayor coste.

La distribución de las malas hierbas en los campos de maíz no es homogénea, aunque el tratamiento comercial más habitual para su control es la aplicación de herbicida a una única dosis para la totalidad de la parcela, incluso en las áreas libres de malas hierbas. Sin embargo, los principios legislativos estatales sobre un Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios y la implantación de prácticas de Manejo Integrado de Cultivos destacan “el fomento del bajo consumo y la utilización de dosis adecuadas y ajustadas a la superficie a tratar” promoviendo el uso de las tecnologías más avanzadas (Peña *et al.*, 2015). Estos elementos están incluidos en el fundamento agronómico de la Agricultura de Precisión (AP), cuya finalidad radica en la gestión de manera localizada de las parcelas de cultivo, ajustándose las tareas y los tratamientos agrícolas a las necesidades reales de cada zona del campo y así, favorecer un ahorro en el tratamiento

y la obtención de beneficios económicos y medioambientales (Gebbers & Adamchuk, 2010; Schieffer & Dillon, 2015). Los Sistemas de Ayuda a la Decisión juegan un papel muy importante en la adecuada selección de productos fitosanitarios y dosis para conseguir la máxima eficacia de control de una determinada infestación de mala hierba (Rydahl *et al.*, 2008), teniendo en cuenta medidas legales y optimizadas de control de malas hierbas siguiendo los principios de protección Integrada de Cultivos. El IPMwise es un ejemplo de ello.

En los últimos años, se ha avanzado mucho en la monitorización de las infestaciones de malas hierbas en diversos cultivos gracias al desarrollo de las tecnologías geo-espaciales en época temprana del cultivo mediante el uso de imágenes adquiridas por los vehículos aéreos no tripulados (UAV, del inglés, *Unmanned Aerial Vehicle*) (Peña *et al.*, 2013; Peña *et al.*, 2015; Pérez-Ortiz *et al.*, 2015). La detección precisa de las malas hierbas entre cultivos de hileras en una etapa temprana de crecimiento es uno de los principales retos (de Castro *et al.*, 2018), siendo el pequeño tamaño de las plantas y la similitud espectral entre cultivo y malas hierbas los principales problemas para la discriminación (Torres-Sánchez *et al.*, 2014; López-Granados *et al.*, 2016a). En etapas iniciales, cuando la respuesta espectral del cultivo y las malas hierbas es similar, el uso de imágenes UAV y la aplicación de procedimientos de Análisis de Imágenes Basado en Objetos (OBIA) permite obtener mejores resultados de clasificación de las imágenes que los obtenidos con el análisis tradicional basado en píxeles (Peña *et al.*, 2013).

## **OBJETIVOS**

**a)** Implementar, en campos de maíz, la tecnología basada en los UAV para la cartografía, a alta resolución, de infestaciones de *Sorghum halepense* y *Xanthium strumarium*; y a partir de ella, desarrollar un algoritmo de análisis de las imágenes para generar el mapa de malas hierbas en época temprana.

**b)** Modelizar ciertos parámetros del maíz en época temprana (mapa de altura) usando Modelos Digitales de Superficie generados con UAV para predecir, en esta fase, el rendimiento del cultivo.

**c)** Relacionar la presencia de malas hierbas en época temprana con el rendimiento final del maíz.

**d)** Evaluar la eficacia predicha por el Sistema de Ayuda a la Decisión IPMwise en el control químico de *Xanthium strumarium* en maíz.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Localización del ensayo y manejo del cultivo**

El estudio se realizó en dos parcelas comerciales de maíz separadas 5 km y comparten una climatología similar. Las tecnologías utilizadas para el manejo del cultivo y la toma de imágenes y datos apenas variaron entre ambas. Se diferenciaron principalmente por la especie de mala hierba predominante (*Xanthium strumarium* en la parcela de Almacelles y *Sorghum halepense* en la de Tamarite de Litera) y la estrategia de herbicidas elegida.

En la parcela “Xanthium” se realizó una aplicación herbicida post-emergencia (Dicamba 48%) según la recomendación del programa IPMwise y, al cabo de un mes, se evaluó la eficacia real de la aplicación *versus* la eficacia propuesta por IPMwise (ver apartado .5). Dada la menor infestación de mala hierba en la parcela “Sorghum” no se realizó aplicación herbicida de post-emergencia con el fin de evaluar el efecto de la mala hierba sobre el rendimiento.

## 2. Adquisición y análisis de imágenes UAV

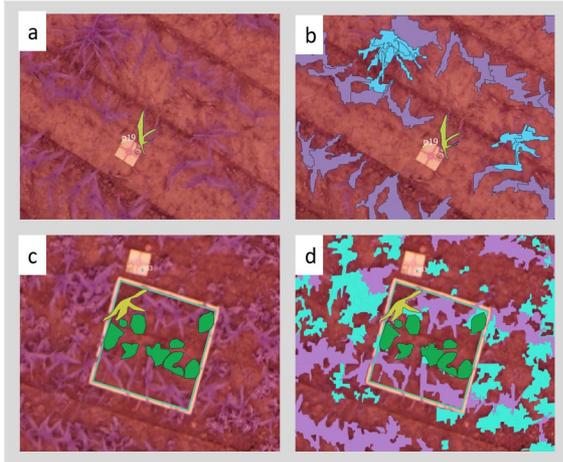
Se diseñaron las rutas de vuelo del UAV a una altura programada de 30 m para la toma continua de las imágenes aéreas. Las imágenes fueron adquiridas utilizando un multirrotor Quadcopter MD4-1000 y una cámara Sony ILCE-6000 modificada para capturar información tanto de luz visible (verde y rojo) como del infrarrojo cercano. Una vez tomadas las imágenes, se procedió a las fases de georreferenciación, mosaicado y ortorrectificación (de las imágenes y de generación del Modelo Digital de Superficie (Dandois & Ellis, 2013).

## 3. Generación de mapas de malas hierbas mediante análisis de Imágenes Basado en Objetos (OBIA)

Seguidamente, mediante el software eCognition Developer 9, se desarrolló un algoritmo avanzado de OBIA que permite obtener los parámetros morfológicos 3D del cultivo. Está basado en detectar las malas hierbas entre filas del cultivo del maíz y girasol (López-Granados *et al.*, 2016a; Peña *et al.*, 2013; López-Granados *et al.*, 2016b). Sin embargo, en este trabajo se incluye también la detección de las malas hierbas dentro de la fila del cultivo de maíz, igual que se ha realizado en girasol en de Castro *et al.* (2018). A su vez, se calculó la altura mínima sobre el nivel del mar para construir una representación gráfica de la altura del terreno, conocido como modelo digital del terreno (DTM, del inglés, *Digital Terrain Model*). Una vez se crearon los objetos, se ha obtuvo el modelo de alturas del cultivo y se dibujaron manualmente las malas hierbas situadas dentro del *frame* en un archivo de formas o *shapefile* (Figura 1).

## 4. Validación, en cada frame, del Modelo Digital de Superficies tridimensional (DSM 3D) vs. altura real del maíz

Por cada parcela, antes de la toma de imágenes UAV, se distribuyeron unos carteles identificados por todo el campo y se geo-referenciaron con un receptor GPS móvil Trimble R4, y se midió la altura de la planta de maíz más cercana a la identificación con una mira estadimétrica colocada detrás. Usando el software QGIS 3.8 se llevó a cabo una digitalización manual de las mismas plantas de maíz (Figura 1), con el fin de recopilar datos reales sobre el terreno y compararla con la altura determinada con el algoritmo de OBIA, y así, validar el algoritmo de estimación de la altura del cultivo. Esta validación se ha realizado comparando las alturas de las plantas de maíz medidas en cada punto de control con la altura estimada a través del algoritmo de OBIA.



**Figura 1:** Con el software QGIS se ha delineado manualmente cada planta de maíz (amarillo) más cercana al punto de control terrestre georeferenciado y también, en el caso de la parcela “Xanthium”, las malas hierbas presentes dentro del frame (verde). En morado, están representadas las plantas de maíz resultantes del OBIA y, en azul, las plantas de *Sorghum halepense* (b) y de *Xanthium strumarium* (d) resultantes del OBIA.

## 5. Validación de la eficacia del herbicida según el IPMwise vs. eficacia real en la parcela “Xanthium”

En la parcela “Xanthium” se distribuyeron 36 frames por todo el campo y se evaluó de forma visual la cobertura (%) de plantas de *X. strumarium*. Ésta se ha comparado con el mapa de malas hierbas resultante del algoritmo OBIA (Figura 1d). En la aplicación herbicida post-emergencia se aplicaron 0.6 l/ha de Banvel (Dicamba 48%), que, según el sistema de ayuda a la decisión IPMwise, es la dosis necesaria para obtener un 85% de eficacia. Al cabo de 30 días de la aplicación herbicida, se realizó la segunda evaluación visual del porcentaje de cobertura de la población tratada y el porcentaje de cobertura de nuevas emergencias en cada frame geo-localizado de la parcela “Xanthium”. Con esta información se ha calculado la eficacia observada del control herbicida a través de la fórmula Abbott.

## 6. Cosecha con monitor de rendimiento y generación de mapas de rendimiento

El maíz se cosechó con una cosechadora John Deere S680i con sensores de rendimiento y humedad. El mapa de rendimiento seco se quiso comparar con la altura de maíz estimada a partir de las imágenes UAV y, también, con el porcentaje de cobertura estimado de malas hierbas en toda la parcela, utilizando diferentes operaciones específicas en QGIS. Con el programa JMP se determinaron cuatro clases de rendimiento seco (alto, medio-alto, medio-bajo, bajo) en función de los cuartiles del histograma de datos. Los rangos de estos cuartiles variaron para cada parcela, puesto que el potencial productivo era diferente entre ellas.

## 7. Comparación de los mapas de malas hierbas y de altura de maíz con el mapa de rendimiento

Mediante análisis de las imágenes UAV se generaron dos mapas con información agronómica útil: el mapa de vigor o altura del maíz y el mapa de cobertura de malas hierbas (ambos en época temprana), y ambos mapas se compararon con el mapa de rendimiento obtenido durante la cosecha del cultivo (época tardía). Se utilizó JMP Pro 14 para estas comparaciones.

## RESULTADOS

### Validación del modelo de superficie digital tridimensional (DSM 3D) vs. la altura real de la planta de maíz

En las Figura 2 y Figura 3 se muestran los resultados de la altura de maíz observada en campo y la altura de maíz estimada con el análisis de imágenes OBIA.

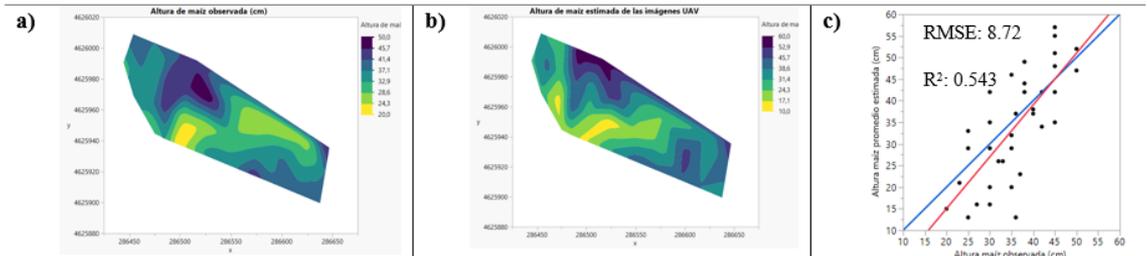


Figura 2. Parcela “Xanthium”: representación espacial de la altura de maíz observada (a) y estimada (b) a partir del análisis de imágenes UAV en los frames. Gráfica que compara estadísticamente ambos parámetros (c).

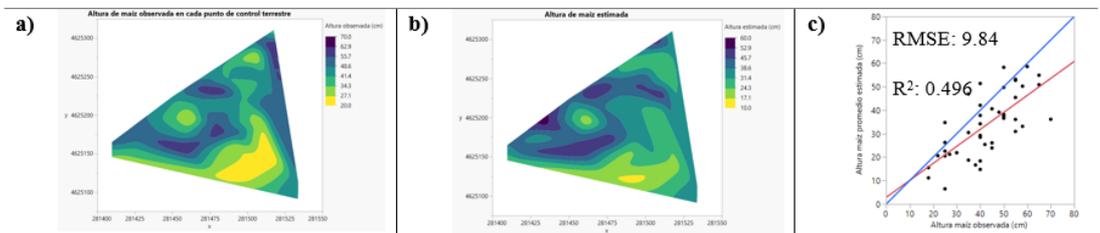


Figura 3. Parcela “Sorghum”: representación espacial de la altura de maíz observada (a) y estimada (b) a partir del análisis de imágenes UAV en los frames. Gráfica que compara estadísticamente ambos parámetros (c).

Los mapas espaciales de ambas variables muestran unas zonas similares para cada parcela, es decir, en las zonas donde la altura observada de maíz es mayor, también lo es en el mapa de altura estimada. Los coeficientes de determinación obtenidos ( $R^2=0,543$  en la parcela “Xanthium” y  $R^2=0,496$  en la “Sorghum”) demuestran una correlación moderada entre altura estimada y observada, puesto que el rango de alturas entre plantas es muy limitado en relación con la altura total de la planta de maíz. Por su parte, el error medio cuadrático obtenido (RMSE) en ambas parcelas fue de 8,72 cm y de 9,84 cm, respectivamente.

### Relación entre la altura del maíz (en época temprana) y el mapa de rendimiento (en cosecha)

En ambas parcelas se obtuvieron diferencias significativas directamente proporcionales entre valores promedio estimados de alturas de maíz y categorías de rendimiento (Tabla 1). Es decir, a mayor altura del maíz en edad temprana, mayor rendimiento en cosecha.

**Tabla 1.** Alturas de maíz promedio (media  $\pm$  desviación estándar) para cada parcela en función de la categoría de rendimiento. Comparación de medias usando Tukey-Karmer HSD. Los niveles no conectados por la misma letra son significativamente distintos ( $p \leq 0,05$ ).

Categoría rendimiento	Altura maíz promedio (cm) en la parcela "Xanthium"		Altura maíz promedio (cm) en la parcela "Sorghum"	
<b>Alto</b>	43,06 $\pm$ 10,30	a	44,09 $\pm$ 10,47	a
<b>Medio-alto</b>	39,37 $\pm$ 10,29	b	40,47 $\pm$ 12,03	b
<b>Medio-bajo</b>	38,47 $\pm$ 9,92	c	33,33 $\pm$ 14,81	c
<b>Bajo</b>	35,62 $\pm$ 9,32	d	28,12 $\pm$ 14,48	d

### Relación entre el porcentaje de cobertura de malas hierbas (en época temprana) y el mapa de rendimiento (en cosecha)

En ambas parcelas se han obtenido diferencias significativas inversamente proporcionales entre el porcentaje de cobertura de malas hierbas estimado y las categorías de rendimiento (Tabla 2). Es decir, a menor cobertura de malas hierbas en época temprana, mayor rendimiento en cosecha.

**Tabla 2.** Cobertura de malas hierbas (media  $\pm$  desviación estándar) para cada parcela en función de la categoría de rendimiento. Comparación de medias usando Tukey-Karmer HSD. Los niveles no conectados por la misma letra son significativamente distintos ( $p \leq 0,05$ ).

Categoría rendimiento	Cobertura (%) promedio estimada en la parcela "Xanthium"		Cobertura (%) promedio estimada en la parcela "Sorghum"	
<b>Alto</b>	3,10 $\pm$ 5,42	d	2,90 $\pm$ 6,97	d
<b>Medio-alto</b>	4,82 $\pm$ 7,82	c	4,88 $\pm$ 10,61	c
<b>Medio-bajo</b>	5,39 $\pm$ 7,79	b	8,12 $\pm$ 13,36	b
<b>Bajo</b>	7,50 $\pm$ 9,40	a	9,42 $\pm$ 13,08	a

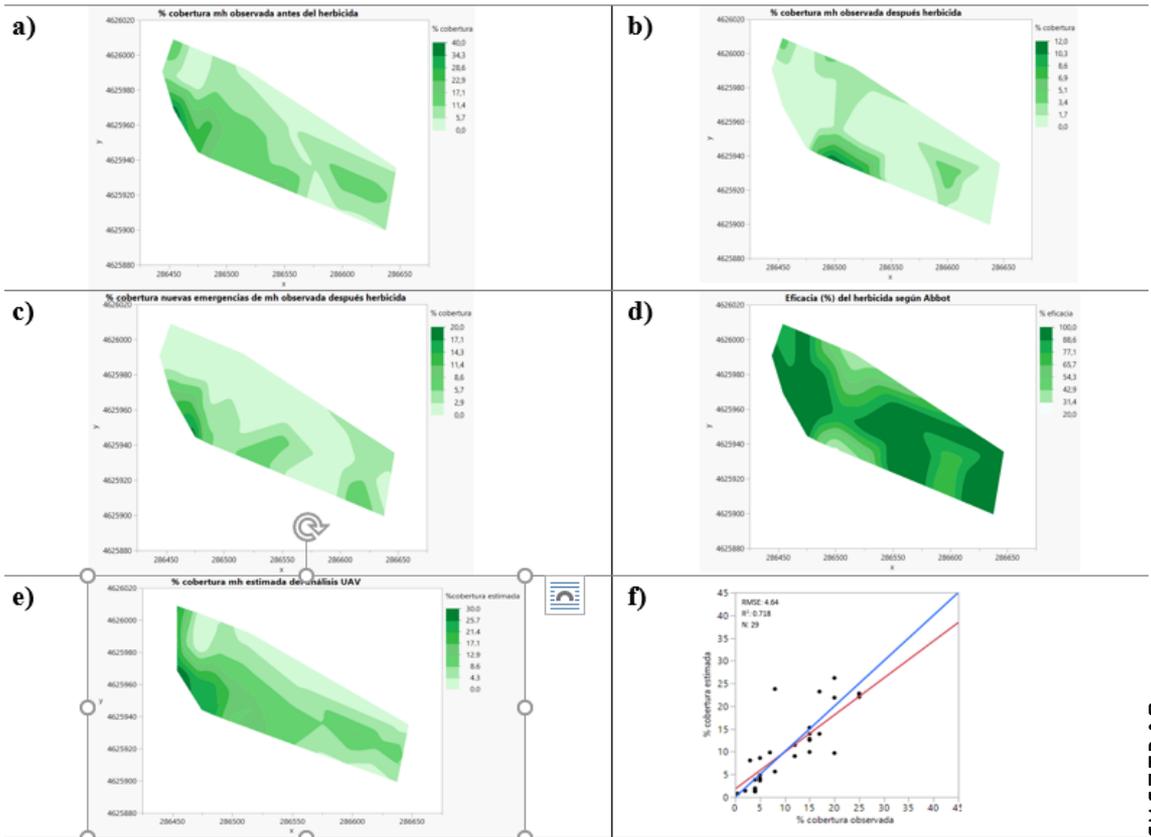
### Eficacia herbicida real observada vs eficacia predicha por sistema IPMwise.

Según el sistema de ayuda a la decisión IPMwise, la eficacia de la aplicación del 0,6 l/ha del herbicida Banvel (Dicamba 48%) para el control de *X. strumarium* en un estado fenológico de 4-5 hojas verdaderas y 4 hojas de maíz desplegadas es del 85%. Con la información tomada en campo se calculó la eficacia de cada *frame* según la fórmula Abbot. Se ha obtenido un promedio de la eficacia observada en campo del 85% (Tabla 3), considerándose buena y coincidente con la eficacia esperada según el IPMwise.

**Tabla 3.** Promedio (N:30) de la eficacia (%) herbicida observada en campo.

Eficacia (%) Abbot	Cobertura (%) de mmhh	Cobertura (%) de mmhh de la población inicial	Cobertura (%) de nuevas emergencias de mmhh
<b>Antes del tratamiento herbicida</b>	Antes del tratamiento herbicida	Un mes más tarde del tratamiento herbicida	Un mes más tarde del tratamiento herbicida
<b>85,04</b>	11,65	1,75	3,92

El promedio del porcentaje de cobertura de los frames antes del tratamiento herbicida (11,65%) (Tabla 4) resultó mayor que el porcentaje de cobertura estimado en toda la parcela (5,35%). Los frames se colocaron en zonas donde había malas hierbas para conseguir un gradiente de cobertura, mientras que en el porcentaje de cobertura de toda la parcela se tienen en cuenta todas las zonas de la parcela, la mayoría de ellas con menor cobertura, situación que hace disminuir la media. Por ello, los frames indicaron valores medio de cobertura de malas hierbas superior al valor medio de cobertura obtenido de todo el campo a través del mapa de malas hierbas generado con UAV.



**Figura 4.** Representación espacial del porcentaje de cobertura de malas hierbas observada en los frames antes (a) y después (b) del tratamiento herbicida; del porcentaje de cobertura de nuevas emergencias de malas hierbas (c); de la eficacia (%) según la fórmula Abbot (d) y el porcentaje de cobertura de malas hierbas estimada en cada frame con el análisis de imágenes UAV (e). Gráfica comparativa del porcentaje de cobertura estimada y observada en cada frame (f).

Al incorporar un análisis visual a escala espacial de los resultados se observó que las zonas de mayor porcentaje de cobertura de malas hierbas observada antes del tratamiento (Figura 4.a) coincidieron con las zonas donde hubo mayor cobertura de malas hierbas después del herbicida (Figura 4.b) y, a su vez, dichas zonas coincidieron también con las zonas donde hubo lugar nuevas emergencias (Figura 4.c) y, con las zonas donde la eficacia del control químico fue peor (Figura 4.d). La correlación entre los valores de porcentaje de cobertura de malas hierbas observada y estimada fue de  $R^2=0,718$  (Figura 4.f).

En la parcela “Sorghum” la distribución de las malas hierbas estaba muy localizada entre algunas líneas concretas de maíz y apenas había un gradiente de cobertura. Por ello, no se realizó ninguna evaluación del porcentaje de cobertura de malas hierbas en este campo.

## CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se han llegado en el presente trabajo experimental son las siguientes:

1. La combinación de la tecnología UAV en campos de maíz en época temprana y el análisis de las imágenes UAV de alta resolución espacial mediante el algoritmo OBIA, permitió detectar individualmente, y de forma precisa, las plantas de cultivo y las malas hierbas, tanto en las entrelíneas de maíz como dentro de la propia hilera.
2. La altura de maíz estimada a partir del Modelo Digital de Superficie se correlacionó satisfactoriamente ( $R^2=0,543$  en “Xanthium” y  $R^2=0,496$  en “Sorghum”) en las dos parcelas, con la altura observada. Sin embargo, en ambos casos, el análisis de imagen UAV tuvo tendencia a infraestimar los valores de altura real del maíz.
3. En las dos parcelas se observó una relación directa entre la altura del maíz, estimada a partir del análisis de imagen UAV, y las distintas categorías de rendimiento final consideradas. Entre los distintos rangos de rendimiento considerados, en cada parcela, se observaron diferencias significativas en las alturas promedio estimadas de maíz. Por tanto, se concluyó que a mayor altura del maíz en época temprana (estimada mediante imágenes UAV), el rendimiento del cultivo fue mayor.
4. En ambas parcelas se obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje de cobertura de malas hierbas estimado a partir del análisis de imagen UAV correspondientes a las distintas categorías consideradas de rendimiento final. A mayor cobertura de malas hierbas en época temprana del cultivo (estimada mediante UAV), el rendimiento fue menor.
5. En la parcela infestada por *X. strumarium* el porcentaje de cobertura observado en los cuadros verdad-terreno (o frames) mostraron una alta correlación ( $R^2=0,718$ ) con el porcentaje de cobertura estimado, en la misma fecha, a partir del análisis de imágenes UAV.
6. La eficacia promedio del herbicida aplicado (Dicamba 48%) en la parcela infestada con *X. strumarium* (estimada en los cuadros verdad-terreno) fue de un 85%, valor coincidente con la eficacia predicha por el sistema de ayuda a la decisión IPMwise.

## BIBLIOGRAFIA

- Arnó, J., Martínez-Casasnovas, J., & Escolà, A. (2018). Cómo obtener y qué hacer con los mapas de colores. New Ag International, 16-20.
- CABI, C. I. (19 de Noviembre de 2018a). *Sorghum halepense* (Johnson grass). Invasive Species Compendium. Detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide. . Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/50624#tosummaryOfInvasiveness>
- CABI, C. I. (13 de Diciembre de 2018b). *Xanthium strumarium* (common cocklebur). Invasive Species Compendium. Detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide. Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56864#toimpact>

- Dandois, J., & Ellis, E. (2013). High spatial resolution three-dimensional mapping of vegetation spectral dynamics using computer vision. *Remote Sens. Environ.*, 136:259-276.
- de Castro, A., Torres-Sánchez, J., Peña, J., Jiménez-Brenes, F., Csillik, O., & López-Granados, F. (2018). An Automatic Random Forest-OBIA Algorithm for Early Weed Mapping between and within Crop Rows using UAV Imagery. *Remote Sensing*, 10, 285:1-21.
- Dorado, J., & Fernández-Quintanilla, C. (14 de Junio de 2017). Principales malas hierbas y su gestión en cereales de invierno y maíz. Obtenido de Interempresas. Grandes cultivos.: <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/187733-Principales-malas-hierbas-y-su-gestion-en-cereales-de-invierno-y-maiz.html>
- Fernández-Quintanilla, C., Peña, J., Andújar, D., Dorado, J., Ribeiro, A., & López-Granados, F. (2018). Is the current state of the art of weed monitoring suitable for site-specific weed management in arable crops? *Weed Research*, 58: 259-272.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327: 828-831.
- Geipel, J., Link, J., & Claupein, W. (2014). Combined spectral and spatial modeling of corn yield based on aerial images and crop surface models (CSMs) derived from UAV-based RGB imaging. *Remote Sens.*, 6:10395-10412.
- López-Granados, F., Torres-Sánchez, J., de Castro, A., Serrano-Pérez, A., Mesas-Carrascosa, F., & Peña, J. (2016a). Object-based early monitoring of a grass weed in a grass crop using high resolution UAV imagery. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4): paper 67.
- López-Granados, F., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., de Castro, A., Mesas-Carrascosa, F., & Peña, J. (2016b). Early season weed mapping in sunflower using UAV technology: Variability of herbicide treatment maps against weed thresholds. *Precis. Agric.*, 17:183-199.
- MAPA, M. d. (2018). Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2018\\_tcm30-504212.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/boletin2018_tcm30-504212.pdf)
- McWhorter, C. (1972). Factors affecting johnsongrass rhizome production and germination. *Weed Science*, 20 (1):41-45.
- Montull, J., Llenes, J., & Taberner, A. (28 de Diciembre de 2016). Estrategias básicas en el control de malas hierbas en maíz. Obtenido de Interempresas. Grandes cultivos: <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/166612-Estrategias-basicas-en-el-control-de-malas-hierbas-en-maiz.html>
- Peña, J., Torres-Sánchez, J., de Castro, A., Kelly, M., & López-Granados, F. (2013). Weed Mapping in Early-Season Maize Fields Using Object-Based Analysis of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *PLoS ONE*, 8(10): e77151.
- Peña, J., Torres-Sánchez, J., Serrano-Pérez, A., de Castro, A., & López-Granados, F. (2015). Quantifying Efficacy and Limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Technology for Weed Seedling Detection as Affected by Sensor Resolution. *Sensors*, 15(3): 5609-5626.
- Pérez-Ortiz, M., Peña, J., Gutiérrez, P., Torres-Sánchez, J., Hervás-Martínez, C., & López-Granados, F. (2015). A semi-supervised system for weed mapping in sunflower crops using unmanned aerial vehicles and a crop row detection method. *Appl. Soft. Comput.*, 37:533-544.
- Rydahl, P., Berti, A., & Munier-Jolain, N. (2008). Decision support systems (DSS) for weed control in Europe – state-of-the-art and identification of «best parts» for unification on a European level. *Endure International Conference*, 12-15.
- Torres-Sánchez, J., Peña, J., de Castro, A., & López-Granados, F. (2014). Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields using images from UAV. *Comput. Electron. Agric.*, 103:104-113.

**Fisiología de la resistencia múltiple a los herbicidas glifosato e inhibidores de acetolactato sintasa en *Amaranthus palmeri***

Tesis defendida por **María Barco Antoñanzas** con mención internacional

Directoras: Ana Zabalza y Mercedes Royuela

Lugar de realización: Institute for Multidisciplinary Research in Applied Biology, Universidad Pública de Navarra.

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

En la actualidad una de las principales limitaciones en el uso de herbicidas es la evolución de poblaciones resistentes de malas hierbas a herbicidas. Este proceso dinámico afecta tanto a la producción de los cultivos (por descenso de eficacia herbicida) como al medio ambiente (por el consecuente incremento en el uso de otros herbicidas para su control) y representa uno de los mayores retos en la malherbología actual. El incremento de poblaciones de malas hierbas resistentes se debe principalmente a la utilización de herbicidas como única estrategia (lejos del manejo integrado), incrementándose la presión de selección con el uso continuado de herbicidas con el mismo mecanismo de acción. Además, es de destacar la imparable aparición de poblaciones de malas hierbas con **resistencia múltiple**, que presentan más de un mecanismo de resistencia.

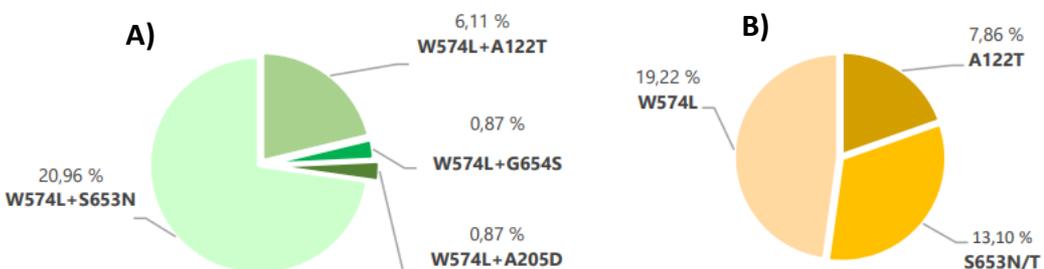
***Amaranthus palmeri*** S. Watson, es una mala hierba nativa de EE.UU. muy competitiva y problemática para los cultivos que ha demostrado una gran capacidad de desarrollar resistencias múltiples a distintos mecanismos de acción herbicida. Uno de los tipos más habituales de resistencia múltiple en esta especie, es la resistencia a dos tipos de herbicidas inhibidores de biosíntesis de amino ácidos: glifosato e inhibidores de ALS (acetolactato sintasa). El glifosato es el herbicida más usado a nivel mundial y su diana es la inhibición del enzima 5-enol-piruvato-siquimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) en la ruta de biosíntesis de aminoácidos aromáticos (BAA). Los herbicidas inhibidores del enzima ALS, incluyen cinco familias químicas que tienen su diana en la vía de biosíntesis de aminoácidos de cadena ramificada (BAR).

Este trabajo se plantea en el marco de la necesidad de profundizar en el conocimiento de la fisiología de las plantas resistentes a herbicidas, lo que requiere, no solo identificar y dilucidar las bases moleculares de las resistencias, sino también **abordar el plano fisiológico**, analizando la respuesta a nivel de metabolismo a la aplicación de estos herbicidas.

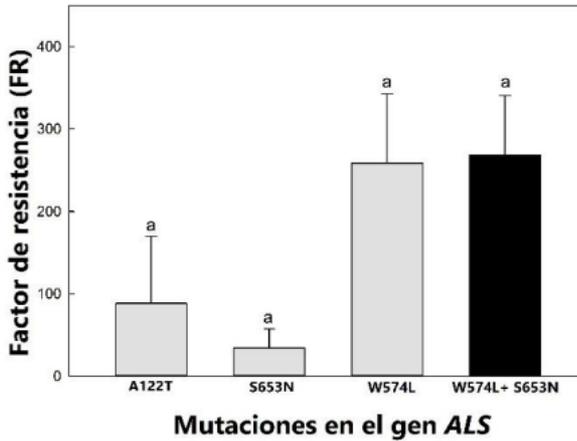
La utilización de plantas que ya han desarrollado resistencia múltiple a estos herbicidas es una buena herramienta para desarrollar métodos para su detección, aportar claves para su manejo y prevenir su aparición. Además, el establecimiento de la acción herbicida en plantas resistentes permite comprender cómo y por qué son letales estos herbicidas (conocimiento del modo de acción herbicida), ayudando a que su utilización sea más racional y sostenible.

Se ha profundizado en la fisiología de una población de *A. palmeri* con resistencia múltiple (RM) a los herbicidas **glifosato y piritiobac** (inhibidor de ALS) y en los efectos fisiológicos de estos herbicidas. Para ello, se han caracterizado a nivel molecular los mecanismos de resistencia, y se ha abordado la acción herbicida estudiando la respuesta fisiológica a diferentes niveles tras el tratamiento con glifosato, piritiobac o la mezcla de ambos.

La población RM en estudio presentó dos mecanismos target site resistance (TSR). La resistencia a glifosato estaba basada en la **amplificación génica de EPSPS**, y la resistencia a inhibidores de ALS, se identificaron **mutaciones puntuales en cinco posiciones** del gen ALS (W574, S653, A122, A205 y G654). Algunas de estas mutaciones fueron simples, identificándose en un único locus, y otras fueron dobles, encontrándose individuos con mutaciones en dos locus distintos del gen ALS (Figura 1). La mutación en la posición W574L fue la más habitual, estando presente en todos los casos de mutación doble, y estuvo relacionada con los mayores niveles de resistencia en la actividad ALS (Figura 2).



**Figura 1.** A) Porcentaje de individuos con los distintos tipos de mutación doble; W574L + S653N, W574L + A122T y W574L + G654S y T574L + A205D, con respecto al total de individuos analizados de la población RM. B) Porcentaje de individuos con los distintos tipos de mutación simple; W574L, S653N/T y A122T, con respecto al total de individuos analizados de la población RM.



**Figura 2.** Valores promedio del factor de resistencia (FR) para los individuos de la población RM con mutaciones simples (barras de color gris) y con la mutación doble (barra de color negro). Los valores del FR representan el cociente entre la concentración de piritiobac que produce una inhibición de la actividad ALS in vitro del 50% (I50) de las platas RM frente a la I50 de las plantas sensibles (Media  $\pm$  ES;  $n = 3-9$ ). Las letras se refieren a la comparación de las diferencias entre cada tipo de mutación (ANOVA, HSD Tukey/T3 Dunnet test,  $p$ -value  $\leq 0.05$ ).

Se caracterizó el efecto de estos mecanismos de resistencia en la expresión de los genes que codifican los enzimas de las las vías de síntesis afectadas (aromáticos y ramificados) y en la actividad ALS. Se estudió la fisiología de las plantas RM sin tratar, buscando caracteres complementarios (factores pleiotrópicos) a los mecanismos de resistencia. Se detectó una mayor expresión génica de los enzimas de las rutas de BAA y BAR, y en el contenido de AAR en las plantas RM frente a las plantas sensibles de referencia (S). Estos efectos están indirectamente relacionados con la modificación génica de la resistencia múltiple, pero muy localizados en las rutas dianas de los herbicidas a los que la población es resistente. No se detectaron caracteres adicionales en otros parámetros fisiológicos.

Los efectos fisiológicos característicos de la aplicación de glifosato e inhibidores de ALS (acumulación de carbohidratos y de aminoácidos) fueron evidentes en la población S tratada con estos herbicidas, mientras que **no se detectaron en la población RM**, con la excepción de la acumulación de almidón. La aplicación conjunta de los dos herbicidas provocó un efecto antagonista o como mucho un efecto aditivo para los parámetros fisiológicos evaluados, aspecto a tener en cuenta a la hora de aplicar mezclas de estos herbicidas, ya que sugiere que la aplicación de mezclas en campo a las dosis recomendadas podría no ser disminuida.

El **perfil proteolítico** de los individuos correspondientes a las poblaciones S, RM y a una población solo resistente a glifosato (RG) se analizó mediante la técnica ABPP (*Activity based-protein profiling*), para evaluar si las actividades de las proteasas vacuolares (VPEs), papainlike cisteín-proteasas (PLCPs) y proteasas de serina (SHs) eran diferentes entre las poblaciones y valorar si estaban afectadas por los tratamientos herbicida, complementando así el análisis del perfil de aminoácidos libres. El aumento en el contenido de aminoácidos detectado con los tratamientos herbicidas en las plantas sensibles sería consecuencia de la inducción de VPEs y PLCPs detectada, mientras que en las poblaciones RG y RM tratadas con los herbicidas a los que son resistentes, no se detectó ni acumulación de aminoácidos ni inducción de actividades proteolíticas.

Por último, se abordó el **metabolismo de glutation** en la acción y en la resistencia a los herbicidas glifosato y piritiobac mediante la determinación del contenido de glutation (en todas sus formas) y en la actividad de las glutation S-transferasas (GSTs). La respuesta fisiológica de las plantas sensibles fue diferente según el herbicida aplicado, incrementando el contenido de glutation tras glifosato e induciendo la actividad GST tras la inhibición de ALS. Se detectó una mayor actividad enzimática GST potencial en las plantas sin tratar de las poblaciones RG y RM, que podría complementar su fisiología resistente como mecanismo NTSR (no relacionado con la diana, *non target site*), si bien su implicación en presencia de los herbicidas no es tan evidente.

Este trabajo proporciona **nuevos detalles acerca de la caracterización y de la fisiología de la población RM** y aporta información novedosa en cuanto a los efectos fisiológicos provocados en las plantas sensibles y resistentes por los herbicidas inhibidores de BAR y de BAA. Estos resultados son, potencialmente, de interés práctico para el sector agrícola, por la importancia global de las malas hierbas resistentes a glifosato, herbicida más usado a nivel mundial y a inhibidores de ALS, grupo de herbicidas que incluye un gran número de materias activas. Todo ello, unido al incesante incremento de resistencias múltiples a ambos tipos de herbicidas, hace **necesarios los estudios que profundicen en el conocimiento fisiológico de este tipo de resistencias para avanzar hacia un manejo más sostenible y duradero.**



**Foto 6:** Defensa de la Tesis Doctoral. De izquierda a derecha: Donato Loddo, Esther González, y Mária Dolores Osuna (miembros del tribunal) y Mercedes Royuela y Ana Zabalza (directoras). La nueva doctora María Barco aparece en las pantallas, debido a que tuvo que hacer la defensa de manera telemática por encontrarse confinada.

### **PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS**

María Barco-Antoñanzas M, Miriam Gil-Monreal, Mikel V. Eceiza, Mercedes Royuela, Ana Zabalza (2022) Primary metabolism in an *Amaranthus palmeri* population with multiple resistance to glyphosate and pyriithobac herbicides. Plant Science, Volume 318, 111212. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2022.111212>.

*De mala y herbología.***1. f. Biol.** Estudio y control de las malas hierbas.

Tras unos cuantos años de espera desde fechas recientes podemos encontrar el nombre de nuestra querida disciplina recogida en el diccionario de la Real Academia Española. Fue el antiguo secretario de la SEMh, Diego Gómez de Barreda, quién descubrió la inclusión de la palabra. La última solicitud formal por parte de la Junta Directiva de la SEMh a la Real Academia de la Lengua se había realizado a principios del año 2017, bajo la presidencia de nuestro compañero Joaquín Aibar.

Es una estupenda noticia que queremos compartir con todos los miembros de la SEMh.

**OFERTA PREDOCTORAL EN LA UNIVERSITAT DE LLEIDA**

¿Te gusta la investigación? ¿Te interesa estudiar cómo mejorar el manejo de malas hierbas en sistemas ecológicos? Desde el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la Universitat de Lleida buscamos a una persona activa, motivada y con ganas de aprender para hacer el doctorado con nosotros.

Hace falta tener los estudios de grado acabados y, al menos, 60 ECTS de master.

**¿Interesado/a?**

Contacta con Bàrbara Baraibar [barbara.baraibar@udl.cat](mailto:barbara.baraibar@udl.cat)

Convocatoria abierta hasta el 11 de abril de 2022

Más información en: <http://www.udl.es/ca/recerca/convoca/#collapse-3d8db2da-1ef8-11e9-b09e-005056ac0088-2-1-2> (personal predoctoral en formació UdL 2022)



## XVIII CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MALHERBOLOGÍA: (por María Dolores Osuna Ruiz)

Estimados/as colegas:

Aprovechamos este Boletín de la SEMh del mes de abril para, desde el Comité Organizador, informaros de los avances y novedades del **XVIII Congreso de la SEMh** que, como bien sabéis, se celebrará en Mérida (Badajoz) del 26 al 29 de abril de este mismo año (¡queda menos de un mes!).

Gracias a vuestro inmenso trabajo y a la gran labor de revisión por parte del Comité Científico, se han reunido un total de **75 comunicaciones científico-técnicas** de una calidad extraordinaria. Se presentarán un total de **32 comunicaciones orales**, repartidas en 5 sesiones temáticas. Y serán **43 comunicaciones en formato póster** para disfrutar en las visitas a paneles durante todo el Congreso.

Os resumo un poquito lo que tenemos preparado (¡que emoción!), aunque toda esta información está ampliada en la página web del Congreso (<http://www.semh2022.com/>). Empezamos el día 26 de abril por la tarde con una actividad previa al Congreso organizada en conjunto con FUNDECYT-PCTEX. Será una **Mesa de Intercambio Tecnológico (“Tendencias de Futuro en Malherbología”)** cuyo objetivo será analizar hacia donde debe ir orientada la investigación en Malherbología en un futuro, así como las oportunidades de financiación para llevar a cabo dicha investigación de forma coordinada entre los diferentes actores que componen el sector de la Malherbología. Se abordarán temas de actualidad en investigación en Malherbología, con un panel de expertos y, por otro lado, se expondrán ejemplos de éxito en temas de colaboración empresa-investigación. Se iniciará la charla con una puesta al día sobre las resistencias confirmadas en España en diferentes cultivos (**José María Montull**). Tras ello, desde el punto de vista de registro se nos hará un resumen del proceso de registro de una nueva molécula herbicida (**Esther García**). Una vez planteado el problema actual se expondrán avances en investigación en diferentes tecnologías dentro de estrategias de manejo integrado: bioherbicidas (**Nuria Pedrol**),

novedades en control mecánico (**Joaquín Aibar**) y aplicación de teledetección-agricultura de precisión (**Ana Isabel de Castro**). En cuanto a ejemplo de colaboración entre sectores se presentará el **Grupo Operativo Phyto Dron**. Y tras una exposición sobre oportunidades de financiación por los compañeros de FUNDECYT-PCTEX, se realizará una mesa redonda donde también participará el sector agrícola extremeño. Agradecer de corazón a los compañeros que participan en este evento. Creemos que será un buen momento para, entre todos, debatir hacia donde caminamos, o hacia donde deberíamos caminar, en este bonito mundo de la Malherbología.

El Congreso “como tal” comenzará en miércoles 27 por la mañana y finalizará el viernes 29 al mediodía. Estamos deseando disfrutar de la conferencia inaugural a cargo de **Martin Vila-Aiub** (“¿Cómo sobrevivir en un ambiente agrícola? Una mirada global a la evolución adaptativa de las malezas en los agroecosistemas”) y de las conferencias invitadas impartidas por **Maor Matzrafi** (“*Amaranthus palmeri*, a new threat for agriculture in Europe and the Mediterranean region”), **Francesco Vidotto** (“Distribution, impacts and management of rice weeds in Italy”) y nuestro querido compañero dentro de la SEMh, **César Fernández-Quintanilla** (“45 años de investigaciones sobre las avenas locas”). Desde la organización agradecemos enormemente, una vez más, a los ponentes la buena disposición que mostraron desde que los invitamos a participar, la facilidad y flexibilidad para organizar el viaje y, sobre todo, que compartan con nosotros su conocimiento y experiencia en distintos temas de gran importancia en la actualidad en Malherbología.

Estamos cerrando también los últimos detalles para la **visita técnica al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)**, lugar que me acogió con gran cariño a mi llegada a Extremadura hace 12 años y donde espero poder finalizar mi carrera científica (¡dentro de muchos, muchos años!). Nuestros compañeros de CICYTEX nos están preparando un recorrido por distintos departamentos de investigación, sus instalaciones y parcelas experimentales que seguro disfrutaremos muchísimo.

Y, por supuesto, no todo va a ser “ciencia”. También os tenemos preparado el **programa ocio-cultural**. Habrá tiempo de disfrutar de Mérida y de compartir tiempo juntos después de tanto tiempo sin poder compartir charlas, risas y paseos. Hay organizada una visita guiada por esta preciosa ciudad y tendremos una magnífica cena de gala donde vamos a poder disfrutar de la extraordinaria gastronomía extremeña. En esta cena, como es habitual, entregaremos el **Premio SEMh-Phytoma** y **Premio Actas SEMh 2022**. ¡Mucha suerte!



Foto 7: ¡Todo preparado en Mérida para el Congreso SEMh!

Y como dice una amiga: “saber agradecer las cosas nos hace sentir bien”. Y así quiero acabar esta “comunicación” al Boletín SEMh. Este Congreso será posible gracias a muchos apoyos que han hecho que el camino sea más fácil. Porque nos ha pasado de todo lo que nos podía pasar, pero aquí estamos ya a un paso de hacerlo realidad. Y eso es porque hay mucha gente detrás de todo esto. En primer lugar, GRACIAS a todos los autores que os habéis animado a contribuir con vuestros trabajos para que esto se haga realidad. Y, de nuevo, a todos los ponentes y a ese estupendo Comité Científico (¡qué fácil ha sido trabajar con vosotros!). A la Consejería de Economía, Ciencia y Agenda Digital de la Junta de Extremadura y al Ayuntamiento de Mérida por hacer realidad la celebración de este Congreso en esta bonita ciudad. A la Directora General de CICYTEX (Carmen González) que desde el primer día nos ha apoyado en todo, siempre positiva. A todos mis compañeros que han estado en este el proceso como parte del Comité Organizador, algunos, y otros como apoyo moral, que falta ha hecho. Y, como no, a la organizadora del Congreso 2019, nuestra queridísima Nuria Pedrol, que desde el primer día nos dio las pautas en todo el proceso a seguir. Por supuesto, todo esto no sería posible sin el apoyo económico de los patrocinadores (Mesa del Arroz de Extremadura, BASF, CORTEVA, FMC, Caja Rural, BAYER, UPL, FTS, GOWAN y BELCHIM). Mil gracias. Y qué decir de esta Junta Directiva de la SEMh de la que soy parte; gracias por estar ahí siempre para todo lo que hemos ido necesitando y, sobre todo, para pegarme el empujón en esta etapa tan complicada que nos tocó para organizar el Congreso (¡sois los mejores!). Agradecer a nuestros compañeros del Centro Tecnológico Agroalimentario de

Agradecer a nuestros compañeros del Centro Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (CTAEX) por colaborar en todo esto, siempre apoyando en nuestras actividades. Y, por último, pero no menos importante, a toda “la familia” de FUNDECYT-PCTEX, una Secretaría Técnica inmejorable. Raquel y Alejandro (desde esta Secretaría Técnica) y mi compañera-amiga Ana de Santiago (desde el Comité Organizador) han recorrido conmigo un camino lleno de incertidumbres, risas, desesperación, ilusiones... Han sido (y siguen siendo) mensajes, reuniones, llamadas a cualquier hora y cualquier día de la semana. MUCHAS GRACIAS, EQUIPO. Todo ha merecido la pena, porque estoy segura que vamos a tener un exitoso Congreso.

Toda la información sobre sesiones y demás está más detallada en la página web del Congreso, en la cual seguiremos actualizando toda la información hasta el último día. Y, para cualquier consulta al Comité Organizador, dirigíos a [semh2022@fundecyt-pctex.es](mailto:semh2022@fundecyt-pctex.es). Si hay algún rezagado, sabed que la inscripción sigue abierta hasta y durante el congreso. Os daremos nuestra más cordial bienvenida en cualquier momento.

## ¡DESEANDO TENEROS YA EN MÉRIDA!

Nos vemos en unos días.

Maria Dolores Osuna

Coordinadora del Comité Organizador del Congreso SEMh 2022.



## Publicaciones de socios/a diciembre 2021-marzo 2022

Barco-Antoñanzas, M., Gil-Monreal, M., Eceiza, M.V., Royuela, M., Zabalza, A. Primary metabolism in an *Amaranthus palmeri* population with multiple resistance to glyphosate and pyriithiobac herbicides (2022) *Plant Science*, 318, art. no. 111212.

Barroso, J., Genna, N.G. Effect of row spacing and seeding rate on Russian thistle (*Salsola tragus*) in spring barley and spring wheat (2021) *Plants*, 10 (1), art. no. 126, pp. 1-10.

Bastida, F., Lezaun, J.A., Gonzalez-Andujar, J.L. A predictive model for the time course of seedling emergence of *Phalaris brachystachys* (Short-spiked canary grass) in wheat fields (2021) *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19 (3), art. no. e10SC02.

Bellache, M., Moltó, N., Benfekih, L.A., Torres-Pagan, N., Mir, R., Verdeguer, M., Boscaiu, M., Vicente, O. Physiological and biochemical responses to water stress and salinity of the invasive moth plant, *Araujia sericifera* brot., during seed germination and vegetative growth (2022) *Agronomy*, 12 (2), art. no. 361.

Borger, C.P.D., Torra, J., Royo-Esnal, A., Davies, L., Newcombe, G. *Bromus diandrus and Bromus rigidus* (2021) *Biology and Management of Problematic Crop Weed Species*, 1st Edition, pp. 67-88. Book chapter

Borrajo, C.I., Sánchez-Moreiras, A.M., Reigosa, M.J. Morpho-physiological, biochemical and isotopic response of tall wheatgrass populations to salt stress (2021) *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207 (2), pp. 236-248.

Campos, J., Bodelon, L., Verdeguer, M., Baur, P. Mechanistic aspects and effects of selected tank-mix partners on herbicidal activity of a novel fatty acid ester (2022) *Plants*, 11 (3), art. no. 279.

Campos, J., Verdeguer, M., Baur, P. Capped polyethylene glycol esters of fatty acids as novel active principles for weed control (2021) *Pest Management Science*, 77 (10), pp. 4648-4657.

Curt, M.D., Aguado, P.L., Ramos, S. Growth analysis of *Typha domingensis* after the transplanting to a floating system for biomass production (2021) *European Biomass Conference and Exhibition Proceedings*, pp. 132-136.

Dorado, J., Almendros, G. Organo-mineral interactions involved in herbicide sorption on soil amended with peats of different maturity degree (2021) *Agronomy*, 11 (5), art. no. 869.

Ferreiro-Domínguez, N., Palma, J.H.N., Paulo, J.A., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M.R. Assessment of soil carbon storage in three land use types of a semi-arid ecosystem in South Portugal (2022) *Catena*, 213, art. no. 106196.

Ferreiro-Domínguez, N., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M.R. Fertilisation with biosolids in a silvopastoral system established with *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco in Galicia (NW Spain) (2021) *Agroforestry Systems*, 95 (5), pp. 881-893.

Gandía, M.L., Del Monte, J.P., Santín-Montanyá, M.I. Efficiency of methodologies used in the evaluation of the weed seed bank under Mediterranean conditions (2022) *Agronomy*, 12 (1), art. no. 138.

García-Ruiz, E., Cobos, G., Sánchez-Ramos, I., Pascual, S., Chueca, M.-C., Escorial, M.-C., Santín-Montanyá, I., Loureiro, Í., González-Núñez, M. Dynamics of canopy-dwelling arthropods under different weed management options, including glyphosate, in conventional and genetically modified insect-resistant maize (2021) *Insect Science*, 28 (4), pp. 1121-1138.

García-Ruiz, E., Pascual, S., González-Núñez, M., Cobos, G., Loureiro, I., Santín-Montanyá, I., Escorial, M.-C., Chueca, M.-C., Sánchez-Ramos, I. Dynamics of ground-dwelling phytophagous and predatory arthropods under different weed management strategies in conventional and genetically modified insect resistant maize (2022) *Entomologia Generalis*, 42 (1), pp. 57-73.

Gaspar Bernárdez Villegas, J., Rigueiro Rodríguez, A., Silva de la Iglesia, I. Monumental sweet chestnuts (*Castanea sativa* mill.) in Galicia's cultural landscape (NW Spain) (2021) *Landscapes*, DOI: 10.1080/14662035.2021.2035095

Genna, N.G., Gourlie, J.A., Barroso, J. Herbicide efficacy of spot spraying systems in fallow and postharvest in the pacific northwest dryland wheat production region (2021) *Plants*, 10 (12), art. no. 2725.

Gerakari, M., Cheimona, N., Tani, E., Travlos, I., Chachalis, D., Loddo, D., Mathiassen, S.K., Gitsopoulos, T.K., Scarabel, L., Panozzo, S., Kristensen, M., Kudsk, P., Sattin, M. Biochemical and rapid molecular analyses to identify glyphosate resistance in *Lolium* spp. (2022) *Agronomy*, 12 (1), art. no. 40.

Giannini, V., Loddo, D., McElroy, J.S. Integrated weed management: Tools and strategies in a world of pesticide restriction (2021) *Italian Journal of Agronomy*, 16 (4), art. no. 1981.

Guerra, J.G., Cabello, F., Fernández-Quintanilla, C., Dorado, J. A trait-based approach in a Mediterranean vineyard: Effects of agricultural management on the functional structure of plant communities (2021) *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 316, art. no. 107465.

Hada, Z., Menchari, Y., Rojano-Delgado, A.M., Torra, J., Menéndez, J., Palma-Bautista, C., de Prado, R., Souissi, T. Point mutations as main resistance mechanism together with P450-based metabolism confer broad resistance to different ALS-inhibiting herbicides in *Glebionis coronaria* from Tunisia (2021) *Frontiers in Plant Science*, 12, art. no. 626702.

Hussain, M.I., Vieites-Álvarez, Y., Otero, P., Prieto, M.A., Simal-Gandara, J., Reigosa, M.J., Sánchez-Moreiras, A.M. Weed pressure determines the chemical profile of wheat (*Triticum aestivum* L.) and its allelochemicals potential (2022) *Pest Management Science*, 78 (4), pp. 1605-1619.

Jiménez-Ruiz, J., Hardion, L., Del Monte, J.P., Vila, B., Santín-Montanyá, M.I. Monographs on invasive plants in Europe N° 4: *Arundo donax* L. (2021) *Botany Letters*, 168 (1), pp. 131-151.

Karimmojeni, H., Rahimian, H., Alizadeh, H., Yousefi, A.R., Gonzalez-Andujar, J.L., Mac Sweeney, E., Mastinu, A. Competitive ability effects of *Datura stramonium* L. and *Xanthium strumarium* L. on the development of maize (*Zea mays*) seeds (2021) *Plants*, 10 (9), art. no. 1922.

Loddo, D., McElroy, J.S., Giannini, V. Problems and perspectives in weed management (2021) *Italian Journal of Agronomy*, 16 (4), art. no. 1854.

Long, D.S., Barroso, J., Painter, K.M., Reardon, C.L., Williams, J.D. Economic returns from three-year crop rotations under low precipitation in Pacific Northwest (2022) *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 5 (1), art. no. e20251.

Lyon, D.J., Barroso, J., Thorne, M.E., Gourlie, J., Lutcher, L.K. Russian thistle (*Salsola tragus* L.) control with soil-Active herbicides in no-till fallow (2021) *Weed Technology*, 35 (4), pp. 547-553.

Paas, W., Accatino, F., Bijttebier, J., Black, J.E., Gavrilescu, C., Krupin, V., Manevska-Tasevska, G., Ollendorf, F., Peneva, M., San Martín, C., Zinnanti, C., Appel, F., Courtney, P., Severini, S., Soriano, B., Vigani, M., Zawalińska, K., van Ittersum, M.K., Meuwissen, M.P.M., Reidsma, P. Participatory assessment of critical thresholds for resilient and sustainable European farming systems (2021) *Journal of Rural Studies*, 88, pp. 214-226.

Paas, W., San Martín, C., Soriano, B., van Ittersum, M.K., Meuwissen, M.P.M., Reidsma, P. Assessing future sustainability and resilience of farming systems with a participatory method: A case study on extensive sheep farming in Huesca, Spain (2021) *Ecological Indicators*, 132, art. no. 108236.

Ramírez-Candia, J., Curt, M.D., Domínguez, J. Understanding the access to fuels and technologies for cooking in Peru (2022) *Energies*, 15 (4), art. no. 1456.

Torra, J., Osuna, M.D., Merotto, A., Vila-Aiub, M. Editorial: Multiple herbicide-resistant weeds and non-target site resistance mechanisms: A global challenge for food production (2021) *Frontiers in Plant Science*, 12, art. no. 763212.

Torres-Sánchez, J., de la Rosa, R., León, L., Jiménez-Brenes, F.M., Kharrat, A., López-Granados, F. Quantification of dwarfing effect of different rootstocks in 'Picual' olive cultivar using UAV-photogrammetry (2022) *Precision Agriculture*, 23 (1), pp. 178-193.

26-29 abril 2022, Mérida (Extremadura)

**XVIII Congreso SEMh**

<http://www.semh2022.com>



19 junio 2022, Atenas, Grecia  
**Mini-symposium IWM PRAISE project**

<https://iwmpraise.eu/>

20-23 junio 2022, Atenas, Grecia  
**19th EWRS Symposium 2022, Athens, Greece**

<https://ewrs2022.org/>



European Weed Research Society

**19th European Weed Research Society Symposium**

Welcome to the  
**8th International Weed Science Congress**  
"Weed Science in a Climate of Change"

4-10 diciembre 2022, Bangkok, Thailand  
**8th International Weed Science Congress**  
"Weed Science in a Climate of Change"

<https://www.iwsc2020.com/>

**Información actualizada sobre congresos de malherbología:**

EWRS: <https://www.ewrs.org/en/info/Events/Upcoming-Event>

WSSA: <http://wssa.net/meeting/calendar-of-meetings/>

BCPC: <http://www.bcpc.org/events/event-calendar>

IWSS: <http://www.iwss.info>

## WEMINARS y VIDEOS DISPONIBLES ONLINE



Los videos de las sesiones del Encuentro Internacional “2020: Año internacional de la Sanidad Vegetal” celebrado en Córdoba los pasados 1 y 2 de diciembre del 2021 están disponibles en **YOUTUBE**.

### Weed Science Webinar Series



USDA - ARS and the Weed Science Society of America (WSSA) are co-hosting 10 webinars on weed science and research. Beginning April 5, presentations will be given by ARS weed science research experts.

[https://wssa.memberclicks.net/index.php?option=com\\_mcform&view=ngforms&id=2121746#/](https://wssa.memberclicks.net/index.php?option=com_mcform&view=ngforms&id=2121746#/)

#### **WEMINAR SERIES UFPel disponibles online**

**Training the Next Generation of Weed Scientists** by the Federal University of Pelotas (Universidade Federal de Pelotas – UFPel).

VIDEOS ONLINE DISPONIBLES EN: <https://wp.ufpel.edu.br/ceherb/en/programacao/>

#### **WEMINAR SERIES Take Action: Weed & Herbicide**

Free webinar series covering various weed and herbicide management issues: Ohio State University Weed management.

VIDEOS ONLINE DISPONIBLES EN: <https://u.osu.edu/osuweeds/multimedia/webinars/>

#### **EWRS webinar series 2021**

EWRS has developed a webinar series covering a wide range of innovative topics that are of interest to everyone involved in weed science and management. Recorded webinars can be viewed by **EWRS members** at a later date by visiting the EWRS website.

[https://www.ewrs.org/db/upload/documents/WGs/Education\\_and\\_Training/Announcement\\_webinars\\_final.pdf](https://www.ewrs.org/db/upload/documents/WGs/Education_and_Training/Announcement_webinars_final.pdf)

#### **Michigan State University**

Department of Plant, Soil and Microbial Sciences

**Weeds** Videos sobre aspectos generales del manejo de malas hierbas

<https://www.canr.msu.edu/weeds/videos/>

#### **WEMINAR SERIES UFPel disponibles online**

**2nd International Weed Science Webinar Series – Frontiers in Weed Science**

by the Federal University of Pelotas (Universidade Federal de Pelotas – UFPel).

VIDEOS ONLINE DISPONIBLES EN: <https://wp.ufpel.edu.br/ceherb/en/webinar-2021-3/>

**PREMIO ANUAL SEMh 2022:**

Se convoca el premio en tres modalidades. En cada una estará dotado con premio en metálico y diploma de reconocimiento.

- A) Estudiantes: Trabajo Fin de Grado o Máster. 700 €
- B) Investigadores/Profesionales: otros trabajos relacionados con la Malherbología no incluidos en las modalidades A y C. 1000 €
- C) Investigadores recién doctorados: Tesis Doctoral. 1300 €

El plazo de entrega de las solicitudes será el **16 de septiembre de 2022**.

Más info en: <https://semh.net/premios-semh/>

**La SEMh ya tiene canal de youtube**

[https://www.youtube.com/channel/UCXIV5mX0k0tuQvem7U\\_yS0g](https://www.youtube.com/channel/UCXIV5mX0k0tuQvem7U_yS0g)

En él se irán colgando videos de las diferentes actividades organizadas por la SEMh

**BECAS SEMh PARA ESTUDIANTES Y POSGRADUADOS 2022:**

Se convocan **dos becas anuales** de introducción a la investigación sobre temas relacionados la malherbología. La actividad estará avalada por un Socio de la SEMh, y dicho sociodiseñará el plan de trabajo y efectuará el seguimiento de la actividad. El becario deberá realiza un mínimo de 240 horas de asistencia en el periodo de un año.

El plazo de entrega de las solicitudes será el **27 de mayo 2022**

**Más info en:**

<https://semh.net/becas-semh-para-estudiantes-y-posgraduados/>

**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

  
ASCENZA®

 **BASF**  
We create chemistry

 Bayer CropScience

 **BELCHIM**  
CROP PROTECTION

  
**CORTEVA™**  
ariscience

  
**fedisprove**  
Federación española de distribuidores  
para la protección vegetal

**FMC**

 **fts** AgroConsulting

**Gowan®**  
GOWAN ESPAÑOLA  
FITOSANTARIOS S.L.

**ISK** BIOSCIENCES

 **MASSÓ**  
DIVISIÓN AGRO

**Nichino**Europe

  
**Nufarm**

  
**SINTRA**

  
**SIPCAM**  
IBERIA

**syngenta**

 tradecorp

 **UPL**  
OpenAg™