

Nº91 Septiembre de 2020



Boletín de la *Sociedad Española de Malherbología*

Fundada en 1989



www.semh.net

Junta Directiva SEMh (2019-2022)

María Dolores Osuna Ruiz

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

Manuel Martín Andrés

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

El Doctor Frank Forcella propuesto para recibir la mención Doctor honoris causa por la Universitat de Lleida	1-2
Tesis doctoral. New insights in the regulation of the shikimate pathway after quinate as glyphosate enhancer in <i>Amaranthus palmeri</i>	3-8
Tesis doctoral. Ground vegetation covers as a tool for weed management in vineyards	9-14
Tesis doctoral. Resistência ao glyphosate em populações de <i>Lolium multiflorum</i> : estudo de aspectos moleculares e da dinâmica populacional suportando modelos preditivos para controle	15-19
Tesis doctoral. Phytotoxic potential of species from the atlantic shrubland for weed control	20-25
Informe Beca SEMh 2019. Felip Galán Balbastre	26-31
Publicación libro: <i>“Decision Support Systems for Weed Management”</i>	32
Concedidas las Becas SEMh 2020	32
UPL Ltd., nuevo socio protector	32
Publicaciones de socios abril-agosto 2020	33-36
Próximos Congresos y Reuniones	37
Webinars disponibles on-line	38
Avisos	39

Imagen de portada: 45 días después, de Aritz Royo.

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



EL DOCTOR FRANK FORCELLA PROPUESTO PARA RECIBIR LA MENCIÓN DOCTOR HONORIS CAUSA POR LA UNIVERSITAT DE LLEIDA

El Consejo de Gobierno de la Universitat de Lleida aprobó el pasado 23 de julio de 2020, la propuesta del grupo de investigación de Malherbología y Ecología Vegetal -presentada a través de su Departamento- de proponer al Dr. Frank Forcella como Doctor Honoris Causa por esa Universidad.

El Dr. Frank Forcella, es reconocido a nivel internacional por su amplia aportación en el campo de la malherbología. Ha ocupado diferentes cargos en diversas universidades y centros de investigación: entre 1979-1980 como "Assistant Professor" en la Yarmouk University en Irbid, Jordania; entre 1981-84 como "Research Scientist & Senior Research Scientist", al CSIRO, Canberra, Australia; entre 1988-89 ocupa el cargo de "Agronomist" en la "University of California", Davis; el año 2001 asume la dirección del "National Program for Weed Science", de USDA-ARS, a Beltsville, Maryland, y a partir del año 2001 como responsable de investigación (Acting Research Leader) del "Soils Lab" del USDA-ARS en Morris, Minnesota. Ha recibido varios reconocimientos por su extensa labor y producción científica por parte de Sociedades Científicas de Estados Unidos y Canadá.

Su vinculación con el grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la UdL ha sido muy próxima, tanto a nivel científico como personal. El contacto se inició en el congreso de la SEMh que tuvo lugar en Albacete en 2007. A partir de esa fecha se estableció una colaboración muy estrecha que posibilitó la estancia de miembros del grupo de la UdL (Dr. Aritz Royo; Dra Addy L. García) en el centro de Morris en Minnesota (EEUU) así como tres estancias del Dr. Forcella en Lleida, participando a su vez, en el máster de Protección Integrada de Cultivos que se imparte en dicho centro y también como consultor externo en proyectos de investigación del Plan Nacional. El Dr. Forcella dio un claro impulso al grupo de investigación ayudando en la aplicación del modelo de emergencia de malas hierbas SMT2 (Soil Moisture Thermal Time) a los resultados obtenidos en especies del género *Galium*, *Polygonum* y *Bromus*. Fruto de esta colaboración se han publicado nueve artículos en revistas científicas y ha permitido consolidar esta actividad como una de las líneas nucleares del grupo de investigación.

El Dr. Frank Forcella ha mantenido también estrecha colaboración con otros grupos de investigación españoles y socios de la SEMh, no ocultando jamás su pasión por el buen vino y la excelente cocina española.

En función de cómo evolucione la situación académica en el ámbito universitario, es de esperar que el acto de investidura tenga lugar a lo largo del año 2021.



Foto 1: El Dr. Frank Forcella visitando con miembros del grupo de la Universidad de Lleida un ensayo de campo el año 2012.

NEW INSIGHTS IN THE REGULATION OF THE SHIKIMATE PATHWAY AFTER QUINATE AS GLYPHOSATE ENHANCER IN *Amaranthus palmeri*



Tesis con mención internacional defendida por
videoconferencia
el 4 de junio de 2020 por Ainhoa Zulet González
Directoras: Ana Zabalza y Mercedes Royuela
Lugar de realización: Institute for Multidisciplinary
Research in Applied Biology, Universidad Pública de
Navarra.
Calificación: Sobresaliente *cum laude*

RESUMEN:

El glifosato es un herbicida total cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la 5-enolpiruvilsiquimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), enzima clave en la ruta de biosíntesis de los aminoácidos aromáticos (AAA), también conocida como ruta del siquimato. Aunque su mecanismo de acción es muy conocido, el efecto tóxico del herbicida todavía no ha sido descrito completamente. Algunos de los procesos fisiológicos descritos como parte del modo de acción del glifosato son: la acumulación de metabolitos localizados antes de la EPSPS y de aminoácidos libres, así como un incremento de los transcritos de los genes de la ruta inhibida y la acumulación de quinato, que es un metabolito secundario formado en una ramificación lateral de la ruta del siquimato. Esta acumulación de quinato se propuso como un factor clave en la respuesta tóxica del herbicida y se demostró que aplicado exógenamente a plantas producía una cierta fitotoxicidad.

La aplicación continuada de glifosato en la agricultura ha originado el desarrollo de poblaciones de malas hierbas resistentes a este herbicida, ya que se ha estado sometiendo a una enorme presión de selección a la misma diana (la enzima EPSPS). Una de las malas hierbas más problemáticas, para la que se han descrito poblaciones con resistencia al glifosato, es *Amaranthus palmeri*. Uno de los mecanismos de resistencia más importantes descritos para esta especie es la amplificación génica de la enzima EPSPS, lo que conlleva una sobreexpresión de ésta enzima diana del glifosato.

El quinato y el glifosato tienen el mismo destino en la planta: la ruta del siquimato. El quinato se incorpora a dicha ruta y el glifosato tiene el enzima diana en la misma. Por ello se planteó la posibilidad de emplear el quinato como potenciador del efecto del glifosato, lo que permitiría reducir las dosis de herbicida en el control de la mala hierba *Amaranthus palmeri*. El **principal objetivo** de este trabajo fue valorar el uso del metabolito secundario quinato como potenciador del efecto del glifosato y profundizar en el conocimiento de la regulación de la ruta del siquimato tras el tratamiento con glifosato en una población sensible (GS) y una resistente a glifosato (GR) de *Amaranthus palmeri*.

Tras 3 semanas de crecimiento en cultivo hidropónico con aireación forzada, bajo condiciones controladas de luz, temperatura y humedad, se procedió a aplicar foliarmente los tratamientos mediante pulverización de las plantas de ambas poblaciones. El herbicida glifosato se aplicó a dosis subletales de manera aislada y en combinación con quinato. Las dosis subletales empleadas fueron 0,25 y 1 veces la dosis recomendada (DR) en campo (0,84 kg glifosato/ha) en GS y GR, respectivamente. Se emplearon dosis subletales de herbicida para poder valorar el efecto potenciador del tratamiento combinado. En el tratamiento combinado, el quinato se aplicó 24h después de la aplicación del herbicida. Adicionalmente, se aplicó una dosis más elevada en cada población, 1 y 3 veces la DR en GS y GR, respectivamente. Las muestras del material vegetal se tomaron 3 días tras la aplicación de los tratamientos. El material fue congelado con nitrógeno líquido y guardado a -80°C hasta la realización de las determinaciones analíticas.

Se realizó un seguimiento del estado de las plantas y se evaluó la letalidad para cada uno de los tratamientos durante los 15 días posteriores a aplicarlos. El tratamiento de quinato aplicado de forma aislada no produjo ningún efecto letal sobre las plantas. En la población GS la dosis de herbicida de 0,25DR no resultó letal, mientras que la DR provocó la muerte de las plantas en siete días (Figura 1). El tratamiento combinado de 0,25DR con quinato, fue letal ya a los siete días, siendo la respuesta similar a la DR de glifosato (Figura 1). En la población GR, aunque esta combinación no fue letal, el efecto también fue similar a la DR de herbicida, incrementando también en esta población la toxicidad del mismo.

En la población GS, la aplicación exógena de quinato convierte en letal una dosis de herbicida que aplicada de forma aislada no lo es, por lo que esta combinación podría ser un método de control válido en esta especie, reduciendo un 75% la dosis de herbicida a aplicar.

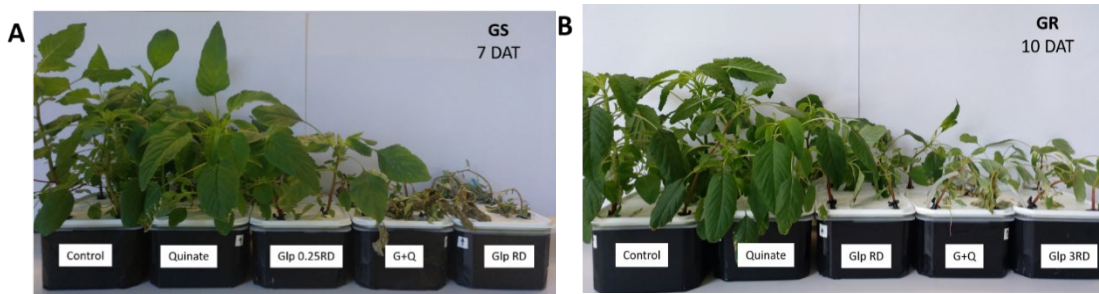


Figura 1: Aspecto visual de las plantas de población sensible (GS) y resistente a glifosato (GR) de *Amaranthus palmeri*, 7 y 10 días tras la aplicación de los tratamientos (DAT), respectivamente. Las plantas fueron tratadas con quinato (Quinate), glifosato de forma aislada 0,25 y 1 veces la dosis recomendada (RD) en GS y 1 y 3 veces en GR; o la dosis subletal en combinación con quinato (G+Q).

Con el objetivo de encontrar la causa de este incremento de la toxicidad del herbicida tras el tratamiento combinado de glifosato con quinato, se realizó la determinación de los principales marcadores fisiológicos más comunes descritos para este herbicida. Sin embargo, tras este tratamiento no se observaron diferencias significativas para los parámetros evaluados (contenido en siquimato, aminoácidos, transcritos de los genes de la ruta...) en ninguna de las poblaciones. Así que se realizó un perfil metabólico no dirigido mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) y cromatografía líquida-espectrometría de masas (LC-MS).

Los resultados obtenidos tras el GC-MS en la población GS se muestran en el siguiente *heatmap* (Figura 2), donde puede observarse cómo el tratamiento combinado produjo una acumulación diferencial de los metabolitos que pertenecen al bloque 1 respecto a los cambios producidos por el tratamiento de glifosato aplicado aislado. Entre los metabolitos de ese bloque se encuentran el quinato y 4 de sus derivados. Así, los resultados de estos análisis parecen indicar que dicho incremento de la fitotoxicidad del herbicida podría estar relacionado con un incremento en el contenido de quinato y sus compuestos derivados (Figura 2), ya que su acumulación fue máxima en la aplicación conjunta, y fue donde se observaron las mayores diferencias. Así, el bloqueo de la enzima EPSPS previa a la aplicación de quinato podría estar generando que el quinato se transforme en sus derivados y fuera esta la causa del incremento de su concentración y quizá de la mayor toxicidad del herbicida.

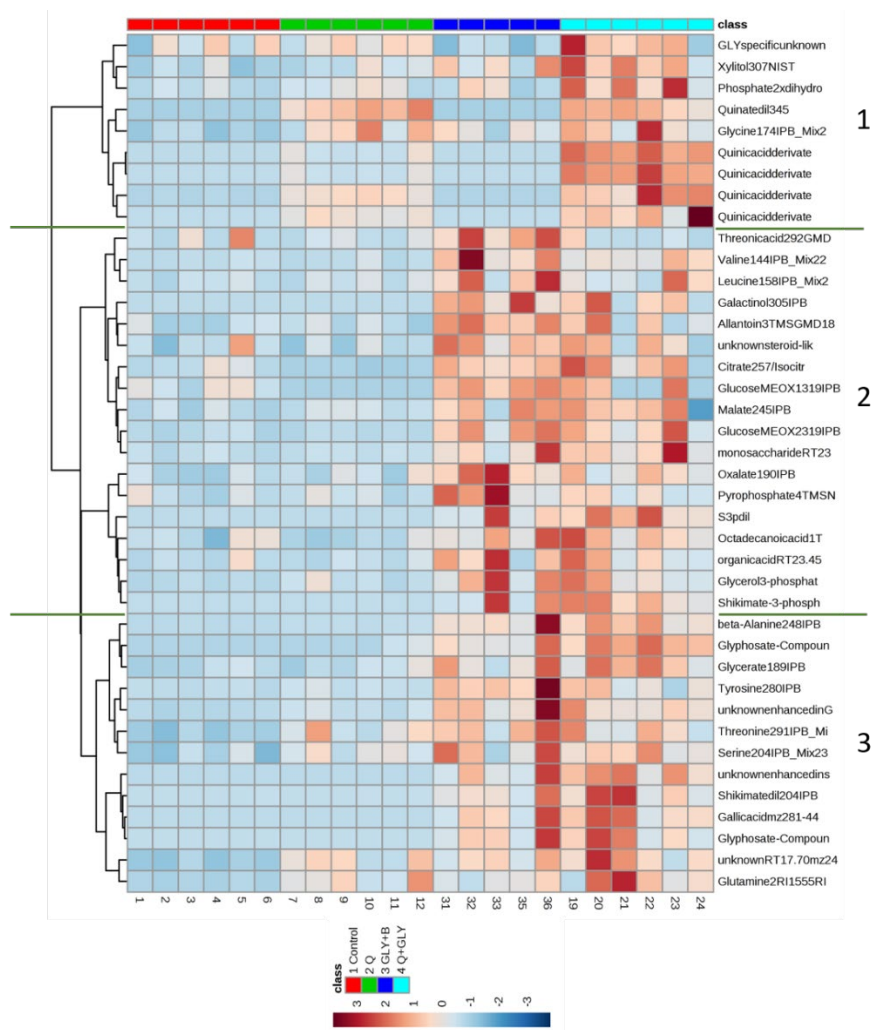


Figura 2: *Heatmap* de los metabolitos significativamente diferentes tras análisis ANOVA en la población sensible identificados mediante GC-MS en plantas de *Amaranthus palmeri* sin tratar (Control) o tratadas con quinato (Q), 0,25 la dosis recomendada (RD) de glifosato (Gly) o la combinación de ambos compuestos (Q+Gly).

Por otro lado, los mecanismos regulatorios de la respuesta de la ruta del siquimato al glifosato y el papel que juegan los intermediarios y productos finales de la misma no habían sido estudiados en profundidad hasta ahora y se abordó en el capítulo 4 de la Tesis. Para ello se empleó una metodología diferente al resto de la tesis, en la que se incubaron discos de hojas de las mismas dos poblaciones de *A. palmeri* durante 24 h en presencia de; por un lado: glifosato, los productos finales de la ruta (AAA) y su combinación, y por otro lado con diferentes intermediarios de la propia ruta del siquimato (siquimato, quinato, corismato y antranilato)

Se detectó un incremento en el nivel de transcripción de los genes de los enzimas de la ruta del siquimato en presencia de glifosato. Se observó que los aminoácidos aromáticos, al ser aplicados en combinación con el herbicida, neutralizaron los efectos del glifosato a nivel transcripcional, lo que podría indicar que la falta de AAA generada por la inhibición de la EPSPS por el glifosato sería una señal para el incremento de los transcritos de la ruta del siquimato. Ninguno de los intermediarios metabólicos evaluados mimetizó completamente el efecto del glifosato en la ruta del siquimato. Sin embargo, el siquimato fue el metabolito que indujo una sobreexpresión de la mayoría de los genes de la ruta del siquimato, de una manera similar al herbicida. Estos resultados sugieren que la inducción en la transcripción observada tras el tratamiento con glifosato podría estar mediada, al menos en parte, por la acumulación de siquimato. Estas características regulatorias se detectaron solo en la población sensible, evidenciando que la regulación de la ruta del siquimato en la población resistente es diferente.

Resumiendo, esta tesis aporta nuevos aspectos en la regulación de la ruta del siquimato tras la aplicación de glifosato, y aborda el efecto del tratamiento combinado del herbicida con quinato a nivel práctico y fisiológico, tratando de encontrar las causas de ese incremento en la toxicidad.

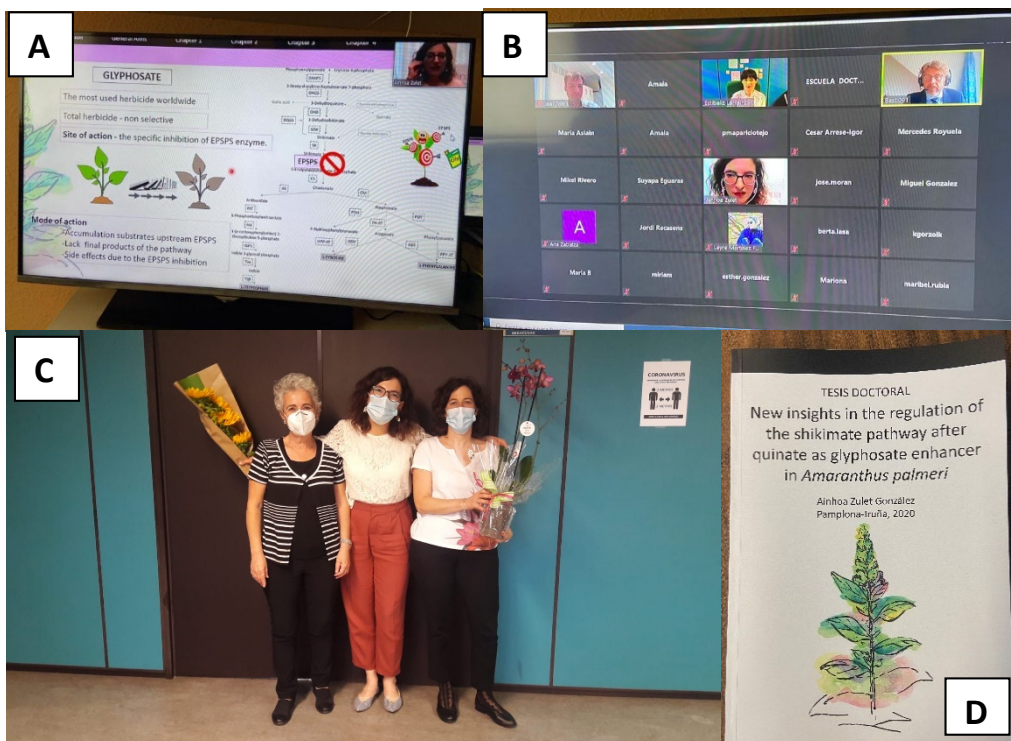
Parte de los resultados de esta tesis fueron presentados en el XVII Congreso de la Sociedad Española de Malherbología celebrado en Vigo en octubre de 2019 en una comunicación que recibió el Premio PHYTOMA 2019.

PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS

-Ainhoa Zulet-González, María Barco-Antoñanzas, Miriam Gil-Monreal, Ana Zabalza y Mercedes Royuela (2020) Increased glyphosate-induced gene expression in the shikimate pathway is abolished in the presence of aromatic amino acids and mimicked by shikimate. *Frontiers in Plant Science*. 11:459.

-Ainhoa Zulet-González, Manuel Fernandez-Escalada, Ana Zabalza y Mercedes Royuela (2019). Enhancement of glyphosate efficacy on *Amaranthus palmeri* by exogenous quinate application. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 158:1-11.

Debido al estado de alarma originado por la COVID-19, la defensa se realizó con las correspondientes medidas de seguridad mediante videoconferencia desde la Universidad Pública de Navarra. En la imagen A se observa a Ainhoa Zulet durante la defensa. En la imagen B a los tres miembros del tribunal (Joel Torra, Estibaliz Larrainzar y Lammert Bastiaans) durante su turno de preguntas. En la imagen C a Ainhoa Zulet con sus directoras de tesis Mercedes Royuela y Ana Zabalza al finalizar el acto. En la imagen D, un ejemplar de la tesis, dibujo en acuarela cortesía de la antigua miembro de la SEMh Amaia Zulet.



GROUND VEGETATION COVERS AS A TOOL FOR WEED MANAGEMENT IN VINEYARDS

Tesis doctoral defendida en la Universidad de Lleida
el día 23 de julio de 2020.

Directores: Dr. Jordi Recasens y Dr. Aritz Royo-Esnaol

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

Resumen

La evolución hacia una agricultura más comprometida con el medio ambiente ha posibilitado el tránsito hacia técnicas de mantenimiento del suelo en viña más sostenibles. Si bien, el laboreo sigue siendo la técnica de manejo más empleada actualmente, la implantación de cubiertas vegetales está tomando protagonismo debido a las distintas ventajas que ofrece, entre las que destaca su papel opresor frente a malas hierbas. Este sistema de manejo del suelo se baraja como una opción interesante cuando en el cultivo encontramos especies de malas hierbas que no se controlan fácilmente mediante herramientas convencionales como son el laboreo o las aplicaciones herbicidas. La cubierta vegetal puede reducir la presencia de malas hierbas tanto por competencia (luz, agua, nutrientes) como por el efecto físico que ejercen cuando se siegan y aplican como acolchado, así como por la liberación de metabolitos secundarios (aleloquímicos) que pueden ejercer un efecto alelopático en ambas situaciones (cubierta y acolchado). La eficacia de este sistema de manejo depende de varios factores, siendo los más importantes la especie seleccionada como cubierta (la cual poseerá una serie de características y requerirá un determinado manejo) y las especies de malas hierbas presentes en el cultivo. En este escenario, el reto consiste en discernir entre el tipo de cubierta vegetal (vegetación natural o sembrada) y las especies que se pueden sembrar como cubierta vegetal, focalizando este manejo en la gestión de malas hierbas considerando las limitaciones de la parcela y las condiciones climáticas.

En este contexto se plantea el trabajo que constituye la presente tesis doctoral, cuyos objetivos son: a) estudiar la influencia de distintos manejos de una cubierta vegetal así como de las distintas especies sembradas como cubierta, sobre la comunidad de malas hierbas presentes en un viñedo, especialmente frente a *Cynodon dactylon* (L.) Pers., una de las especies más difíciles de controlar; b) estudiar el comportamiento germinativo de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, especie problemática en viña al no ser fácilmente controlada mediante aplicaciones herbicidas;

c) estudiar el potencial fitotóxico de doce especies que se pueden utilizar como cubierta y/o acolchado vegetal frente a *C. bonariensis*, *Aster squamatus* (Spreng.) Hieron y *Bassia scoparia* (L.) A.J. con el fin de seleccionar las especies más alelopáticas y, a su vez, conocer qué aleloquímicos están presentes en ellas. Para llevar a cabo estos objetivos, se han desarrollado distintos ensayos en condiciones tanto de campo como de laboratorio.



Foto 1: Cubierta espontánea.

En un primer ensayo (Capítulo 2) se seleccionó una parcela de viña (*Vitis vinifera* L.) en Raimat (Lleida) donde se implementaron cuatro sistemas de manejo del suelo con cubierta vegetal durante las campañas 2015, 2016 y 2017: a) una cubierta vegetal espontánea controlada mediante siegas mecánicas; b) una cubierta espontánea combinada con aplicaciones herbicidas focalizadas en *C. dactylon*; c) una cubierta espontánea labrada anualmente y d) una cubierta de siembra anual (*Hordeum vulgare* L.). En esta parcela se estudió la evolución de *C. dactylon* así como la comunidad de malas hierbas bajo estos sistemas de manejo. Los resultados mostraron que los mejores manejos en cuanto a control de *C. dactylon* y otras malas hierbas, fueron, por un lado, la preparación del suelo y siembra de una cubierta de *Hordeum vulgare* y, por otro, el laboreo del suelo e instalación de una cubierta espontánea, con unos valores de reducción de la infestación de *C. dactylon*, al final del ensayo, en un 93,9% y un 82,6% respectivamente.

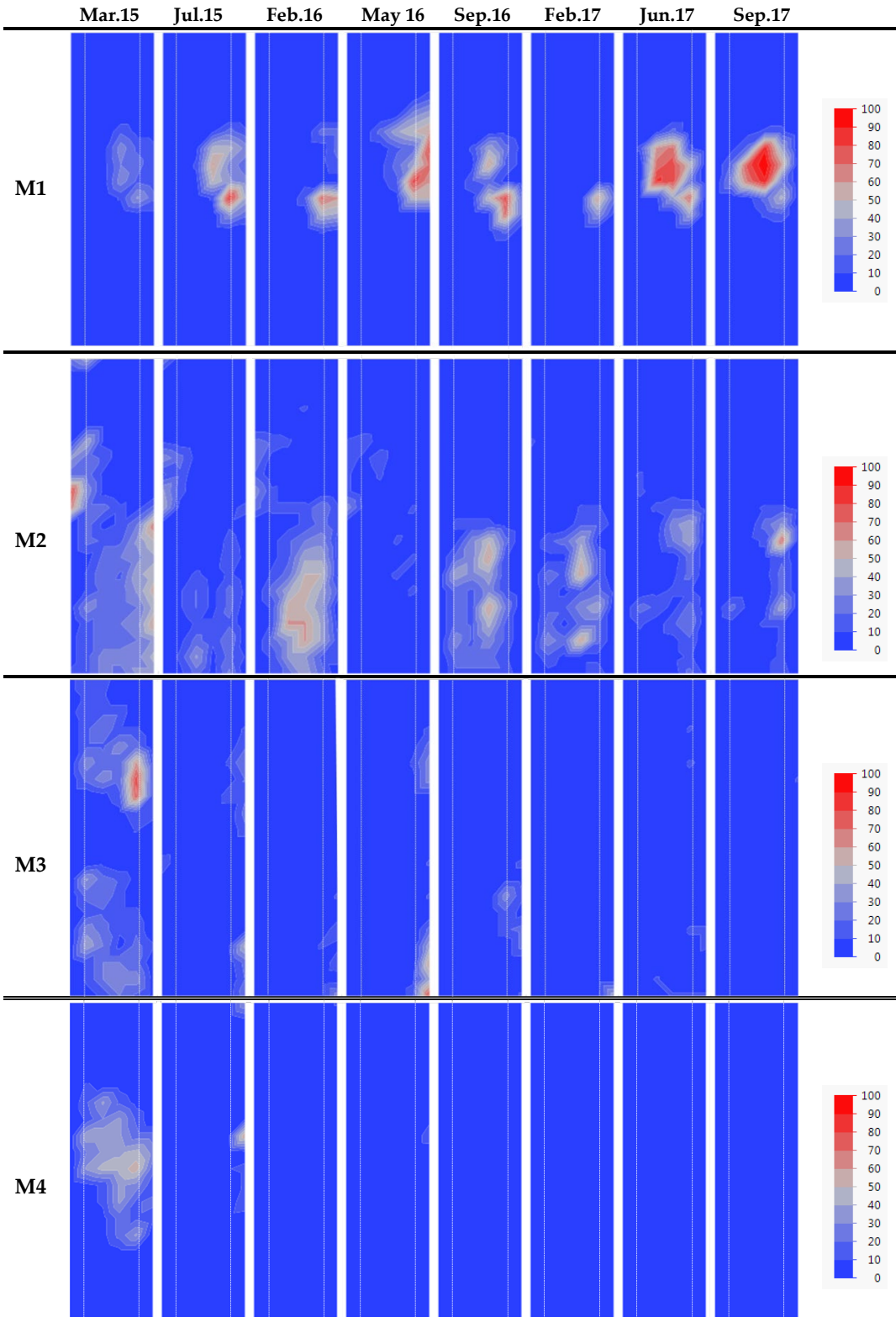
En un segundo ensayo (Capítulo 3) se seleccionó una parcela de viña, también en Raimat (Lleida) donde se sembraron como cubierta vegetal distintas gramíneas (*Festuca arundinacea* L., *H. vulgare*, una mezcla de *Bromus rubens* L. y *B. hordeaceus* L., *Vulpia ciliata* Dumort.) y una leguminosa (*Medicago rugosa* Desr.) durante las campañas 2016, 2017 y 2018. En este ensayo se evaluó la utilidad de estas especies para controlar y reducir la expansión de *C. dactylon*, así como su efecto sobre la comunidad de malas hierbas.

También se evaluó el efecto de la labor de preparación del suelo, sobre el nivel de infestación de *C. dactylon*. Los resultados de este experimento mostraron que las labores del suelo, previas a la instalación de las cubiertas, redujeron el nivel de infestación de la mala hierba en un 60%, y la instalación de cubiertas de *F. arundinacea* y *H. vulgare*, redujeron la cobertura de mala hierba en un 38,8% y 21,3%, respectivamente, a lo largo de las tres campañas. Se confirmó también que el tipo de cubierta instalada influyó en la composición florística de la flora arvense. Los resultados de estos dos ensayos mostraron el efecto de las labores preparatorias del suelo y de las cubiertas instaladas, en reducir la expansión de *C. dactylon*, así como en limitar la presencia de otras malas hierbas.



Foto 2: Cubierta de cebada.

En un tercer experimento (Capítulo 4) se recolectaron semillas de *C. bonariensis* en cuatro localidades distintas (tres españolas y una argentina) y se sometieron en cámaras a distintos test de germinación a temperaturas constantes y alternas. Los resultados mostraron que a temperaturas constantes (5, 10, 15, 20, 25, 30°C), la germinación aumentaba conforme se acercaban a la temperatura óptima estimada (22°C de media entre las poblaciones) obteniendo el máximo valor de germinación (99,2%) la población argentina a 20 y 25°C. A temperaturas alternas alejadas de la temperatura óptima estimada (5/15°C y 25/35°C), los valores de germinación eran mayores que los observados a la temperatura constante equivalente al promedio de esos intervalos (10°C y 30°C). Asimismo, se observó también una clara influencia del origen de la población, obteniendo un mayor porcentaje de germinación (26,7%) a menor temperatura (5°C) por parte de la población procedente de la zona invernal más fría (Lleida). Este hecho se ha constatado a su vez en las temperaturas bases obtenidas para las distintas poblaciones, siendo 4,9°C para la población de Lleida, y 6,9°C, 8,4°C y 8,9°C para las poblaciones de Bahía Blanca, Badajoz y Sevilla, respectivamente.



Evolución de la infestación en viña de *Cynodon dactylon* (porcentaje de suelo cubierto) en parcelas de muestreo a lo largo del experimento y en función del tratamiento llevado a cabo. M1: cubierta vegetal espontánea controlada mediante siegas mecánicas; M2: cubierta espontánea combinada con aplicaciones herbicidas; M3: cubierta espontánea labrada anualmente, y M4: cubierta labrada y sembrada de manera anual con cebada (*Hordeum vulgare*).

Estos resultados definen el comportamiento germinativo y de emergencia de esta especie en función de la temperatura y del origen de las semillas, posibilitando su gestión en campo.

El cuarto ensayo (Capítulo 5) se planteó con el fin de determinar el potencial fitotóxico de distintas especies utilizadas como cubierta y/o acolchado vegetal en viña. Para ello, se seleccionaron doce especies (una mezcla de *B. hordeaceus* y *B. rubens*, *F. arundinacea* cv. 'Firaces R1', *Hodeum murinum* L., *H. vulgare* cv. 'Meseta', *M. rugosa* cv. 'Sapo', *Medicago sativa* L. cv. 'Victoria', *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Sinapis alba* L., *Trifolium incarnatum* L. cv. 'Red', *Trifolium subterraneum* L. cv. 'Dalkeith', *V. ciliata* y *Pinus sylvestris* L.). Los extractos acuosos de estas especies se ensayaron, frente a tres especies de malas hierbas problemáticas en viña (*C. bonariensis*, *A. squamatus* y *B. scoparia*), en condiciones controladas (laboratorio) a fin de evitar la interacción de factores externos (tanto abióticos como bióticos). Los resultados de este experimento mostraron que *C. bonariensis* y *A. squamatus* vieron su germinación y crecimiento radicular prácticamente inhibido (100% de inhibición) para la mayoría de extractos y dosis ensayadas. Este efecto fue menos evidente en la especie *B. scoparia*, cuya germinación no se vio apenas inhibida (alcanzando valores de germinación cercanos al 100% para la mayoría de los extractos) pero, en cambio, sí se vio inhibido su crecimiento radicular, mostrando unos valores inferiores al 50% respecto al control. Los extractos fueron analizados y se identificaron los compuestos responsables del efecto fitotóxico (un total de 33 compuestos) tanto ácidos fenólicos como flavonoides. Los resultados de este experimento aportan información sobre el potencial efecto bioherbicida que tienen estos extractos en ciertas malas hierbas problemáticas en viña, así como la potencialidad de estas sustancias para ser liberadas en campo.

Los resultados de los diferentes experimentos muestran que tanto el tipo de cubierta como la gestión que se haga de la misma, es un aspecto clave a la hora de controlar ciertas especies de malas hierbas en un viñedo. A su vez, conocer el potencial fitotóxico de las distintas especies estudiadas como cubierta vegetal, así como las características biológicas de las malas hierbas que se desean controlar, nos permite poder definir un adecuado manejo de la cubierta. Estos resultados, en conjunto, verifican la capacidad de las cubiertas vegetales para controlar malas hierbas problemáticas, contribuyendo a la implementación de manejos integrados más completos.



Foto 3: Defensa de la tesis por videoconferencia



Foto 4: Celebración de la tesis en pequeño comité

TESIS DOCTORAL de Fortunato Pagnoncelli

RESISTÊNCIA AO GLYPHOSATE EM POPULAÇÕES DE *Lolium multiflorum*: ESTUDO DE ASPECTOS MOLECULARES E DA DINÂMICA POPULACIONAL SUPORTANDO MODELOS PREDITIVOS PARA CONTROLE

Directores: Michelangelo Muzell Trezzi, José Luis González-Andújar

Fecha lectura: 3 Agosto 2020

INTRODUCCIÓN

El vallico (*Lolium* spp.) es una especie infestante ampliamente difundida en las zonas agrícolas de todo el mundo. Debido a su rusticidad y a su alta tasa de crecimiento, esta especie se cultiva tanto para la cobertura del suelo como para la producción de forraje. El uso intensivo de herbicidas con el mismo mecanismo de acción dio lugar a la selección de plantas de vallicos resistentes a los herbicidas, principalmente al glifosato. Los objetivos de la tesis fueron: 1) Caracterizar la respuesta al glifosato y determinar el factor de resistencia en las poblaciones de vallico recogidas en las regiones del sur y suroeste de Paraná, Brasil. 2) Estudiar el mecanismo relacionado con el sitio de acción en la resistencia al glifosato en las poblaciones de vallico. 3) Obtener información sobre la demografía del vallico en poblaciones susceptibles y resistentes al glifosato. 4) Desarrollar y validar un modelo empírico para describir la emergencia del vallico basado en la temperatura del suelo. 5) Desarrollar modelos poblacionales estocástico basados en cohortes para poblaciones susceptibles y resistentes al glifosato y simular estrategia de manejo bajo diferentes escenarios de cambio climático.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de semillas de 44 poblaciones de vallico en zonas agrícolas del sur y sudoeste de Paraná (Brasil). Las poblaciones fueron sometidas a la curva de respuesta a varias dosis de glifosato (0, 90, 180, 360, 720, 1440, 2880 y 5760 g ha⁻¹). A los 28 días de la aplicación, se determinó la masa seca (MS) de las plantas.

En poblaciones resistentes (MR20AR, VT05AR y RN02AR) y susceptibles (MR05AS, VT07AS y RN01AS) al glifosato, se estudió el mecanismo de resistencia relacionado con el sitio de acción del herbicida. Se comprobó la sustitución de aminoácidos para la secuencia de proteínas, se determinó el número de copias y la expresión del gen EPSPS. Fue examinado la sustitución de aminoácidos en la secuencia de proteínas y se ha determinado el número de copias y la expresión del gen EPSPS.

Para el estudio de la demografía en poblaciones resistentes y susceptibles al glifosato, se consideraron tres cohortes y se estimaron los parámetros de emergencia, la supervivencia y la fecundidad

El desarrollo y validación de un modelo de emergencia basado en el tiempo termal (TT), se realizó con datos tomados en dos localidades. La bondad del modelo y su validación fue verificada con diferentes métricas estadísticas: El coeficiente de regresión ajustado (R^2), la eficiencia del modelo (EM), el error del coeficiente (EC) y el coeficiente de determinación del modelo (CD).

Se desarrolló un modelo de dinámica poblacional basado en cohortes-considerando las poblaciones susceptibles y resistentes al glifosato. Para estudiar el efecto del cambio climático, se consideraron dos escenarios climáticos: el primero correspondiente a la situación climática presente y el segundo consideró un aumento de la temperatura media del aire en 2,5 °C previsto en el sur de Brasil para el año 2050. Se incorporaron al modelo estrategias de gestión basadas en herbicidas en la aplicación temprana y tardía en cada cohorte (C1, C2 y C3) y sistemas de rotación de cultivos con avena (A), trigo (T), soja (S) y maíz (M).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 44 poblaciones estudiadas, 11 se caracterizaron como susceptibles y 33 como resistentes. Se observó una gran variabilidad de respuesta entre las poblaciones. La MS de todas las poblaciones susceptibles se redujo en más del 85% con dosis superiores a 720 g ha⁻¹, mientras que en las poblaciones resistentes se observó una reducción de masa superior al 80% sólo con dosis superiores a 5760 g ha⁻¹. El GR50 de las poblaciones susceptibles estaba entre 137,84 y 220,19 g ha⁻¹ y de las poblaciones resistentes entre 286,1 y 928,08 g ha⁻¹ proporcionando factor de resistencia entre 1,37 y 5,50.

Se secuenció un fragmento de 301 pb de EPSPS, que incluía las posiciones 102 y 106 de la secuencia de proteínas. Ninguna de las poblaciones resistentes presentó reemplazo de aminoácidos en estas posiciones. Las poblaciones susceptibles tenían entre 1 y 3 veces más copias de EPSPS que de CCR (Cinnamoyl-CoA-reductasa) (gen de referencia) mientras que las poblaciones resistentes tenían entre 3 y 57 veces más copias que de CCR. Las poblaciones VT07AS (Susceptible) y VT05AR (Resistente) no difirieron en el número de copias del gen. La expresión génica de las EPSPs se correlacionó positivamente con el número de copias del gen ($R^2 = 0,86$) y el GR50 de las poblaciones ($R^2 = 0,81$) (Figura 1).

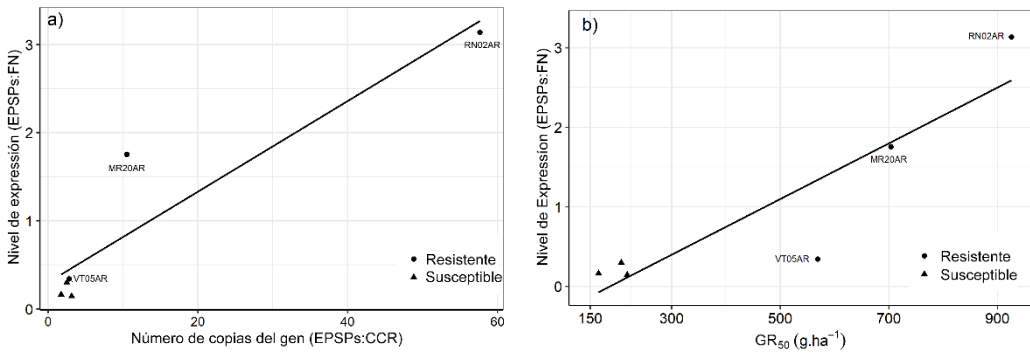


Figura 1: Relación entre: a) el nivel de expresión de la EPSPs ($EPSPs:FN \times 10^5$) y el número de copias del gen de la EPSPs ($EPSPs:CCR$) ($R^2 = 0,86$) y b) el nivel de expresión de la EPSPs ($EPSPs:FN \times 10^5$) y la dosis de glifosato necesaria para reducir 50% de la masa (GR) ($R^2 = 0,81$) en plantas de vallico.

La emergencia de las plántulas fue rápida y en condiciones ambientales adecuadas puede ocurrir en un período de 30 días. Se observó una menor supervivencia de las plantas en las dos primeras cohortes (2% y 3%, respectivamente) en comparación con la tercera (13%), así como un mayor número de espigas por planta en las dos primeras cohortes (50,34 y 47,02 esp pl^{-1} , respectivamente) en comparación con la tercera cohorte (26 esp pl^{-1}). Sin embargo, la tercera cohorte presentó una mayor producción de flores por espiga (13,5 flrs $espgt^{-1}$) en relación con las dos primeras cohortes (11,9 y 12,12 flrs $espgt^{-1}$). La fecundidad fue el único parámetro demográfico donde se diferenciaron estadísticamente las poblaciones susceptibles (20300 semillas/planta) y resistentes (13830 semillas por planta). Ambas poblaciones presentaron un efecto regulatorio de la población denso-dependiente en la fecundidad.

En relación con la predicción de la emergencia del *L. multiflorum*, el modelo de Gompertz presentó un buen ajuste a los datos ($R^2 = 0,98$ y $RMSE = 6,14$) (Fig. 2). Según este modelo, la emergencia comienza a los 300 TT, llegando al 50% con 444 TT y al 90% con 590 TT. El modelo fue validado con datos independientes mostrando una excelente relación entre la emergencia observada y la predicha por el modelo, $R^2 = 0,97$; $EM = 0,97$; $EC = 0,08$ y $CD = 1,07$ (Fig. 2).

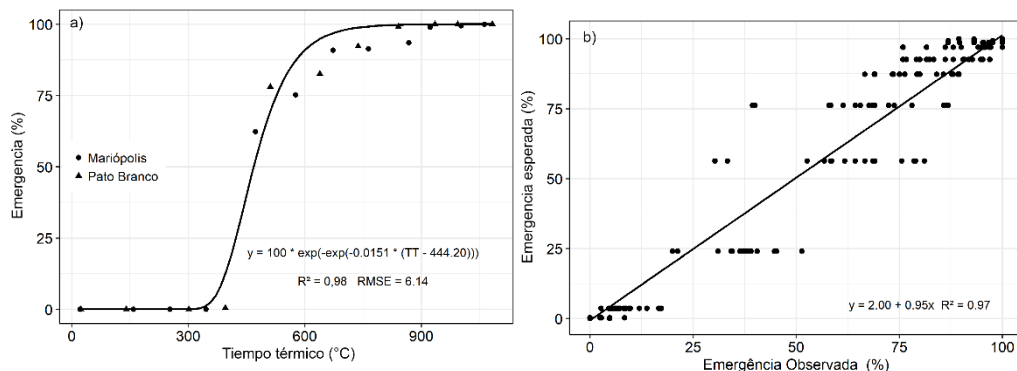


Figura 2: Emergencia acumulada (a) y validación del modelo del flujo de emergencia de vallico (b).

En ausencia de control y bajo las condiciones climáticas actuales del sur del Brasil, la simulación del banco de semillas alcanza una densidad de equilibrio de $19121 \pm 371 \text{ s m}^{-2}$ para la población susceptible y $20463 \pm 363 \text{ s m}^{-2}$ para la población resistente. Considerando el escenario de incremento de la temperatura en $2,5^{\circ}\text{C}$, el banco de semillas alcanza una densidad de equilibrio de $24182 \pm 253 \text{ s m}^{-2}$ (+26% que el escenario actual) para la población susceptible y $24299 \pm 254 \text{ s m}^{-2}$ (+18% que el escenario actual) para la población resistente. Las simulaciones de las diferentes estrategias de manejo realizadas en ambos escenarios climáticos indicaron que los sistemas de cultivo que incluyen en la rotación trigo en invierno o maíz en verano presentan el mayor potencial de reducción del banco de semillas (+80% de reducción). Las estrategias de manejo basadas en el control químico tuvieron un gran impacto en el banco de semillas (+85% de reducción), sin embargo, la eficiencia disminuye con el cambio climático ya que tiende a reducirse con el incremento de la temperatura (Fig. 3).

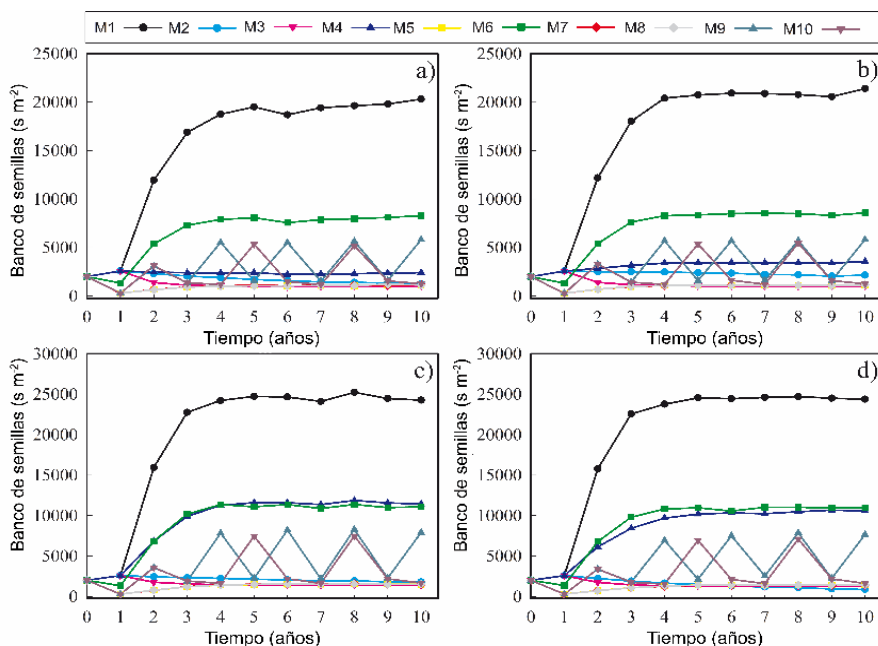


Figura 3: Evolución del banco de semillas de vallico en el escenario actual para la población susceptible (a) y resistente (b) al glifosato, y para el escenario con un incremento previsto de la temperatura media de 2,5 °C para la población susceptible (c) y resistente (d) al glifosato. Bajo diferentes estrategias de gestión.

M1 = Pousio, **M2** = PosTC1 + PosPC2, **M3** = PosTC1 + PosTC2 + PosPC3, **M4** = PosPC2 + PosTC3, **M5** = T/S, **M6** = A/S, **M7** = A/M, **M8** = T/S/A/M, **M9** = A/S/A/M, **M10** = T/S/A/M/A/S.

Publicaciones derivadas de la tesis

- PAGNONCELLI P, TREZZI M, GONZALEZ-ANDUJAR JL (2020). Modeling the population dynamic and management of Italian ryegrass under two climatic scenarios. *Plants* 9(3): 325
- PAGNONCELLI P, TREZZI MM, SALOMÃO HM, HARTMANN K, GONZALEZ-ANDUJAR JL (2020). Prediction of Italian ryegrass emergence using soil thermal time. *Acta Scientiarum. Agronomy*. (aceptado)
- PAGNONCELLI P, TREZZI MM, SALOMÃO HM, HARTMANN K, GONZALEZ-ANDUJAR JL (2020) Demography of Italian ryegrass susceptible and resistant to glyphosate. *Planta Daninha* (en revisión).
- PAGNONCELLI P, SALOMÃO HM, BARRO F, GIMÉNEZ, MJ, TREZZI MM (2020) Response characterization and target site mechanism study in glyphosate-resistant populations of Italian ryegrass from Brazil (en preparación).

PHYTOTOXIC POTENTIAL OF SPECIES FROM THE ATLANTIC SHRUBLAND FOR WEED CONTROL

Directora: Dra. Nuria Pedrol Bonjoch

Fecha y lugar de defensa: 29 de marzo de 2019. Universidad de Vigo

Miembros del Tribunal: Dr. Jordi Recasens Guinjuan, Dra. Nuria Chinchilla Salcedo y Dr. Manuel Joaquín Reigosa Roger

Calificación: Sobresaliente *cum laude*

En la búsqueda de nuevos bioherbicidas, la Alelopatía, que estudia la interacción entre plantas a través de la liberación de metabolitos secundarios llamados aleloquímicos, se presenta como fuente potencial de alternativas para el control de malezas. Una vez liberados al medio, los aleloquímicos pueden influir en la germinación, el crecimiento, la morfogénesis, y otros procesos fisiológicos de las especies diana. Estos compuestos naturales son, *a priori*, más biodegradables, tienen una vida media más corta, y proporcionan nuevas dianas moleculares sobre las que actuar que los herbicidas sintéticos, siendo esta última característica esencial para controlar la proliferación de malezas resistentes. Dentro de la Alelopatía, el uso de abonos verdes alelopáticos ha recibido especial atención, puesto que con la incorporación de restos de estos cultivos se consigue mejorar la calidad del suelo y, a la vez, controlar las malezas del banco de semillas, tanto por interferencias físicas como por la fitotoxicidad de los aleloquímicos liberados. Destaca el uso de leguminosas alelopáticas por su capacidad de fijar nitrógeno, ya que es el nutriente más limitante de la producción vegetal.

Pero, en lugar de cultivar un abono verde alelopático como herramienta de control de malezas, que ocupa tiempo y espacio en la hoja de cultivos ¿no sería más rentable utilizar biomasa con potencial fitotóxico que esté disponible en el agroecosistema? De este modo, el control de malezas se llevaría a cabo mediante un uso más eficiente de los recursos agroforestales, y se evitaría la inversión necesaria para la producción del abono verde.

Los sistemas agroforestales de la Península Ibérica ofrecen una gran diversidad y cantidad de biomasa de especies silvestres alelopáticas con potencial para convertirse en herramientas apropiadas para el control de malezas. Las leguminosas arbustivas *Ulex europaeus* L. y *Cytisus scoparius* (L.) Link son especies con una notable riqueza de principios activos, cuyos extractos poseen un amplio espectro de actividad biológica. Asimismo, la alta capacidad competitiva de ambas especies arbustivas en su rango nativo, así como su naturaleza invasora, se han atribuido a posibles fenómenos alelopáticos. Estas propiedades, junto con la abundancia de biomasa disponible en el agroecosistema, nos llevaron a plantear el objetivo general de este trabajo.

Esta Tesis doctoral tiene como objetivo inédito valorar el potencial de la biomasa aérea de las especies leguminosas del matorral atlántico *U. europaeus* y *C. scoparius* para su utilización a modo de abono verde bioherbicida, así como identificar los metabolitos secundarios potencialmente responsables de los efectos observados.

Para alcanzar este objetivo general, se establecieron una serie de objetivos específicos desarrollados secuencialmente en cuatro artículos, como se resume a continuación.

Dado que la volatilización es una de las principales vías a través de las cuales el material vegetal libera aleloquímicos al medio, en Pardo-Muras et al. (2018) se caracterizó el potencial fitotóxico *in vitro* de los volátiles emitidos por las flores y ramas floridas de ambas especies arbustivas. A partir de bioensayos de volátiles liberados de forma natural por el material vegetal en floración de *U. europaeus* y *C. scoparius* (Figura 1), se demostró que ambas especies producen y emiten compuestos orgánicos volátiles (VOCs) capaces de inhibir la germinación y/o el crecimiento temprano de dos malezas agrícolas: *Amaranthus retroflexus* y *Digitaria sanguinalis*. Con el fin de identificar qué VOCs podrían estar implicados en la fitotoxicidad observada, se analizaron los extractos volátiles de ambas especies arbustivas por CG y GC/MS. Se identificaron un total de 20 compuestos volátiles a partir de la biomasa en flor de *U. europaeus*, siendo theaspirane y eugenol descritos por primera vez en esta especie. Del perfil químico de *C. scoparius* se identificaron 28 compuestos, y resultó rico en monoterpenos oxigenados como terpinen-4-ol, verbenol, α -terpineol y verbenona, los cuatro identificados en esta especie por primera vez. Según su abundancia, evidencias previas de fitotoxicidad y/o disponibilidad comercial, se seleccionaron 12 de los compuestos volátiles para ser testados de forma aislada. A partir de los bioensayos dosis-respuesta con los compuestos puros, se argumentó que los VOCs linalol, terpinen-4-ol, α -terpineol y verbenona estaban involucrados en la fitotoxicidad observada para *C. scoparius*, así como eugenol y theaspirane para *U. europaeus*, incluso actuando a muy bajas concentraciones. Estos efectos fitotóxicos fueron por lo general irreversibles, en particular para *D. sanguinalis*, ya que las semillas expuestas a los VOCs no pudieron recuperar la capacidad de germinación después de eliminar la fitotoxina o, cuando se recuperaron, produjeron plántulas inviables.



Figura 1: Representación gráfica del bioensayo in vitro de compuestos volátiles. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0205997>

Además de compuestos volátiles, otros compuestos solubles en agua también podrían ser liberados por el material vegetal al suelo y producir algún impacto en el banco de semillas de malezas. Por ello, en Pardo-Muras et al. (2020a) se caracterizó el potencial fitotóxico *in vitro* de los extractos acuosos de las flores y ramas floridas de ambas especies arbustivas (Figura 2). Los resultados obtenidos a partir de las curvas dosis-respuesta revelaron que los extractos acuosos de *U. europaeus* y *C. scoparius* eran capaces de inhibir o retardar la germinación y reducir el crecimiento de *A. retroflexus* y *D. sanguinalis*, sin afectar al desarrollo del maíz. No obstante, los aleloquímicos liberados al agua del suelo pueden ser rápidamente degradados por los microorganismos edáficos o por otras interacciones físico-químicas, convirtiendo a estas sustancias en moléculas no tóxicas, o reduciendo su efectividad sobre las especies diana. Por tal motivo, los extractos acuosos fueron ensayados sobre suelo agrícola. Al contrario de lo esperado, el potencial bioherbicida de los extractos acuosos de *U. europaeus* y *C. scoparius* aumentó cuando se aplicaron al suelo, siendo sus efectos comparables a los de un herbicida de síntesis. Siguiendo el planteamiento del trabajo anterior, los extractos acuosos de ambas especies arbustivas fueron analizados por HPLC-DAD (Figura 2).

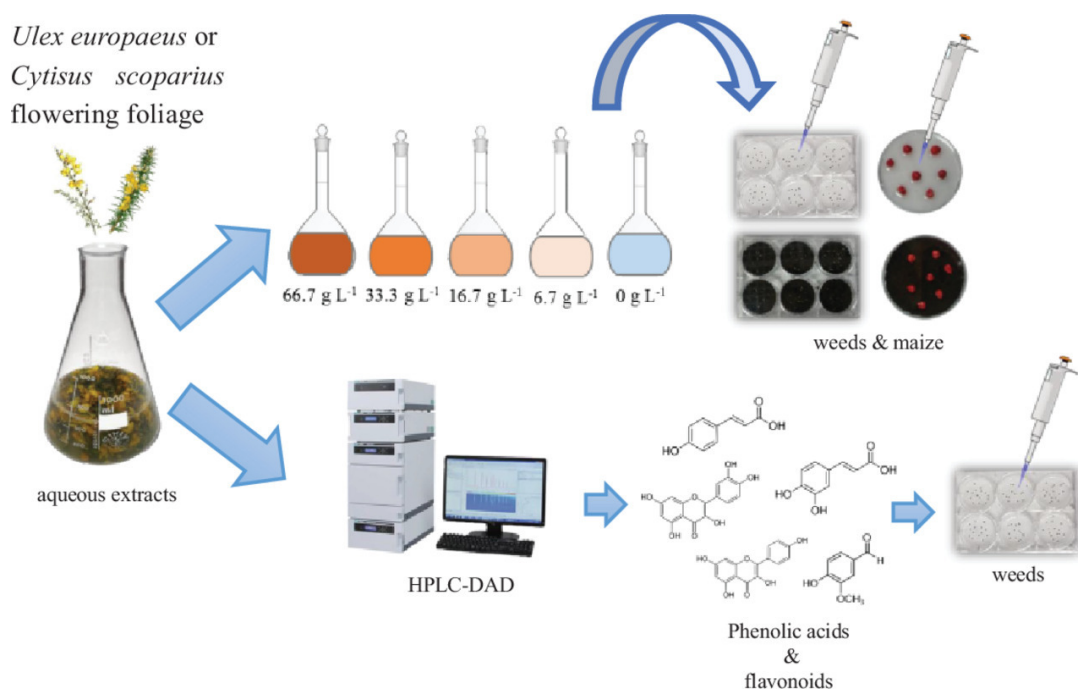


Figura 2: Resumen gráfico del artículo Pardo-Muras et al. (2020a). https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0254629920310012-fx1_lrg.jpg

El análisis químico de los extractos acuosos de *U. europaeus* y *C. scoparius* relevó la presencia de 11 y 17 compuestos fenólicos, respectivamente. Algunos de estos ácidos fenólicos y flavonoides fueron descritos por primera vez en estas especies arbustivas. Los ácidos fenólicos cafeico, *p*-cumárico, ferúlico, trans-cinámico y vainillina, y los flavonoides ácido elágico, quercetina, naringenina, kaemferol, y luteolina, fueron seleccionados para ser ensayados de forma aislada por su posible implicación en la fitotoxicidad de los extractos acuosos. Todos ellos resultaron ser fitotóxicos para una u otra maleza diana o proceso fisiológico, y algunos únicamente a muy bajas concentraciones.

Se observó que las concentraciones de aleloquímicos tanto en los extractos volátiles como en los acuosos de ambas leguminosas estaban muy por debajo de las concentraciones de inhibición de los compuestos aislados. Esto llevó a pensar que la fitotoxicidad observada podía deberse a la acción combinada de los compuestos ensayados, o a interacciones complejas entre algunos de ellos y otros compuestos no estudiados. Para validar la hipótesis, se llevaron a cabo los ensayos *in vitro* desarrollados en Pardo-Muras et al. (2019, y datos no publicados). El objetivo de este trabajo fue dilucidar posibles interacciones entre compuestos previamente identificados en los extractos volátiles y acuosos de ambas especies arbustivas, y evaluar sus efectos conjuntos. Las mezclas binarias de VOCs presentes en *U. europaeus* y *C. scoparius* mostraron claros efectos sinérgicos sobre la germinación y el crecimiento de *A. retroflexus* y *D. sanguinalis*, reduciendo el umbral de concentración necesario para causar los efectos fitotóxicos descritos en comparación con los compuestos individuales. Además, mezclas de múltiples compuestos volátiles y fenólicos, mimetizando la composición natural de ambas leguminosas, mostraron interacciones complejas, principalmente sinérgicas, entre VOCs y compuestos fenólicos. Se observó que la contribución de cada compuesto a la matriz se vio afectada no solo por su concentración y fuerza fitotóxica, sino también por sus proporciones reales en la composición natural de la mezcla. Cabe señalar que éste es uno de los pocos trabajos en el ámbito de la agricultura donde se exploran interacciones entre aleloquímicos, y más entre distintos grupos químicos. Los resultados obtenidos hasta este momento apuntaban que el uso del material vegetal de *U. europaeus* y *C. scoparius* incorporado al suelo podría controlar las malezas de modo eficiente, siempre y cuando los aleloquímicos se liberasen y mantuviesen su efectividad en el suelo. Esta sería la forma más natural y segura de liberar un cóctel de aleloquímicos donde tanto los compuestos volátiles como los solubles en agua pudiesen actuar juntos y secuencialmente durante la descomposición del material vegetal en el suelo, quizás incrementando su potencial bioherbicida y proporcionando múltiples modos de acción contra el banco de semillas de malezas. De hecho, los extractos volátiles y acuosos habían mostrado cierta complementariedad, siendo el coleóptilo más sensible a los compuestos volátiles y la raíz a los solubles en agua.

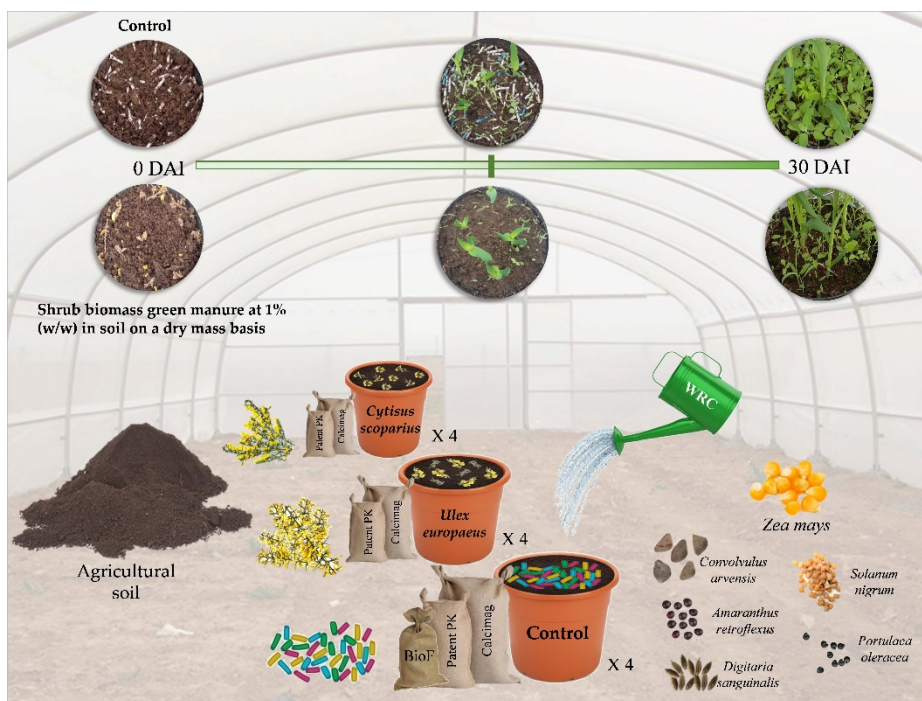


Figura 3: Resumen gráfico del artículo Pardo-Muras et al. (2020b).

<https://www.mdpi.com/2223-7747/9/2/203>

Así, finalmente, en Pardo-Muras et al. (2020b) se llevaron a cabo experimentos en maceta bajo condiciones controladas de invernadero (Figura 3). El objetivo de este trabajo fue evaluar la adecuación del uso de la biomasa de *U. europaeus* y *C. scoparius*, aportándola al suelo a modo de abono verde, mediante el estudio de sus efectos sobre el establecimiento y crecimiento temprano del maíz y de algunas malezas acompañantes. También, comprobar sus efectos potenciales sobre la fertilidad del suelo, incluyendo la capacidad funcional de la comunidad microbiana edáfica. Sobre la base de referencias bibliográficas, la dosis del 1% (proporción de peso seco de material vegetal por peso seco de suelo) fue seleccionada como concentración óptima para el control de malezas. Esta dosis (equivalente a $33,3 \text{ g ps} \cdot \text{L}^{-1}$ en la solución del suelo) fue consistente con la concentración de inhibición IC_{50} de las malezas diana obtenida en las curvas dosis-respuesta de los extractos acuosos aplicados al suelo (Pardo-Muras et al. 2020a). Hasta treinta días después de la incorporación, el material vegetal de *U. europaeus* y *C. scoparius* aplicado como abono verde pudo controlar la emergencia de diferentes malezas, sin la necesidad de ningún otro método de control.

Ulex europaeus fue efectivo controlando el establecimiento de *A. retroflexus*, y también redujo significativamente la altura de *D. sanguinalis* y *Portulaca oleracea*. Sobre todo, *C. scoparius* controló la emergencia de *D. sanguinalis*, *Convolvulus arvensis*, *P. oleracea* y *A. retroflexus*, con un notable descenso de la biomasa de

malezas. Esta dinámica de bioactividad, selectividad, y diversidad de efectos, junto con las interacciones sinérgicas encontradas entre los aleloquímicos de *U. europaeus* y *C. scoparius*, sugiere que el uso combinado de ambas especies podría aumentar su eficacia bioherbicida.

El abono verde de ambas especies de matorral no tuvo efecto negativo alguno sobre el cultivo de maíz sino que, por el contrario, *C. scoparius* contribuyó a su mayor rendimiento relativo. Además, según los resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos del suelo, la incorporación del material vegetal de *U. europaeus* y *C. scoparius* no produjo limitaciones edáficas para la producción vegetal. Más aún, ambas leguminosas mantuvieron niveles de N equivalentes a los de la enmienda orgánica comercial aportada en las macetas control. Por lo tanto, desde un enfoque práctico, el uso de biomasa de estas especies arbustivas como abono verde supondría un ahorro en el abonado de fondo y un potencial beneficio para el cultivo, al margen del control de malezas.

En la presente Tesis doctoral, el uso del material vegetal de *Ulex europaeus* y *Cytisus scoparius* incorporado al suelo como abono verde para el control de malezas ha sido estudiado por primera vez, contribuyendo a la valorización de estas especies en la región Atlántica, de donde son nativas, como fuentes de nuevos bioherbicidas. Además, proporciona un destino posible para la biomasa procedente de la erradicación de estas especies en las regiones invadidas. De esta forma, la gestión de los recursos agroforestales se llevaría a cabo de forma integral, eficiente y sostenible.

Artículos publicados de la Tesis doctoral:

- Pardo-Muras, M., Puig, C.G., López-Nogueira, A., Cavaleiro, C., Pedrol, N. (2018). On the bioherbicide potential of *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius*: Profiles of volatile organic compounds and their phytotoxic effects. *PloS one*, 13(10), e0205997. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205997>
- Pardo-Muras, M., Puig, C.G., Pedrol, N. (2019). *Cytisus scoparius* and *Ulex europaeus* produce volatile organic compounds with powerful synergistic herbicidal effects. *Molecules*, 24(24), 4539. <https://doi.org/10.3390/molecules24244539>
- Pardo-Muras, M., Puig, C.G., Souto, X.C., Pedrol, N. (2020a). Water-soluble phenolic acids and flavonoids involved in the bioherbicidal potential of *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius*. *South African Journal of Botany*, 133, 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.023>
- Pardo-Muras, M., Puig, C.G., Souza-Alonso, P., Pedrol, N. (2020b). The Phytotoxic Potential of the flowering foliage of gorse (*Ulex europaeus*) and scotch broom (*Cytisus scoparius*), as pre-emergent weed control in maize in a glasshouse pot experiment. *Plants*, 9(2), 203. <https://doi.org/10.3390/plants9020203>

**INFLUENCIA DEL TIPO DE SUELO Y MANEJO SOBRE LA FLORA
INFESTANTE (MALAS HIERBAS) DE CAMPOS DE ARROZ DE LA ZONA
ARROCERA DE VALÈNCIA**

Autor: Felip Galán Balbastre

Tutor: José M^a Osca Lluch

Universidad Politécnica de Valencia

En agricultura y, especialmente en el cultivo del arroz debido a su manejo bajo inundación en la zona arrocería valenciana, las malas hierbas son uno de los principales problemas, ya que estas compiten con el cultivo por el agua, nutrientes, la luz y el espacio radicular, provocando una disminución en el rendimiento. Conocer el banco de semillas permitirá adoptar una serie de estrategias para el control de estas especies de adventicias. El banco de semillas, su diversidad y abundancia, se ve influenciado por múltiples factores. Uno de estos factores es el agua. En este estudio se ha analizado la influencia de la inundación invernal (Perellonà) en los alrededores del lago de la Albufera (València) sobre el banco de semillas de los campos de arroz de la zona arrocería de València. Para el estudio de la influencia del agua sobre el banco de semillas se han estudiado dos métodos indirectos de estimación del banco de semillas.

El primero de ellos (método 1) mediante el desagregado mecánico del suelo y poniéndolo en condiciones de germinación y conteo de las plántulas emergentes; el segundo método (método 2) mediante el tratamiento desagregante con solución salina a base de hexametáfosfato sódico, tamizado y posterior colocación en condiciones de germinación de la fracción resultante, con el posterior conteo de las plántulas emergidas. Con ambos métodos se pudo comparar y determinar cuál de ellos proporciona una mejor estimación del banco de semillas. Además se ha estudiado la influencia del manejo del agua, los niveles de salinidad y los niveles de materia orgánica.

El objetivo es el de estudiar el tipo de suelo y manejo del cultivo sobre las malas hierbas que se desarrollan en los arrozales, analizando la composición del banco de semillas de las parcelas de arroz de toda la zona arrocería de Valencia, que difieren en cuanto a ubicación y manejo. Valorar que método de germinación es el más adecuado para la confección del banco de semillas, definir y caracterizar el banco de semillas/especies del lago, representándolo espacialmente mediante herramientas cartográficas y definir los parámetros físicoquímicos principales de los suelos de la zona.

En la “Tabla 1” se muestran los valores medios de las especies que han germinado con un método u otro y que son más representativas en el cultivo del arroz. Las especies aparecen nombradas con su código EPPO.

Tabla 1. Nombre de las especies y código EPPO

Nombre especie	Código EPPO
<i>Cyperus difformis</i>	CYPDI
<i>Echinochloa sp.</i>	1ECHG
<i>Leptochloa sp.</i>	LEFUN
<i>Polypogon monspeliensis</i>	POLMO
<i>Ranunculus sceleratus</i>	RANSC
<i>Nasturtium officinale</i>	NASOF
<i>Ranunculus peltatus</i>	RANPT
<i>Lemna sp.</i>	1LEMG

En la “Tabla 2”, las unidades de Nº de semillas corresponden a las plántulas que han emergido por m².

Tabla 2. Resultados análisis especie y método

Especie	Nº semillas método 1	Nº semillas método 2
CYPDI	40,1a	125,9b
1ECHG	1,7a	0,7b
LEFUN	0,9a	0,8 a
POLMO	4,6 a	4,6 a
RANSC	0,6a	0,6 a
NASOF	0,9a	1,6 a
RANPT	0,2a	0,4a
1LEMG	0,8a	1,9b

Diferente letra en una fila indica diferencias significativas. P -valor<0,05

Como se puede observar en la “Tabla 3”, el aumento de la inundación hace bajar los niveles de oxígeno y luz disponibles, reduciendo significativamente la germinación de las plántulas del banco de semillas. La inundación provocada en los meses invernales (Perellonà) lleva asociada una carga de sedimentos, lo que ha sido demostrado que reduce la germinación de las semillas presentes en un suelo (Figura 1).

Tabla 3. Resultados análisis especie y grado inundación

Especie	Efecto agua
CYPDI	reduce
1ECHG	reduce
LEFUN	n.s.
POLMO	reduce
RANSC	reduce
NASOF	reduce
RANPT	n.s.
1LEMG	n.s.

Valor “reduce” muestra diferencias significativas. P -valor<0,05. Sin diferencias significativas (n.s.)

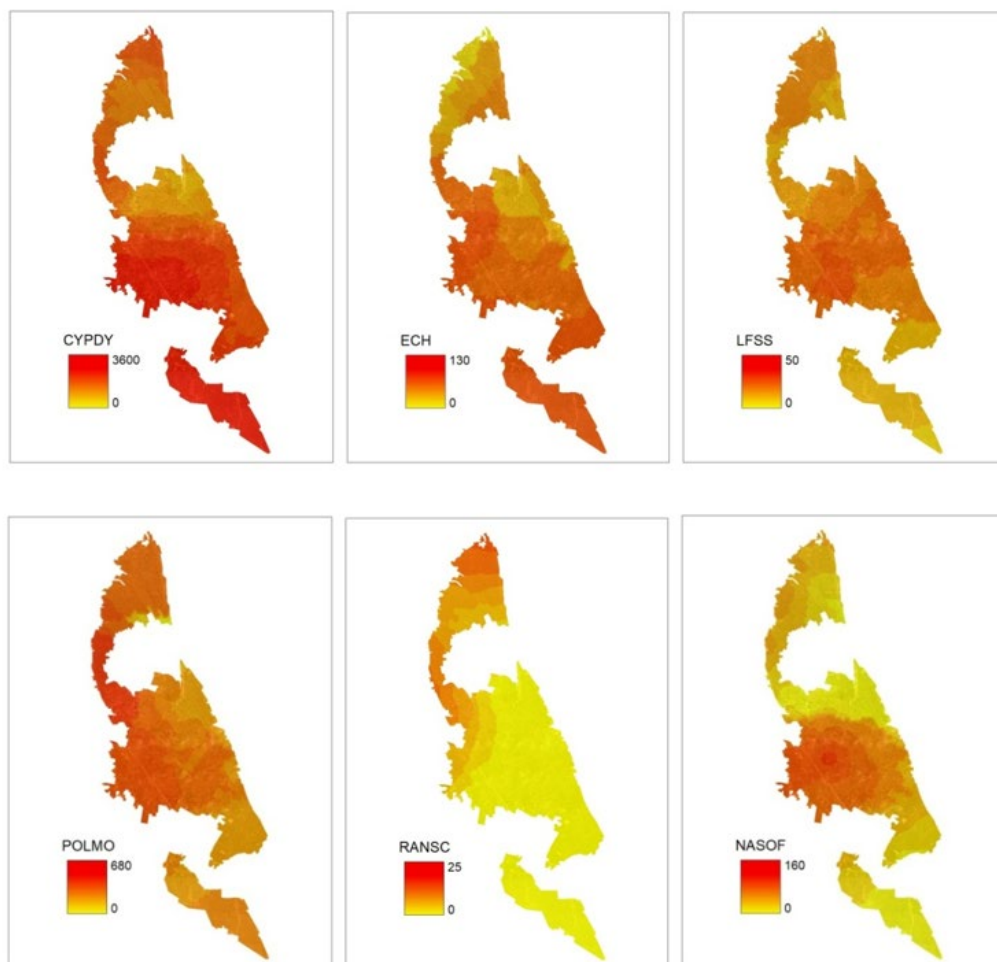


Figura 1: Distribución de las especies *Cyperus difformis* (CYPDI), *Echinochloa* sp. (1ECHG), *Leptochloa* sp. (LEFUN), *Polypogon monspeliensis* (POLMO), *Ranunculus sceleratus* (RANSC) y *Nasturtium officinale* (NASOF) según el grado de inundación otoño-invernal

En cuanto fga la materia orgánica de un suelo, cuanto menos agua hay en el campo el trabajo de las bacterias es más rápido, por tanto, estas condiciones de inundación y no inundación afectan sobre el contenido en materia orgánica del suelo. También, en zonas donde no se quema la paja, sino que esta se incorpora al suelo hay más materia orgánica. De esta forma, las semillas de malas hierbas ven reducida su germinación en suelos con elevados niveles de materia orgánica al haber menos oxígeno (Figura 2).

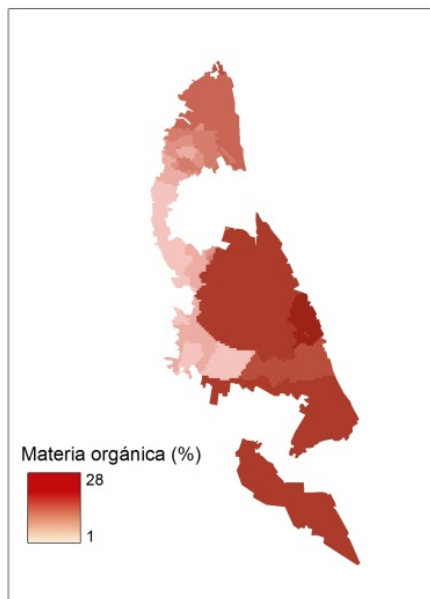


Figura 2: Distribución de la materia orgánica.

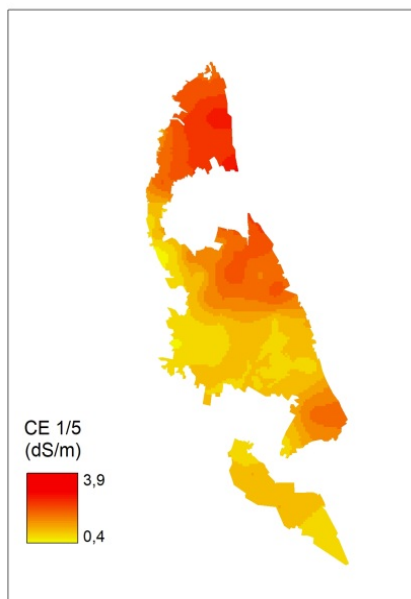


Figura 3: Distribución de la CE

Niveles altos de conductividad eléctrica afectan a ciertas especies las cuales ven reducido su desarrollo y otras no llegan ni a germinar, sobre todo especies de *Echinochloa sp.* Se observa una CE más baja en parcelas que se hallan más tiempo inundadas (Perellonà) y se produce una disolución de las sales (Figura 3). En zonas con media inundación este valor es más elevado, posiblemente debido a que por capilaridad las sales suben a perfiles más superiores, desionizándose en superficie. Las parcelas no inundadas se hallan más lejos del mar y a mayor cota, donde la salinidad se ve influenciada por la intrusión marina y estas se presentarían en las zonas más profundas del perfil, no llegando por capilaridad.

A la vista de la “Tabla 4” se observa que el porcentaje de semillas que conforman el banco de semillas disminuye a medida que aumenta la salinidad para las especies CYPDI, 1ECHG, POLMO y NASOF. En cambio, especies macrófitas como el RANSC se desarrollan con altos niveles de salinidad. La especie 1LEMG presenta cierta tolerancia a la CE, donde la elevada concentración favorece el crecimiento de esta especie.

Se observa en la “Tabla 5” que con elevados niveles de materia orgánica CYPDI i 1ECHG presentan menor germinación. En cambio, 1LEMG se desarrolla más, debido a que la planta se halla flotando en la superficie del agua y no está directamente en contacto con el suelo.

Tabla 4. Correlación entre CE y especies

	CE
CYPDI	-0,3031
	(69)
	0,0124
1ECHG	-0,2822
	(69)
	0,02
POLMO	-0,3239
	(69)
	0,0076
NASOF	-0,2488
	(69)
	0,0402
RANPT	0,4137
	(69)
	0,0006
1LEMG	0,4167
	(69)
	0,0006

Tabla 5. Correlación entre la materia orgánica y las especies

	C.org (gC/Kg suelo)
CYPDI	-0,2667
	(69)
	0,0278
1ECHG	-0,2726
	(69)
	0,0246
1LEMG	0,2612
	(69)
	0,0313

CONCLUSIONES

Se ha podido observar que con el método que se obtienen mejores valores de estimación del banco de semillas es con el método 2, el cual consiste en el desagregado de las partículas de suelo, quedando las semillas más pequeñas como el *Cyperus difformis* y la *Lemma sp.* disponibles para germinar, no teniendo que deshacer estas partículas de suelo más grandes como pasa con el método 1. Por tanto, el método 1 tiene una estimación menor del banco de semillas, al germinar menos semillas de especies que compiten con el arroz, siendo una excepción el caso de la especie *Echinochloa sp.*

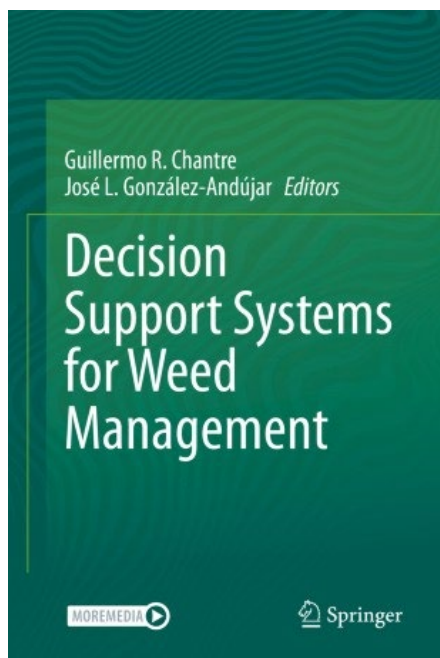
En cuanto al manejo del agua, los altos niveles de inundación durante el periodo invernal hacen disminuir la población de especies, reduciendo el banco de semillas y esta reducción es más pronunciada cuando mayor es la lámina de agua. Por tanto, la Perellonà es una buena práctica de manejo del agua que influye en el posterior banco de semillas de las parcelas de arroz de la zona arroceras valenciana.

La cantidad de materia orgánica de un suelo depende de diversos factores como el nivel del agua durante el periodo invernal, el tiempo que esta agua se mantiene en el campo y la posterior preparación del terreno para el cultivo. También influye el manejo que se realiza con la paja del arroz, ya que esta se puede quemar, embalar y retirar del campo e incluso incorporar al terreno durante el “fanguieg” (fanguero) en los meses de otoño. Con altos niveles de inundación esta materia orgánica permanecerá por más tiempo en las parcelas, tardando más en mineralizarse y estar disponible para el cultivo en forma de carbono orgánico. Así, con niveles medios de inundación parece que ésta se mineraliza más rápidamente.

La conductividad eléctrica de los suelos reduce el desarrollo de especies como el *Cyperus difformis*, *Echinochloa sp.*, *Polypogon monspeliensis* y el *Nasturtium officinale*. No obstante, la especie *Ranunculus peltatus* presenta otra distribución. Esta se trata de una especie macrófita la cual está fuertemente relacionada con la salinidad, desarrollándose con niveles altos de esta, donde otras especies no lo harían. Lo mismo ocurre con la *Lemma sp.* donde a mayor conductividad eléctrica la especie muestra mayor densidad, siendo tolerante a la salinidad. Presenta limitación de crecimiento a elevada salinidad, pero el aumento de la concentración de sales favorece su crecimiento y al tratarse de una especie flotante no hay transferencia de sales entre la superficie de los suelos y el agua.

Finalmente, cuanto más carbono orgánico hay en un suelo menor es el desarrollo de la especie, como ha pasado con el *Cyperus difformis* y con la *Echinochloa sp.*, aunque otras especies no hayan presentado diferencias. Por otro lado, la *Lemma sp.* presenta mayor desarrollo con elevados niveles de carbono, pero esta especie no se halla enraizada al suelo, sino más bien se halla flotando, por tanto, no se puede considerar un factor positivo en su desarrollo.

PUBLICACIÓN DEL LIBRO: DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR WEED MANAGEMENT



La editorial Springer ha editado recientemente un libro cuyos editores son Guillermo Chantre y el socio de la SEMh, José Luis González-Andújar.

ISBN: 978-3-030-44402-0

En dicho libro se publican capítulos en los que han colaborado diversos socios de la SEMh.

Más info:

<https://www.springer.com/gp/book/9783030444013>

CONCEDIDAS LAS BECAS SEMh 2020

Como todos los años, se han concedido dos becas anuales de introducción a la investigación sobre temas relacionados con la Malherbología. Las adjudicatarias son:

- Bruna Català i Torella, con el trabajo titulado *Manejo y efecto alelopático de cubiertas vegetales en el control de malas hierbas en viña ecológica*, bajo la dirección de Jordi Recasens, en la Universitat de Lleida
- Natalia Torres Pagan, con el trabajo titulado *Determinación de la dosis y momento óptimo de aplicación del aceite esencial de Thymbra capitata (L). en un cultivo y sus arvenses asociadas*, bajo la dirección de Mercedes Verdeguez Sancho en la Universidad Politécnica de Valencia.

UPL Ltd., NUEVO SOCIO PROTECTOR SEMh

En fechas recientes se ha incorporado la empresa de UPL Ltd. (<https://www.upl-ltd.com/>) como socio protector de la Sociedad Española de Malherbología, alcanzándose así el número de veintiuno de este tipo de socios. Muchas gracias al nuevo socio.

Publicaciones de socios/a abril-agosto 2020

Alignier, A., Solé-Senan, X.O., Robleño, I., Baraibar, B., Fahrig, L., Giralt, D., Gross, N., Martin, J.-L., Recasens, J., Sirami, C., Siriwardena, G., Boser Baillod, A., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguet, P., Badenhassner, I., Baudry, J., Bota, G., Bretagnolle, V., Brotons, L., Burel, F., Calatayud, F., Clough, Y., Georges, R., Gibon, A., Girard, J., Lindsay, K., Minano, J., Mitchell, S., Patry, N., Poulin, B., Tscharntke, T., Vialatte, A., Violle, C., Yaverscovski, N., Batáry, P. Configurational crop heterogeneity increases within-field plant diversity (2020) *Journal of Applied Ecology*, 57 (4), pp. 654-663.

Castañeda, C., Gracia, F.J., Conesa, J.A., Latorre, B. Geomorphological control of habitat distribution in an intermittent shallow saline lake, Gallocanta Lake, NE Spain (2020) *Science of the Total Environment*, 726, art. no. 138601.

Edo-Tena, E., Gesch, R.W., Royo-Esnal, A. Germination patterns in seeds produced in apical and basal fruits of two *Thlaspi arvense* populations (2020) *Agronomy*, 10 (5), art. no. 756.

Egea-Cobrero, V., Bradley, K., Calha, I.M., Davis, A.S., Dorado, J., Forcella, F., Lindquist, J.L., Sprague, C.L., Gonzalez-Andujar, J.L. Validation of predictive empirical weed emergence models of *Abutilon theophrasti* Medik based on intercontinental data (2020) *Weed Research*, 60 (4), pp. 297-302.

Gherekhloo, Alcántara-De La Cruz, R., Osuna, M.D., Sohrabi, S., Prado, R. Assessing genetic variation and spread of *Phalaris minor* resistant to ACCase inhibiting herbicides in Iran [Avaliação da variação genética e dispersão de *Phalaris minor* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase no Irã] (2020) *Planta Daninha*, 38, art. no. e020195618.

Golmohammadzadeh, S., Rojano-Delgado, A.M., Vázquez-García, J.G., Romano, Y., Osuna, M.D., Gherekhloo, J., De Prado, R. Cross-resistance mechanisms to ACCase-inhibiting herbicides in short-spike canarygrass (*Phalaris brachystachys*) (2020) *Plant Physiology and Biochemistry*, 151, pp. 681-688.

González-Hernández, M.P., Mouronte, V., Romero, R., Rigueiro-Rodríguez, A., Mosquera-Losada, M.R. Plant diversity and botanical composition in an Atlantic heather-gorse dominated understory after horse grazing suspension: Comparison of a continuous and rotational management (2020) *Global Ecology and Conservation*, 23, art. no. e01134.

Graña, E., Díaz-Tielas, C., Sánchez-Moreiras, A.M., Reigosa, M.J., Celeiro, M., Abagyan, R., Teijeira, M., Duke, M.V., Clerk, T., Pan, Z., Duke, S.O. Transcriptome and binding data indicate that citral inhibits single strand DNA-binding proteins (2020) *Physiologia plantarum*, 169 (1), pp. 99-109.

Isla, R., Valentín-Madrona, F., Maturano, M., Aibar, J., Guillén, M., Quílez, D. Comparison of different approaches for optimizing nitrogen management in sprinkler-irrigated maize (2020) *European Journal of Agronomy*, 116, art. no. 126043.

Kattge, J., Bönsch, G., Díaz, S., Lavorel, S., Prentice, I.C., Leadley, P., Tautenhahn, S., Werner, G.D.A., Aakala, T., Abedi, M., Acosta, A.T.R., Adamidis, G.C., Adamson, K., Aiba, M., Albert, C.H., Alcántara, J.M., Alcázar, C., Aleixo, I., Ali, H., Amiaud, B., Ammer, C., Amoroso, M.M., Anand, M., Anderson, C., Anten, N., Antos, J., Apagua, D.M.G., Ashman, T.-L., Asmara, D.H., Asner, G.P., Aspinwall, M., Atkin, O., Aubin, I., Baastrop-Spohr, L., Bahalkeh, K., Bahn, M., Baker, T., Baker, W.J., Bakker, J.P., Baldocchi, D., Baltzer, J., Banerjee, A., Baranger, A., Barlow, J., Barneche, D.R., Baruch, Z., Bastianelli, D., Battles, J., Bauerle, W., Bauters, M., Bazzato, E., Beckmann, M., Beeckman, H., Beierkuhnlein, C., Bekker, R., Belfry, G., Belluau, M., Beloiu, M., Benavides, R., Benomar, L., Berdugo-Lattke, M.L., Berenguer, E., Bergamin, R., Bergmann, J., Bergmann Carlucci, M., Berner, L., Bernhardt-Römermann, M., Bigler, C., Bjorkman, A.D., Blackman, C., Blanco, C., Blonder, B., Blumenthal, D., Bocanegra-González, K.T., Boeckx, P., Bohlman, S., Böhning-Gaese, K., Boisvert-Marsh, L., Bond, W., Bond-Lamberty, B., Boom, A., Boonman, C.C.F., Bordin, K., Boughton, E.H., Boukili, V., Bowman, D.M.J.S., Bravo, S., Brendel, M.R., Broadley, M.R., Brown, K.A., Bruelheide, H., Brumnich, F., Bruun, H.H., Bruy, D., Buchanan, S.W., Bucher, S.F., Buchmann, N., Buitenerwerf, R., Bunker, D.E., Bürger, J., Burrascano, S., Burslem, D.F.R.P., Butterfield, B.J., Byun, C., Marques, M., Scaloni, M.C., Caccianiga, M., Cadotte, M., Cailleret, M., Camac, J., Camarero, J.J., Company, C., Campetella, G., Campos, J.A., Cano-Arboleda, L., Canullo, R., Carbognani, M., Carvalho, F., Casanoves, F., Castagnayrol, B., Catford, J.A., Cavender-Bares, J., Cerabolini, B.E.L., Cervellini, M., Chacón-Madrigal, E., Chapin, K., Chapin, F.S., Chelli, S., Chen, S.-C., Chen, A., Cherubini, P., Chianucci, F., Choat, B., Chung, K.-S., Chytrý, M., Ciccarelli, D., Coll, L., Collins, C.G., Conti, L., Coomes, D., Cornelissen, J.H.C., Cornwell, W.K., Corona, P., Coyea, M., Craine, J., Craven, D., Croomsigt, J.P.G.M., Cseceserits, A., Cufar, K., Cuntz, M., da Silva, A.C., Dahlin, K.M., Dainese, M., Dalke, I., Dalle Fratte, M., Dang-Le, A.T., Danihelka, J., Dannoura, M., Dawson, S., de Beer, A.J., De Frutos, A., De Long, J.R., Dechant, B., Delagrangé, S., Delpierre, N., Derroire, G., Dias, A.S., Diaz-Toribio, M.H., Dimitrakopoulos, P.G., Dobrowolski, M., Doktor, D., Dřevojan, P., Dong, N., Dransfield, J., Dressler, S., Duarte, L., Ducouret, E., Dullinger, S., Durka, W., Duursma, R., Dymova, O., E-Vojtkó, A., Eckstein, R.L., Ejtehadi, H., Elser, J., Emilio, T., Engemann, K., Erfanian, M.B., Erfeimer, A., Esquivel-Muelbert, A., Esser, G., Estiarte, M., Domingues, T.F., Fagan, W.F., Fagúndez, J., Falster, D.S., Fan, Y., Fang, J., Farris, E., Fazlioglu, F., Feng, Y., Fernandez-Mendez, F., Ferrara, C., Ferreira, J., Fidelis, A., Finegan, B., Firn, J., Flowers, T.J., Flynn, D.F.B., Fontana, V., Forey, E., Forgiarini, C., François, L., Frangipani, M., Frank, D., Frenette-Dussault, C., Freschet, G.T., Fry, E.L., Fyllas, N.M., Mazzochini, G.G., Gachet, S., Gallagher, R., Ganade, G., Ganga, F., García-Palacios, P., Gargaglione, V., Garnier, E., Garrido, J.L., de Gasper, A.L., Gea-Izquierdo, G., Gibson, D., Gillison, A.N., Giroldo, P., Glasenhardt, M.-C., Gleason, S., Gliess, M., Goldberg, E., Göddel, B., Gonzalez-Akre, E., Gonzalez-Andujar, J.L., González-Melo, A., González-Robles, A., Graae, B.J., Granda, E., Graves, S., Green, W.A., Gregor, T., Gross, N., Guerin, G.R., Günther, A., Gutiérrez, A.G., Haddock, L., Haines, A., Hall, J., Hambuckers, A., Han, W., Harrison, S.P., Hattingh, W., Hawes, J.E., He, T., He, P., Heberling, J.M., Helm, A., Hempel, S., Hentschel, J., Hérault, B., Heres, A.-M., Herz, K., Heuertz, M., Hickler, T., Hietz, P., Higuchi, P., Hipp, A.L., Hiron, A., Hock, M., Hogan, J.A., Holl, K., Honnay, O., Hornstein, D., Hou, E., Hough-Snee, N., Hovstad, K.A., Ichie, T., Igić, B., Illa, E., Isaac, M., Ishihara, M., Ivanov, L., Ivanova, L., Iversen, C.M., Izquierdo, J., Jackson, R.B., Jackson, B., Jactel, H., Jagodzinski, A.M., Jandt, U., Jansen, S., Jenkins, T., Jentsch, A., Jespersen, J.R.P., Jiang, G.-F., Johansen, J.L., Johnson, D., Jokela, E.J., Joly, C.A., Jordan, G.J., Joseph, G.S., Junaedi, D., Junker, R.R., Justes, E., Kabzems, R., Kane, J., Kaplan, Z., Kattenborn, T., Kavelenova, L., Kearsley, E., Kempel, A., Kenzo, T., Kerkhoff, A., Khalil, M.I., Kinlock, N.L., Kissling, W.D., Kitajima, K., Kitzberger, T., Kjølner, R., Klein, T., Kleyer, M., Klimešová, J., Klipel, J., Kloppel, B., Klotz, S., Knops, J.M.H., Kohyama, T., Koike, F., Kollmann, J., Komac, B., Komatsu, K., König, C., Kraft, N.J.B., Kramer, K., Kreft, H., Kühn, I., Kumarathunge, D., Kuppler, J., Kurokawa, H., Kurosawa, Y., Kuyah, S., Laclau, J.-P., Lafleur, B., Lallai, E., Lamb, E., Lamprecht, A., Larkin, D.J., Laughlin, D., Le Bagousse-Pinguet, Y., le Maire, G., le Roux, P.C., le Roux, E., Lee, T., Lens, F., Lewis, S.L., Lhotsky, B., Li, Y., Li, X., Lichstein, J.W., Liebergesell, M., Lim, J.Y., Lin, Y.-S., Linares, J.C., Liu, C., Liu, D., Liu, U., Livingstone, S., Llusà, J., Lohbeck, M., López-García, Á., Lopez-Gonzalez, G., Lososová, Z., Louault, F., Lukács, B.A., Lukeš, P., Luo, Y., Lussu, M., Ma, S., Maciel Rabelo Pereira, C., Mack, M., Maire, V., Mäkelä, A., Mäkinen, H., Malhado, A.C.M., Mallik, A., Manning, P., Manzoni, S., Marchetti, Z., Marchino, L., Marcilio-Silva, V., Marcon, E., Marignani, M., Markesteijn, L., Martin, A., Martínez-Garza, C., Martínez-Vilalta, J., Mašková, T., Mason, K., Mason, N., Massad, T.J., Masse, J., Mayrose, I., McCarthy, J., McCormack, M.L., McCulloh, K., McFadden, I.R., McGill, B.J., McPartland, M.Y., Medeiros, J.S., Medlyn, B., Meerts, P., Mehrabi, Z., Meir, P., Melo, F.P.L., Mencuccini, M., Meredieu, C., Messier, J., Mészáros, I., Metsaranta, J., Michaelitz, S.T., Michelaki, C., Migalina, S., Milla, R., Miller, J.E.D., Minden, V., Ming, R., Mokany, K., Moles, A.T., Molnár, A., V. Molofsky, J., Molz, M., Montgomery, R.A., Monty, A., Moravcová, L., Moreno-Martínez, A., Moretti, M., Mori, A.S., Mori, S., Morris, D., Morrison, J., Mucina, L., Mueller, S., Muir, C.D., Müller, S.C., Munoz, F., Myers-Smith, I.H., Myster, R.W., Nagano, M., Naidu, S., Narayanan, A., Natesan, B., Negoita, L., Nelson, A.S., Neuschulz, E.L., Ni, J., Niedrist, G., Nieto, J., Niinemets, Ü., Nolan, R., Nottebrock, H., Nouvellon, Y., Novakovskiy, A., Nystuen, K.O., O'Grady, A., O'Hara, K., O'Reilly-Nugent, A., Oakley, S., Oberhuber, W., Ohtsuka, T., Oliveira, R., Öllerer, K., Olson, M.E., Onipchenko, V., Onoda, Y., Onstein, R.E., Ordóñez, J.C., Osada, N., Ostonen, I., Ottaviani, G., Otto, S., Overbeck, G.E., Ozinga, W.A., Pahl, A.T., Paine, C.E.T., Pakeman, R.J., Papageorgiou, A.C., Parfionova, E., Pärtel, M., Patacca, M., Paula, S., Paule, J., Pauli, H., Pausas, J.G., Peco, B., Penuelas, J., Perea, A., Peri, P.L., Petisco-Souza, A.C., Petraglia, A., Petritan, A.M., Phillips, O.L., Pierce, S., Pillar, V.D., Pisek, J., Pomogaybin, A., Poorter, H., Portsmuth, A., Poschlod, P., Potvin, C., Pounds, D., Powell, A.S., Power, S.A., Prinzing, A., Puglielli, G., Pyšek, P., Raevel, V., Rammig, A., Ransijn, J., Ray, C.A., Reich, P.B., Reichstein, M., Reid, D.E.B., Réjou-Méchain, M., de Dios, V.R., Ribeiro, S., Richardson, S., Riibak, K., Rillig, M.C., Riviera, F., Robert, E.M.R., Roberts, S., Robroek, B., Roddy, A., Rodrigues, A.V., Rogers, A., Rollinson, E., Rolo, V., Römermann, C., Ronzhina, D., Roscher, C., Rosell, J.A., Rosenfield, M.F., Rossi, C., Roy, D.B., Royer-Tardif, S., Rüger, N., Ruiz-Peinado, R., Rumpf, S.B., Rusch, G.M., Ryo, M., Sack, L.,

Saldaña, A., Salgado-Negret, B., Salguero-Gomez, R., Santa-Regina, I., Santacruz-García, A.C., Santos, J., Sardans, J., Schamp, B., Scherer-Lorenzen, M., Schleuning, M., Schmid, B., Schmidt, M., Schmitt, S., Schneider, J.V., Schowaneck, S.D., Schrader, J., Schrodt, F., Schuldt, B., Schurr, F., Selaya Garvizu, G., Semchenko, M., Seymour, C., Sfair, J.C., Sharpe, J.M., Sheppard, C.S., Sheremetiev, S., Shiodera, S., Shipley, B., Shovon, T.A., Siebenkäs, A., Sierra, C., Silva, V., Silva, M., Sitzia, T., Sjöman, H., Slot, M., Smith, N.G., Sodhi, D., Soltis, P., Soltis, D., Somers, B., Sonnier, G., Sørensen, M.V., Sosinski, E.E., Jr., Soudzilovskaia, N.A., Souza, A.F., Spasojevic, M., Sperandii, M.G., Stan, A.B., Stegen, J., Steinbauer, K., Stephan, J.G., Sterck, F., Stojanovic, D.B., Strydom, T., Suarez, M.L., Svenning, J.-C., Svitková, I., Svitok, M., Svoboda, M., Swaine, E., Swenson, N., Tabarelli, M., Takagi, K., Tappeiner, U., Tarifa, R., Tauugourdeau, S., Tavsanoglu, C., te Beest, M., Tedersoo, L., Thiffault, N., Thom, D., Thomas, E., Thompson, K., Thornton, P.E., Thuiller, W., Tichý, L., Tissue, D., Tjoelker, M.G., Tng, D.Y.P., Tobias, J., Török, P., Tarin, T., Torres-Ruiz, J.M., Tóthmérész, B., Treurnicht, M., Trivellone, V., Trolliet, F., Trotsiuk, V., Tsakalos, J.L., Tsiropidis, I., Tysklind, N., Umehara, T., Usovtssev, V., Vadeboncoeur, M., Vaezi, J., Valladares, F., Vamosi, J., van Bodegom, P.M., van Breugel, M., Van Cleemput, E., van de Weg, M., van der Merwe, S., van der Plas, F., van der Sande, M.T., van Kleunen, M., Van Meerbeek, K., Vanderwel, M., Vanselow, K.A., Vårhammar, A., Varone, L., Vasquez Valderrama, M.Y., Vassilev, K., Vellend, M., Veneklaas, E.J., Verbeeck, H., Verheyen, K., Vibrans, A., Vieira, I., Villacis, J., Violle, C., Vivek, P., Wagner, K., Waldram, M., Waldron, A., Walker, A.P., Waller, M., Walther, G., Wang, H., Wang, F., Wang, W., Watkins, H., Watkins, J., Weber, U., Weedon, J.T., Wei, L., Weigelt, P., Weiher, E., Wells, A.W., Wellstein, C., Wenk, E., Westoby, M., Westwood, A., White, P.J., Whitten, M., Williams, M., Winkler, D.E., Winter, K., Womack, C., Wright, I.J., Wright, S.J., Wright, J., Pinho, B.X., Ximenes, F., Yamada, T., Yamaji, K., Yanai, R., Yankov, N., Yguel, B., Zanini, K.J., Zanne, A.E., Zelený, D., Zhao, Y.-P., Zheng, J., Zheng, J., Ziemińska, K., Zirbel, C.R., Zizka, G., Zobel, I.C., Zotz, G., Wirth, C., The Nutrient Network TRY plant trait database – enhanced coverage and open access (2020) *Global Change Biology*, 26 (1), pp. 119-188.

López-González, D., Costas-Gil, A., Reigosa, M.J., Araniti, F., Sánchez-Moreiras, A.M. A natural indole alkaloid, norharmane, affects PIN expression patterns and compromises root growth in *Arabidopsis thaliana* (2020) *Plant Physiology and Biochemistry*, 151, pp. 378-390.

López-Granados, F., Torres-Sánchez, J., Jiménez-Brenes, F.M., Oneka, O., Marín, D., Loidi, M., Castro, A.I., Santesteban, L.G. Monitoring vineyard canopy management operations using UAV-acquired photogrammetric point clouds (2020) *Remote Sensing*, 12 (14), art. no. 2331.

Morató, M.C., Castellanos, M.T., Aguado, P.L., Tarquis, A.M. Application of generalized Hurst dimension rose plot in terrain altitude analysis (2020) *Applied Mathematical Modelling*, 81, pp. 624-640.

Muñoz, M., Torres-Pagán, N., Peiró, R., Guijarro, R., Sánchez-Moreiras, A.M., Verdeguer, M. Phytotoxic effects of three natural compounds: Pelargonic acid, carvacrol, and cinnamic aldehyde, against problematic weeds in Mediterranean crops (2020) *Agronomy*, 10 (6), art. no. 10060791.

Pallavicini, Y., Plaza, E.H., Bastida, F., Izquierdo, J., Gallart, M., Gonzalez-Andujar, J.L. Weed seed bank diversity in dryland cereal fields: Does it differ along the field and between fields with different landscape structure? (2020) *Agronomy*, 10 (4), art. no. 575.

Palma-Bautista, C., Rojano-Delgado, A.M., Dellafrera, I., Rosario, J.M., Vigna, M.R., Torra, J., de Prado, R. Resistance mechanisms to 2,4-D in six different dicotyledonous weeds around the world (2020) *Agronomy*, 10 (4), art. no. 566.

Palma-Bautista, C., Hoyos, V., Plaza, G., Vázquez-García, J.G., Rosario, J., Rojano-Delgado, A.M., de Prado, R. Evolving multiple resistance to EPSPS, GS, ALS, PSI, PPO, and synthetic auxin herbicides in Dominican Republic *Parthenium hysterophorus* populations. A physiological and biochemical study (2020) *Agronomy*, 10 (4), art. no. 554.

Pardo-Muras, M., Puig, C.G., Souto, X.C., Pedrol, N. Water-soluble phenolic acids and flavonoids involved in the bioherbicidal potential of *Ulex europaeus* and *Cytisus scoparius* (2020) South African Journal of Botany, 133, pp. 201-211.

Picapietra, G., González-Andújar, J.L., Acciaresi, H.A. Predicting junglerice (*Echinochloa colona* L.) emergence as a function of thermal time in the humid pampas of Argentina (2020) International Journal of Pest Management. DOI:10.1080/09670874.2020.1778811

Rallo, P., de Castro, A.I., López-Granados, F., Morales-Sillero, A., Torres-Sánchez, J., Jiménez, M.R., Jiménez-Brenes, F.M., Casanova, L., Suárez, M.P. Exploring UAV-imagery to support genotype selection in olive breeding programs (2020) Scientia Horticulturae, 273, art. no. 109615.

Rotchés-Ribalta, R., Blanco-Moreno, J.M., Sans, F.X. Reduced crop sowing density improves performance of rare arable weed species more effectively than reduced fertilization (2020) Weed Research, 60 (4), pp. 269-277.

Rotchés-Ribalta, R., Sans, F.X., Mayer, J., Mäder, P. Long-term farming systems and last crop sown shape the species and functional composition of the arable weed seed bank (2020) Applied Vegetation Science, 23 (3), pp. 428-440.

Sousa-Ortega, C., Royo-Esnal, A., Ditommaso, A., Izquierdo, J., Loureiro, I., Marí, A.I., Cordero, F., Vargas, M., Saavedra, M., Paramio, J.A., Fernández, J.L., Torra, J., Urbano, J.M. Modeling the emergence of North African knapweed (*Centaurea diluta*), an increasingly troublesome weed in Spain (2020) Weed Science, 68 (3), pp. 268-277.

Torra, J., Royo-Esnal, A., Romano, Y., Osuna, M.D., León, R.G., Recasens, J. *Amaranthus palmeri* a new invasive weed in Spain with herbicide resistant biotypes (2020) Agronomy, 10 (7), art. no. 993.

Travlos, I., de Prado, R., Chachalis, D., Bilalis, D.J. Editorial: Herbicide resistance in weeds: early detection, mechanisms, dispersal, new insights and management issues (2020) Frontiers in Ecology and Evolution, 8, art. no. 213.

Valencia-Gredilla, F., Royo-Esnal, A., Juárez-Escario, A., Recasens, J. Different ground vegetation cover management systems to manage *Cynodon dactylon* in an irrigated vineyard (2020) Agronomy, 10 (6), art. no. 10060908.

Vázquez-García, J.G., Castro, P., Torra, J., Alcántara-De la Cruz, R., de Prado, R. Resistance evolution to EPSPS inhibiting herbicides in false barley (*Hordeum murinum*) harvested in Southern Spain (2020) Agronomy, 10 (7), art. no. 992.

Verdeguer, M., Torres-Pagan, N., Muñoz, M., Jouini, A., García-Plasencia, S., Chinchilla, P., Berbegal, M., Salamone, A., Agnello, S., Carrubba, A., Cabeiras-Freijanes, L., Regueira-Marcos, L., Sánchez-Moreiras, A.M., Blázquez, M.A. Herbicidal activity of *Thymra capitata* (L.) Cav. essential oil (2020) Molecules, 25 (12), art. no. 2832.

Zulet-González, A., Barco-Antoñanzas, M., Gil-Monreal, M., Royuela, M., Zabalza, A. Increased glyphosate-induced gene expression in the shikimate pathway is abolished in the presence of aromatic amino acids and mimicked by shikimate (2020) Frontiers in Plant Science, 11, art. no. 459.

PRÓXIMOS CONGRESOS Y REUNIONES

15-18 septiembre 2020, Vodice, Croatia
**NEOBIOTA 2020 – 11th International
 Conference on Biological Invasions**
<http://www.neobiota2020.biol.pmf.hr>

7-12 diciembre, Bangkok, Thailand
8th International Weed Science Congress
 "Weed Science in a Climate of Change"
<https://www.iwsc2020.com/>

7-8 octubre, Bruselas, Bélgica
Biopesticides Europe 2020
<https://www.wplgroup.com/aci/event/biopesticides-europe/>

25-28 Octubre, Adelaide, South Australia
22nd Australasian Weeds Conference
<https://wmssa.org.au/22awc/>

17 noviembre 2020, Harrogate, North
 Yorkshire, UK
BCPC Congress
<https://www.bcpc.org/events/bcpc-congress-2020>

3 diciembre 2020, *Sophi Taylor Building,*
NIAB, Cambridge
BCPC 57th Annual Weeds Review
<https://www.bcpc.org/events/bcpc-weeds-review-2020>

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>

WEBINARS DISPONIBLES ON LINE

PHYTOMA MEET

"Amaranthus palmeri, una seria amenaza para los cultivos de maíz". Weminar celebrado el 25 junio 2020. Ponentes: Jordi Recasens, Jose Maria Llenes y Ana I. Mari.

Disponible en:

<https://www.youtube.com/watch?v=aP19IIWD4Uk>

WEMINAR SERIES UFPeI

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

- Todd Gaines: Novel herbicide resistance mechanisms to synthetic auxins in weeds
- Richard Napier: Auxin Herbicides mode of action
- Thomas Mueller: Dicamba Off target movement in the United States
- Mithila Jugulam: Application of molecular cytogenetics in Weed Science
- Lewis Ziska: Impact of climate change and pest management
- Paul Neve: Does gene drive have a place in agricultural weed management?
- Muthukumar Bagavathiannan: Precision agriculture technologies for sustainable weed management
- Nilda Roma Burgos: Herbicide metabolism in plants
- Hudson Takano: A paradigm shift in the mode of action of glufosinate
- Franck Dayan: Current status and future prospects in herbicide discovery

VIDEOS ON-LINE DISPONIBLES EN:

<https://wp.ufpel.edu.br/ceherb/en/programacao/>

WEBINARS ON LINE

organized by SCI Agrisciences Group and Pest Management Science

24 September 2020.

Herbicide resistant weeds: call to action 2

Online Webinar - 15.00 – 16.00 BST (UTC +1)

Free registration here: <https://www.soci.org/events/agrisciences-group/2020/herbicide-resistant-weeds-call-to-action-2>

5- October - 7 October 2020

Feeding the future: Can we protect crops sustainably?

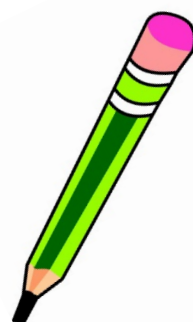
Online webinar - 14:00-16:30 (BST)

Free registration here: <https://www.soci.org/events/protecting-crops-in-a-challenging-future>

Abierto el plazo de envío de FOTOS para el CALENDARIO SEMh 2021

Este año el lema será: Amistades peligrosas de las malas hierbas. Aprovechando que estamos en el año de la Sanidad Vegetal se tratarán de fotografías donde la protagonista sea la mala hierba pero que esté acompañada de algún hongo, insecto, u otro organismo, nuestros compañeros de Sanidad Vegetal.

Las fotografías deberán ser enviadas a Manolo Vargas (concursosemh@fts-spain.com) hasta el **31 de octubre de 2020** y el tamaño mínimo de fotografía debe ser 2 MB. La especie de mala hierba deberá estar identificada con el nombre científico.



PREMIO ANUAL SEMh 2020:

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 **18 de septiembre de 2020**.

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

 **Dow** AgroSciences

 **DUPONT**®


fedisprove
Federación española de distribuidores
para la protección vegetal

 **FMC**

 **fts** AgroConsulting

Gowan®
GOWAN ESPAÑA
FITOSANITARIOS S.L.

 **BIOSCIENCES**

 **MASSÓ**
DIVISIÓN AGRO

NichinoEurope


Nufarm


SINTRA


SIPCAM
IBERIA


syngenta

 tradecorp

 **UPL**
OpenAg™