

# DATOS DEL PROYECTO Y SUBPROYECTOS

**Nuevas herramientas Tecnológicas, Agronómicas e Informáticas para la gestión de malas hierbas (nhTAI)**



## Subproyecto 2

**Título: Gestión de malas hierbas en cereales y viña mediante la integración de sistemas de manejo y herramientas de decisión (APLICA2)**

**Referencia: AGL2017-83325-C4-2-R**

**Modalidad: B**

**Investigador Principal 1: Jordi Recasens Guinjuan**

**Investigador Principal 2: Joel Torra Farré**

**Subvención concedida (Costes directos): 102.850 € (85.000 €)**

**Fecha inicio: 1-ene-2018    Fecha finalización (prevista): 31-ago-2021**

**Contrato predoctoral asociado: NO**



# MOTIVACIÓN, HIPÓTESIS Y ESTRATEGIA DEL PROYECTO

## Líneas de trabajo del equipo y resultados previos:

Los cuatro SPs incluyen equipos de investigación especializados en la **gestión de malas hierbas** acordes con técnicas de **agricultura de precisión**. Este proyecto supone una continuación y ampliación del proyecto coordinado TecnoGIM (AGL2014-52465-C4).

## Hipótesis de partida y estrategia general del proyecto:

Una gestión de malas hierbas eficaz y sostenible requiere **incorporar nuevas herramientas tecnológicas y agronómicas** que permitan minimizar el consumo de herbicidas y labores del terreno. En este sentido, este proyecto plantea desarrollar: *i*) nuevos sensores y procedimientos computacionales para la **monitorización** de malas hierbas y su **tratamiento localizado**; *ii*) **soluciones agronómicas** bien adaptadas a las condiciones específicas de diferentes zonas de España; y *iii*) herramientas informáticas que faciliten la **toma de decisiones** por parte del agricultor o asesor.



# OBJETIVOS PROPUESTOS Y ALCANZADOS

## 1) Monitorización aérea de malas hierbas y cultivos

- 1.1. Respuesta espectral de *Avena sterilis* en etapa tardía .....
- 1.2. Detección temprana de *Cynodon dactylon* en viña .....
- 1.3. Relación entre el desarrollo del maíz y las MH (macro) .....
- 1.4. Monitorización 3D y 4D de cultivos leñosos .....

<u>Resp.</u>	<u>Part.</u>	<u>Alcan.</u>	<u>Prorr.</u>
S1	S4	100%	no
S4	S2	100%	no
S1	S2,S4	100%	no
S4	S2	100%	no

## 2) Monitorización terrestre de malas hierbas y cultivos

- 2.1. Influencia de plantas vecinas de maíz y MH (micro) .....
- 2.2. Detección de MH en maíz y en cubierta de viña .....
- 2.3. Monitorización de cultivos leñosos: viñedo .....

S1	S3	100%	no
S3	S1,S2	100%	no
S3	S2,S1	100%	no

## 3) Gestión de malas hierbas en viña y cereales

- 3.1. Evaluación integral de diversos sistemas de gestión .....
- 3.2. Actuación de precisión e integración en vehículo autónomo ...
- 3.3. Manejo integrado de MH resistentes con IPMwise .....

S1	S2	85%	si
S3	S1,S4	90%	no
S2		100%	no

## 4) Herramientas de apoyo a las decisiones (HAD) en cereales

- 4.1. Desarrollo e implementación de HAD en cereales .....
- 4.2. Integración de IPMwise en sigAGROasesor .....
- 4.3. Generación de mapas de riesgo de *Centaurea diluta* .....

S2	S1	90%	si
S2		100%	no
S4	S2	90%	no



## Subproyecto 2: PARTICIPANTES

**Título: Gestión de malas hierbas en cereales y viña mediante la integración de sistemas de manejo y herramientas de decisión (Aplica2)**

**Presenta (IP): Jordi Recasens Guinjuan**

**Entidades participantes: UdL / UPC / INTIA**

**Equipo de investigación: (Indicador de género 6/4)**

**UdL: J. Recasens, J. Torra, J.A. Conesa, J.M. Montull A. Royo (alta);**

**UPC: J. Izquierdo; INTIA: N. Arias, M.C. Goñi, I. Garnica, A.P. Armesto**

**Equipo de trabajo: (Indicador de género 2/3)**

**UdL: F. Valencia, C. Cabrera (alta), N. Codina (alta), M. Casamitjana (alta);**

**Doctores del Equipo de trabajo: N. Pedrol (U. Vigo)**

**Entidades interesadas (EPOS):**

**CODORNIU S.A.; ALRASA AGRARIA S.L.; DuPont de Nemours; FMC;**

**As. Distribuidores Fitosanitarios de Lleida**



# RESULTADOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS:

Objetivos finalizados: 4.1, 4.3, 5, 6.1.

Objetivos 4.2, 6.2 y 6.3: desarrollados en un 90%

## 4.1. Integrar la herramienta IPMwise en la plataforma sigAGROasesor

Se ha validado en campo y confirmado que IPMwise predice de forma adecuada (0,6% superior a la predicha) la eficacia de tratamientos herbicidas.

## 4.2. Desarrollar modelos de emergencia de MH para plataforma sigAGROasesor

Se han mejorado los modelos de *L. rigidum* y *A. sterilis*, y calibrado otro de *P. rhoeas*, pero hay dificultad de adaptación a sigAgroasesor (falta datos climáticos).

Futuro (continuidad): implementar efecto variabilidad climática estacional.

## 4.3. Desarrollar modulo relativo a control mecánico de MH en sistema IPMwise

Se ha incluido la grada de púas como método de control mecánico en la versión beta de IPMwise. Estará disponible para los usuarios en otoño 2020.

## 5.1. Aspectos clave de mecanismos de R a herbicidas para optimizar IPMwise

Determinado el metabolismo diferencial (100%): *P. rhoeas* (P450), *L. rigidum* (GST y P450), y *Conyza* sp. (P450); además los ligados al sitio de acción.

Futuro (nuevo): estudiar nuevos biotipos y especies, como *Amaranthus palmeri*.



# RESULTADOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS:

Objetivos finalizados: 4.1, 4.3, 5, 6.1.

Objetivos 4.2, 6.2 y 6.3: desarrollados en un 90%

## 5.2. Optimizar el uso de herbicidas para MHRH con IPMwise y sigAGROasesor

En ensayos de campo sobre biotipos RH, la eficacia obtenida en campo ha sido 0,6% superior a la predicha por IPMwise.

## 5.3. Implementación estrategias culturales en IPMwise para poblaciones RH

Implementado (100%) para nuevos cultivos en rotación.

Futuro (continuidad): optimizar la implementación de fechas de siembra.

## 6.1. Evaluar diferentes cubiertas vegetales en viña para control de MH

Las cubiertas de gramíneas ofrecen un efecto opresor significativo (>75%) sobre *C. dactylon*. Resultados obtenidos mediante imágenes aéreas UAV.

Futuro (nuevo): roller crimper y nuevas alternativas de control MH en viñedo ecológico.

## 6.2. Uso de acolchados orgánicos y bioherbicidas en viñedo ecológico

Acolchados de corteza de pino reducen en >90% la emergencia de MH bajo hileras. Ácidos fúlvicos y acéticos tienen efecto herbicida (>82% eficacia).

Futuro (nuevo): métodos alternativos al control químico.

## 6.3. Efecto alelopático de extractos vegetales sobre emergencia de MH

Extractos de gramíneas inhiben eficazmente la germinación (100%) y des. radicular (>85%) de MH diana (*C. bonariensis* y *A. esquamatus*) en condiciones controladas.



# RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL SUBPROYECTO

	Núm.	Indicios de calidad
Artículos científicos derivados del proyecto en revistas JCR (de ellos cuántos en acceso abierto)	<b>7 (6)</b>	<b>6 Q1, 1 Q2</b> <b>[1 col. S1-S2-S4]</b>
Revisiones (surveys), editoriales y otros artículos científicos (de ellos cuántos en acceso abierto)	<b>9 artículos (7)</b>	<b>Divulgación</b>
Libros, capítulos de libros y monografías (nac/internac)	<b>3 capítulos libro internacional</b>	<b>Ed. Springer</b>
Conferencias en congresos (nacionales/internac, indicando cuántas por invitación)	<b>5 internacional</b> <b>10 nacionales</b>	<b>1 invitación</b> <b>2 invitación</b> <b>[1 col. S2-S1; 1 col. S2-S3; 2 col. S2-S4]</b>





# SUBPROYECTO 2: FORMACIÓN DE PERSONAL

Tesis doctorales realizadas relacionadas con el proyecto (con indicación de título, fecha de inicio y de lectura, e indicadores relativos a publicaciones derivadas)

*Ground vegetation covers as a tool for weed management in vineyards.* UdL (ETSEA). **F. Valencia.** Inicio 2016 - lectura julio 2020. **(Sobresaliente Cum Laude) [4 Q1 + 2 en evaluación]**

*Alternative weed control methods in vineyards through cover-crops, mulches and bioherbicides.* UdL (ETSEA). **C. Cabrera.** 2018 - 2021. **[previsión 5 art. JCR]**

*Camelina crop as a tool for integrated weed management.* UdL (ETSEA). **N. Codina.** 2019 - 2022. **[previsión 5 art. JCR]**

Actividades de formación de predoc / personal técnico relacionadas con proyecto

7 TFM: **C. Orno (9,5), R. Ochoa (9) I. Lordán (7), M. Pinto (8), A. Oliver (9), R. Sala (9). O. Cuñé (9)**  
5 TFM en curso: **I. de la Fuente, J. Grañó, E. Pereta (en 2020); B. Català, E. Sanz (en 2021)**

4 TFG presentados: **N. Codina (9), J.L Comas (9), R. Fusté (9), J. Llobet (7)**  
3 TFG en curso: **S. Escolà (2020), A. García-Mòdol (2021), I. Llobera (2021)**

Contrato Predoctoral asociado al proyecto

No procede





# INTERNACIONALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

## Colaboraciones Internacionales

- **Focus Group de la EIP-AGRI (UE):** Participación del Dr. Montull (objetivo 5)
- **Julius Kühn-Institut (DK) y IPM Consult Ltd (Alemania):** Desarrollo IPMwise (objetivo 4)
- **Universidad de Newcastle (UK):** Estancia en UdL del Dr. R. Edwards (objetivo 5.1)
- **USDA Morris (Minnesota) EEUU:** Colaboración con Dr. R. Gesch (objetivo 4.2)
- **Universidad de Bahía Blanca (Argentina):** Estancia en UdL del Dr. G. Chantre (objetivo 4.2)
- **Universidad de Peruggia (Italia):** Estancia de Dr. Royo con Dr. A. Onofri (objetivo 4.2)
- **European Weed Reseach Society (EWRS):** Participación en **Grupos de Trabajo** en Chios (Grecia, 2017), Ljubljana (Eslovenia, 2018) y Oeiras (Portugal, 2019) (objetivo 4.2 y 6.2)
- **Universidad de Jendoubay (Túnez):** Estancia predoctoral de Zeineb Hada (objetivo 5.1)

## Proyecto Internacional (CONCEDIDO)

- **ERA-net ipm (EU) (2017-2019) (Ref 618110 ):** Design of a Decision Support System for IWM

## Solicitudes Proyectos Internacionales

- **PRIMA (RIA call 2018):** Adapting the decision support tool IPMwise for weed control to the Mediterranean Region (**no seleccionado para fase 2**)
- **PRIMA (RIA Call 2020)** Alternative approaches for managing weeds in perennial crops in the Mediterranean region (**no seleccionado para fase 2**)



# Resultados y relaciones con el entorno socio económico

- **CODORNIU-AGROPIXEL-AQUALIA-IRTA-UdL-FECAC-FEMAC.** Proyecto RIS3CAT: **LISA (Low Input for Sustainable Agriculture) (REF 7.1.7. Agricultura de precisión)**
- **CORTEVA AGRISCIENCES:** creación en 2020. **Cátedra Universidad-Empresa de Malherbología**
- **CORTEVA AGRISCIENCES:** derivado de sub-objetivo 5.1. **Dos Convenios de colaboración**
- **CODORNIU-D.JESÚS-ADV RAÏMAT-UdL:** Grupo Operativo: derivado de objetivo 6.2: **Métodos alternativos de manejo de Mh en viñedos ecológicos**
- **ROVIROLI-COM. AGR. PERERA-UdL:** Grupo Operativo: **Valoración de diferentes variedades de Camelina para ser implementadas en rotación con cereal de invierno**
- **ALRASA S.A.:** derivado de sub-objetivos 6.2 y 6.3. Contrato CDTI. **Efecto alelopático sobre MH de mulching y cubiertas vegetales en viña**
- **Proyecto DARP Agricultura Ecológica (ARP049/19/00002) Validez del cultivo de camelina para el manejo integrado de MH en campos cerealistas de agricultura ecológica**
- **BODEGAS TORRES:** derivado de sub-objetivo 6.2: **Participación en proyecto SUDOE: Manejo MH en viña ecológica**
- **SYNGENTA, FMC, ASCENZA:** **Cursos de formación en manejo de MH**
- **UdL-UZ- UPNA-CITA-CICYTEX-CUPASA** derivado de sub-objetivo 5.1. **Creación Grupo de Acción Campus Iberus: Manejo de MHR a herbicidas en maíz**
- **Sociedad Española de Malherbología (SEMh):** derivado de subobjetivo 4.2: **Participación en Grupo de Trabajo en Sevilla (2017) y Madrid (2019)**



# EJECUCION DEL PRESUPUESTO

Concepto	Ejecutado: Cantidad	Existen cambios relevantes respecto a solicitud original? (*)
Inventariable	3.840 €	NO
Personal	44.693 €	NO *
Fungible	3.662 €	NO
Viajes y dietas	10.103 €	NO
Otros gastos	4.024 €	SI **

**Porcentaje de gasto ejecutado: 78% (Costes directos 85.000€)**

**(\*) Gastos no contemplados en la solicitud original**

**Las modificaciones de gasto respecto a la solicitud original se centran en la participación en dos congresos del grupo SEMh y de la SECH, y en alquiler de máquina desbrozadora para limpieza de pasillos y zonas perimetrales de ensayos.**

**\* Financiación de 4º año predoctoral (F. Valencia) con fondos del grupo**

**\*\* Costes publicación en Open Acces (5 artículos) con fondos del grupo**



# Principales resultados del proyecto

- S.1. Experimentación a largo plazo: Considerando aspectos agronómicos, económicos y medioambientales, la Gestión Integrada de malas hierbas muestra ventajas respecto a la agricultura de Conservación y a la agricultura Orgánica.**
- S.2. Optimización del Sistema de Soporte a la Decisión: La plataforma IPMwise es adecuada en cultivos extensivos y viña para optimizar: a) el uso de herbicidas (incluyendo MH resistentes) y b) métodos de control mecánico.**
- S.3. Desarrollo y evaluación de procedimientos de monitorización autónoma (desarrollo de UGV) de cultivos, discriminación de poblaciones de MH para el tratamiento autónomo de precisión, simultáneo a la detección o basado en mapas. Arquitectura 3D en leñosos: fenotipado.**
- S.4. Desarrollo y evaluación de procedimientos automatizados en imágenes-UAV: Disminución herbicidas en herbáceos (amplio espectro post-emergencia) y Arquitectura 3D en leñosos: reducción fitosanitarios foliares y fenotipado.**

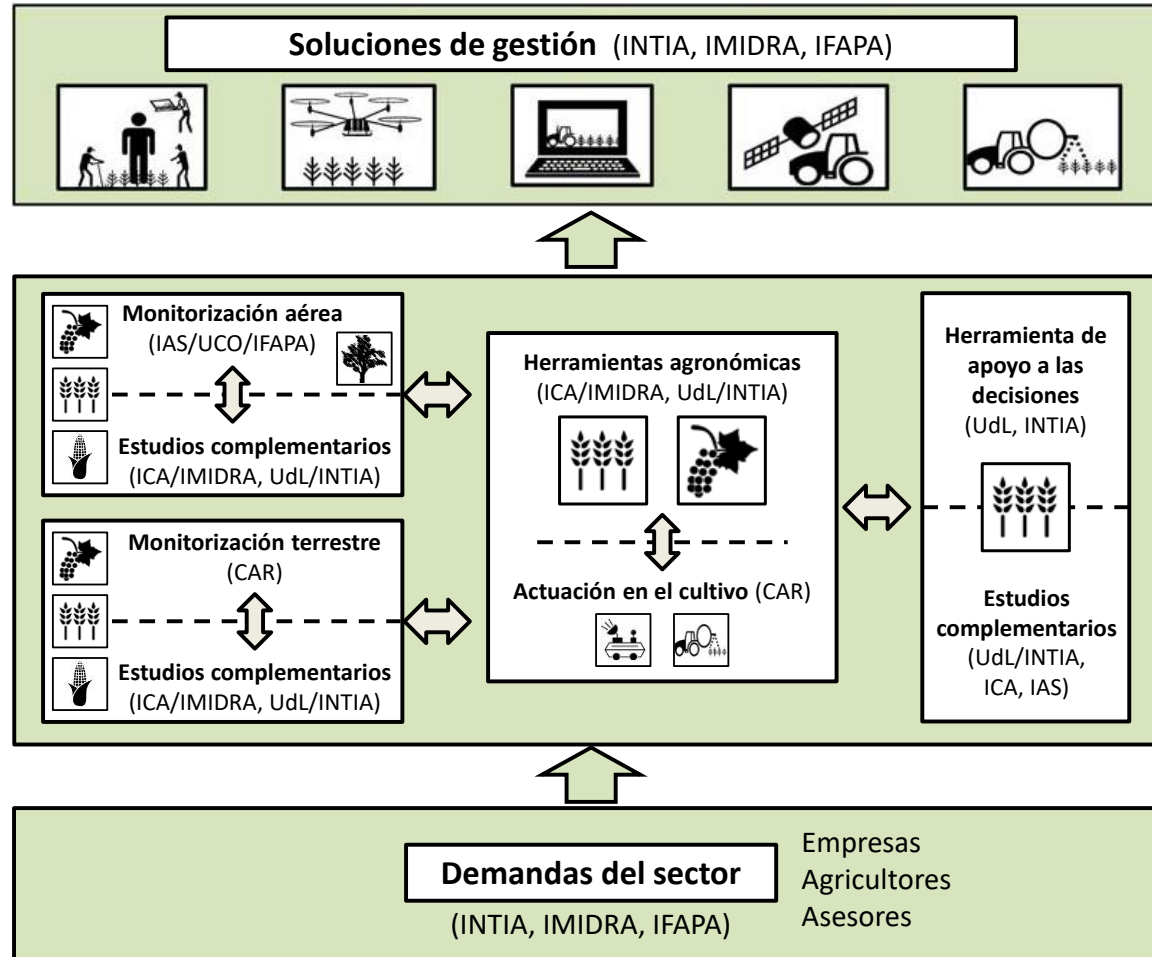


# RESUMEN DE LOS RESULTADOS GLOBALES DEL PROYECTO

	Núm.	Indicar cuantas conjuntas	Indicios de calidad
Artículos científicos derivados del proyecto en revistas JCR (de ellos cuántos en acceso abierto)	<b>30 (18)</b>	<b>10</b> <b>[2 S1-S3; 6 S1-S4;</b> <b>1 S1-S2-S4; 1 S1-S3-S4]</b>	<b>25 Q1</b> <b>3 Q2</b> <b>2 Q3</b>
Revisiones (surveys), editoriales y otros artículos científicos (de ellos cuántos en acceso abierto)	<b>1 revisión</b> <b>16 artículos</b>	<b>1 [S1-S3-S4]</b> <b>1 [S1-S4]</b>	
Libros, capítulos libros y monografías (nacionales/internacionales)	<b>5 capítulos</b> <b>libro intern.</b>	<b>1 [S1-S3]</b>	<b>Ed.</b> <b>Springer</b>
Conferencias en congresos (nacionales/internacionales, indicando cuántas por invitación)	<b>30 internac</b> <b>20 nacional</b>	<b>1 S1-S3-S4, 5 S1-S3</b> <b>1 S1-S2; 1 S2-S3; 1 S2-S4</b>	<b>4 invitac.</b> <b>4 invitac.</b>
Patentes/Reg. Software (indicar estado)			



# COORDINACIÓN



# PLANTEAMIENTO FUTURO

## Gestión selectiva e inteligente de malas hierbas integrando aproximaciones agronómicas y tecnológicas (SMARTWeeding)

