



# IRTA

Institut Públic de Recerca  
i Tecnologia Agroalimentària  
de la Generalitat de Catalunya

**GRUPO OPERATIVO SUPRA-AUTONÓMICO**

## **DETECCIÓN Y ERRADICACIÓN ALMENDRA AMARGA**

**Dr. Luis Asín**  
**Dr. Xavier Miarnau**  
**Programa de Fruticultura**

**IRTA**



Generalitat  
de Catalunya



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE







---

## 1. El sector del almendro

---

## Un problema grave de sector

1. La presencia de almendras amargas es un problema comercial muy relevante para el sector de frutos secos español.



---

## Un problema grave de sector

2. Su presencia se ha incrementado en los últimos años por la entrada en el canal de almendras no tradicionalmente recolectadas y de diversas procedencias.



---

## Un problema grave de sector

3. La presencia de almendra amarga es motivo de rechazo de lotes enteros por los clientes y puede poner en riesgo el prestigio del sector español de frutos secos.

---

## Un problema grave de sector

4. Puede suponer una amenaza para el futuro del sector de los frutos secos en España

---

## 2. Las almendras amargas





---

## Porque existen las almendra amargas

1. Almendros injertados sobre patrón franco de semilla, que cuando muere el injerto y rebrota el patrón, estos cuantos provienen de almendras amargas, producen almendras amargas.

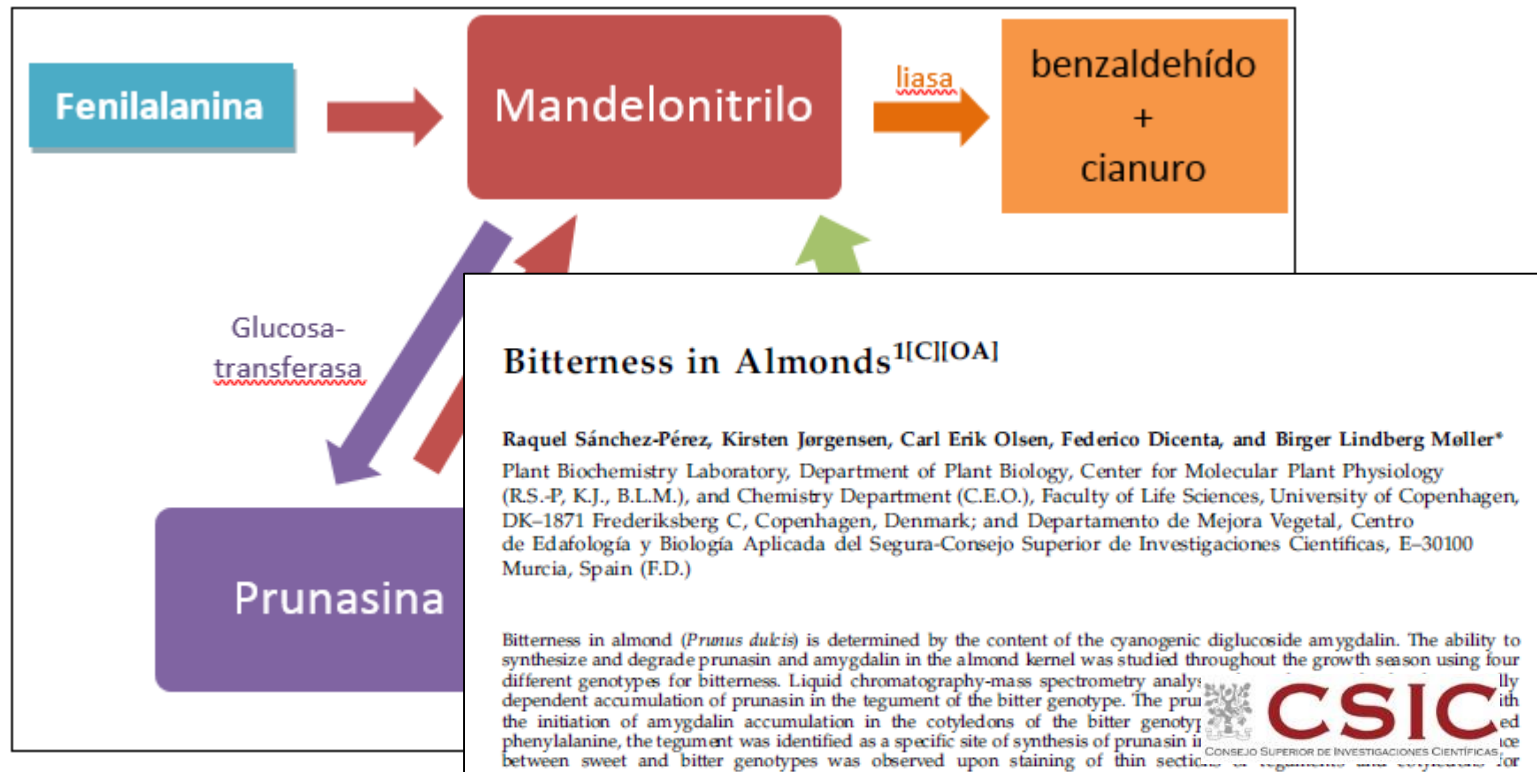
**Origen  
en el agricultor**



## Como se produce el amargor

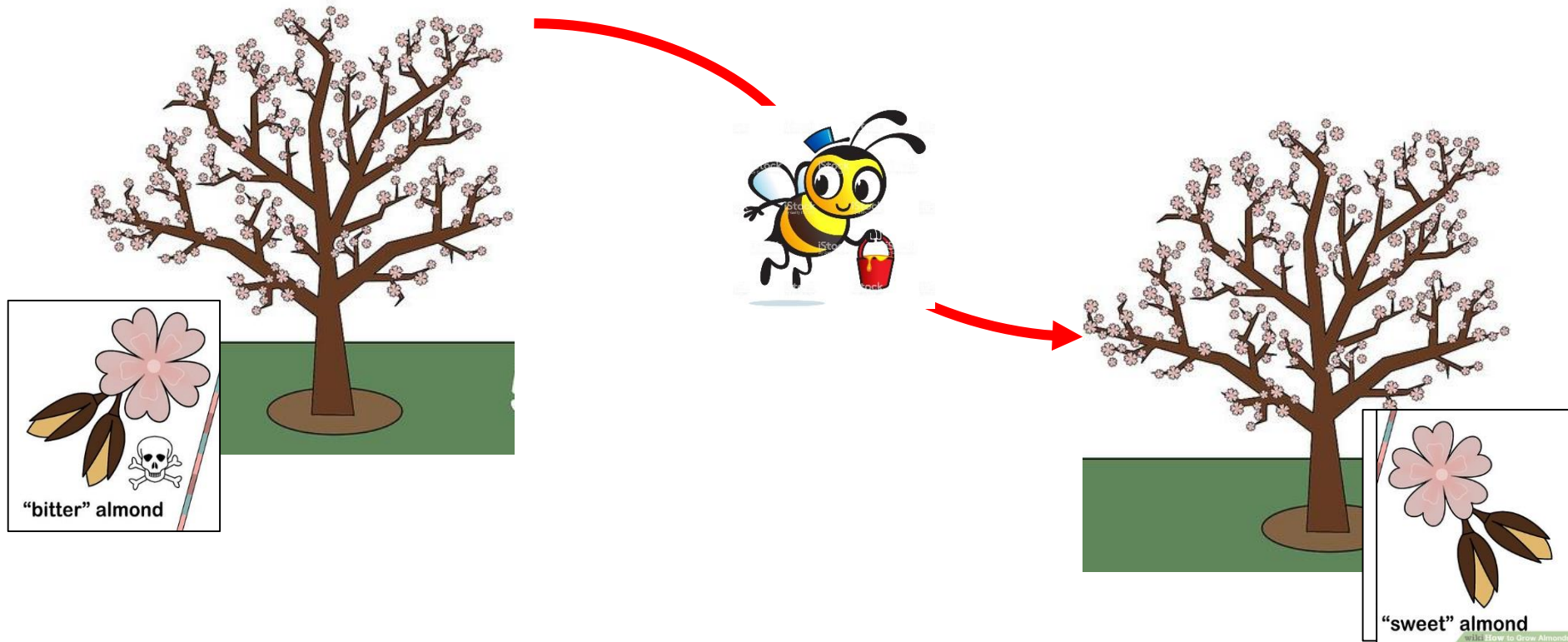
El almendro silvestre en su zona de origen en Asia Central era amargo y las almendras dulces se originaron a partir de una mutación.

- ✓ Almendra amarga tiene altas [amigdalina] que en su degradación produce glucosa, benzaldehído y cianhídrico. Se comenta que entre 25-50 pueden matar a un adulto y solo 5-10 a un niño.



## ¿Leyenda urbana?

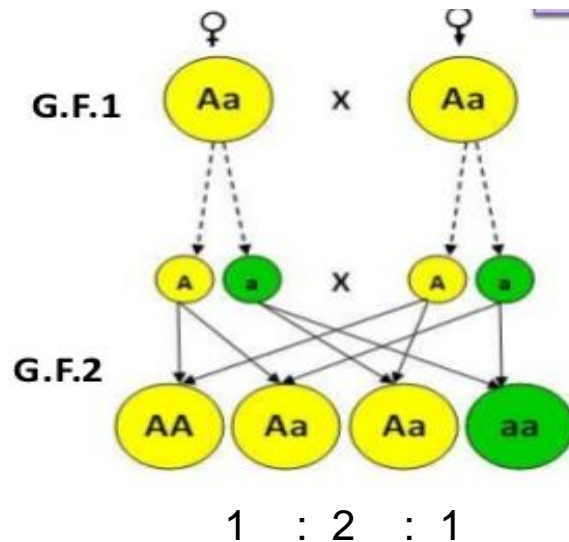
¿¿¿¿¿¿¿ El amargor se puede transmitir por la polinización????????



En ningún caso, el amargor puede transmitirse por el polen o cambiar durante la vida del árbol.

## Variedades vs. amargor

### Herencia genética



Dulces:  $AA$  o  $Aa$   
Cierto amargor:  $Aa$

Amargos:  $aa$

Amargor	Amigdalina (mg/kg)	Genética	Ejemplos
Dulce	< 100	$AA$	'Vairo', 'Penta'
Ligeramente amarga	150 – 300	$Aa$	'Guara', 'Garrigues'
Amarga	30.000 – 60.000	$aa$	Amargo





---

### 3. Creación del GO



---

## Objetivos del GO

### Propuesta de Almendrave - Spanish Almond Board (representación del sector exportador español)

1. Establecer un consorcio con representación de todos los implicados (productores, comerciantes, exportadores, centros I+D+i y fabricantes de equipos)
2. Optimizar los recursos
  - a) Buscar sinergias y evitar duplicidades
  - b) Validación independiente de cada solución propuesta
  - c) Optimización de recursos I+D+i
3. Presentación proyecto I+D+i nacional
  - a) Finalizar líneas actuales (respetando propiedad intelectual)
  - b) Promover líneas nuevas
  - c) Implementar soluciones mediante fabricantes de equipos

# Integrantes de la agrupación

## 1. Fase



## 2. Fase





---

## **4. Etapas del GO**

## Primera etapa

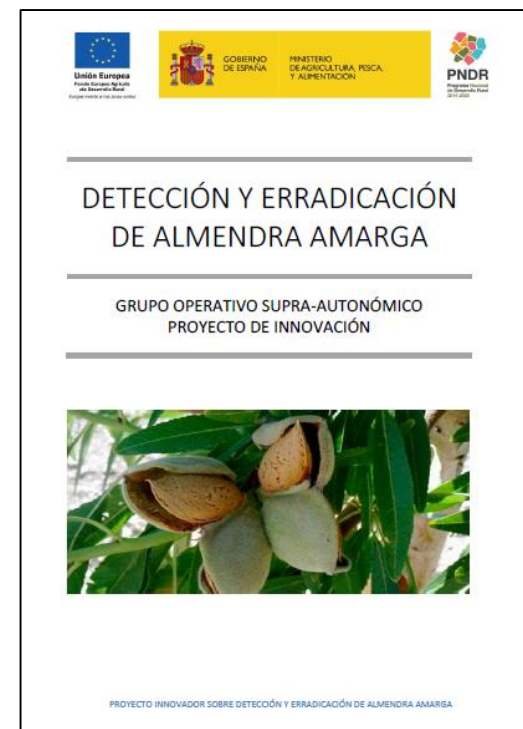
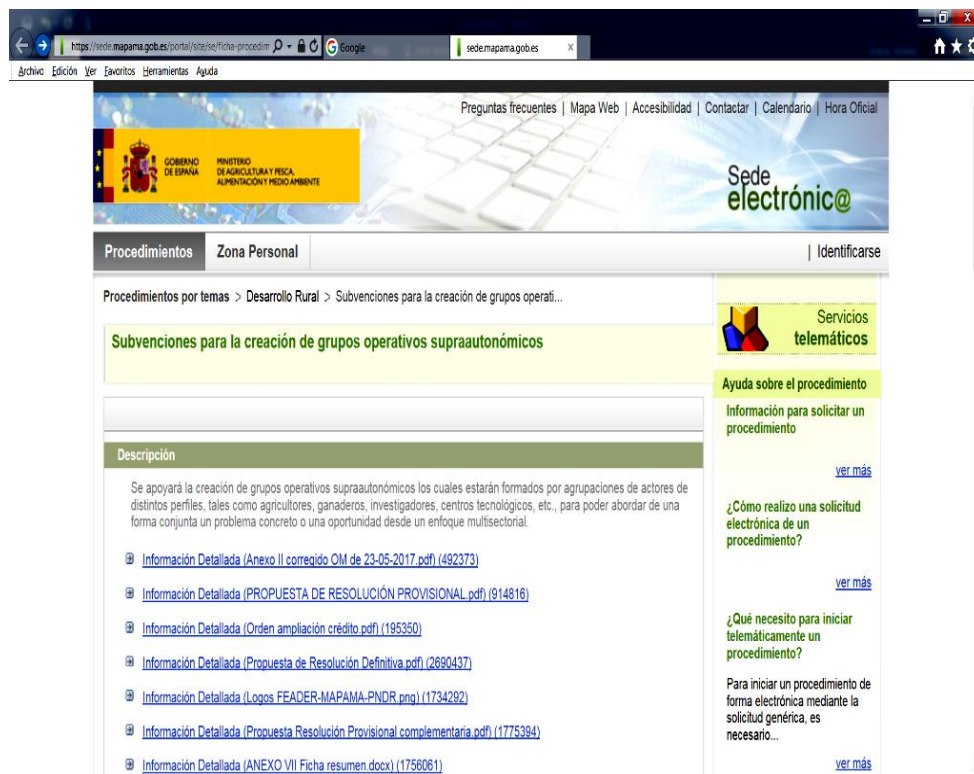
- Fase Inicial. Subvención Formación del Grupo Operativo



57	APPLE XXI, INTEGRANDO PRODUCCIÓN DE MANZANA E INDUSTRIA TRANSFORMADORA	ASIMOV EFFICIENCY, S.L.	ricardo.veira@easimov.es	2017
58	DETECCIÓN Y ERRADICACIÓN DE ALMENDRA AMARGA	ALMENDRAVE	saja@almendrave.com	2017
59	GESTIÓN AUTOMÁTICA DEL RIEGO Y DEL FERTIRRIEGO EN CULTIVOS HORTOFRUTÍCOLAS	ASOCIACIÓN DE ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES DE FRUTAS Y HORTALIZAS DE ALMERÍA	gerencia@coexphal.es	2017
60	NOVISCAN - ESTRATEGIAS INNOVADORAS PARA EL MANEJO EFICIENTE	SDAD.COOP.AND.GANADERA DEL VALLE DE LOS PEDROCHES	jrisquezs@covap.es	2017

## Segunda etapa

- Fase 1. Redacción concluida y presentación del proyecto innovador.



Cofinanciado por FEADER (80%) y el Ministerio Agricultura (20%)





---

## 5. Éxito de la convocatoria

## Resultados convocatoria

**Anexo III: Relación de solicitudes a las que se propone provisionalmente co**  
**Comisión Evaluación 28 de noviembr**

Nº ORDEN	Nº ORDEN	Número registro abreviado	CIFIME REPRESENTANTE	TÍTULO	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B51	B52	B6	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	SUBTOTAL A	SUBTOTAL B	SUBTOTAL C	SUBTOTAL D	PUNTUACIÓN TOTAL
1	1	12418	F10141653	GO INNOVIEL MONITORIZACIÓN TELEMÁTICA DE COLMENAS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE EXPLOTACIONES APÍCOLAS EN EXTREMADURA, ANDALUCÍA, CATALUÑA, CASTILLA LA MANCHA Y CASTILLA Y LEÓN	6	4	2	2	5	4,5	5	3,5	3	6	10	10	10	10	6	3	3	3	14	37	30	15	96
2	2	12479	30503569T	GRUPO OPERATIVO GENMAC. RECURSOS GENÉTICOS PARA EL ABASTECIMIENTO SOSTENIBLE DE MADERA DE CALIDAD DE CONIFÉRS	6	4	2	2	5	5	5	5	4	5,5	9,5	8	9	10	6	2,5	2,5	3	14	39	27	14	94
3	3	11437	50279312R	GRUPO OPERATIVO DE INNOVACIONES PARA LA MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO EN ESPAÑA	6	6	2	2	5	3,5	5	5	3	5,5	10	10	9	10	5,5	2,5	2	2,5	15	37	29	12,5	93,5
4	4	11962	A08933251	OPTIMIZACIÓN DEL USO DE FITOSANITARIOS EN VITICULTURA EN BASE A MAPAS DE VIGOR	6	5	2	1,5	5	5	5	3,5	2	6	10	10	10	10	5	2	2,5	2,5	14,5	36,5	30	12	93
5	5	11269	86936666L	EJECUCIÓN PROYECTOS INNOVADORES: DETECCIÓN Y ERRADICACIÓN DE ALMORCIGA AMARILLA: PROYECTO DE MEJORA PARA LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR ALMORCIGERO NACIONAL	6	5	2	2	1	4,5	5	5	2	6	9	10	8	10	6	2	2,5		15	36,5	28	13,5	93



---

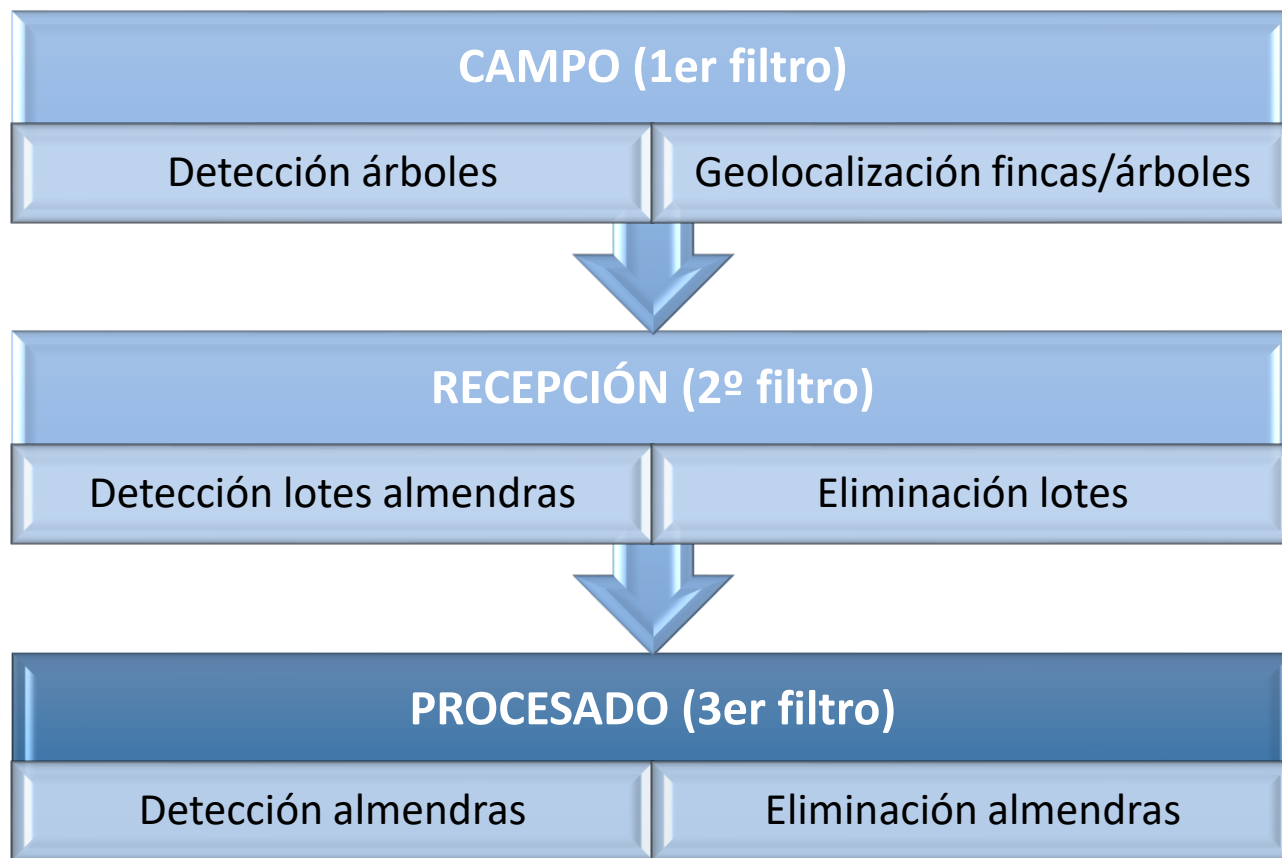
## 6. El proyecto



# Afrontar la problemática de las almendras amargas



## Problemática de las almendras amargas





## Prospección y geolocalización en campo



**Mapa geo-localización fincas y parcelas con árboles amargos**

### Herramientas

-

**Orden o real decreto nacional para eliminar los árboles amargos y/o aplicar sanciones**

**Técnicas de identificación de almendras amargas en campo**



# Posibles métodos de detección de almendras amargas

## Compuestos diana

amigdalina, prunasina, benzaldehído, cianuro,...



✓ Desconocido



✓ Lotes: NIRs, Hyperspectral, laser,...

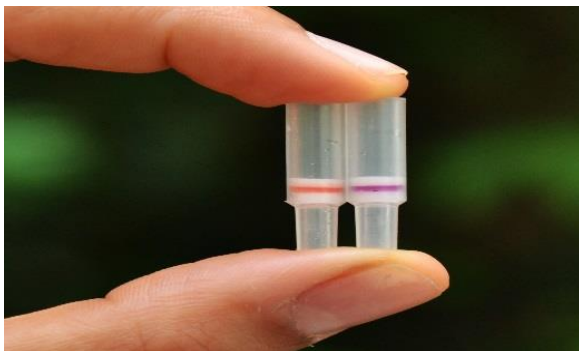
✓ Individuales: NIRs, electroquímicos



✓ Lotes: NIRs, volátiles y otros

## Viabilidad prototipos para el CAMPO

### Kits detección CHN y/o benzaldehído



<https://www.cyanoguard.ch/>

### Uso de la tecnología NIR en campo y laboratorio.



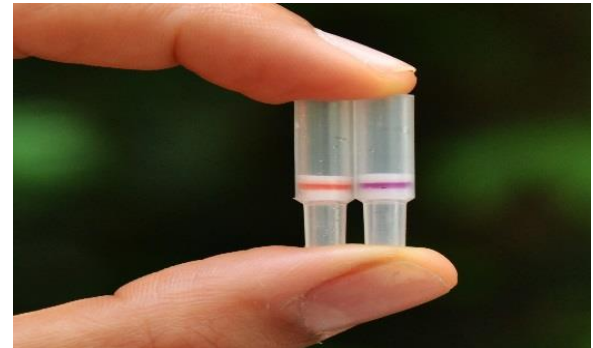


## Viabilidad prototipos para RECEPCIÓN EN CENTRAL

**Uso de lo tecnología  
NIR en Laboratorio:**



**Kits detección CHN  
y/o benzaldehído**

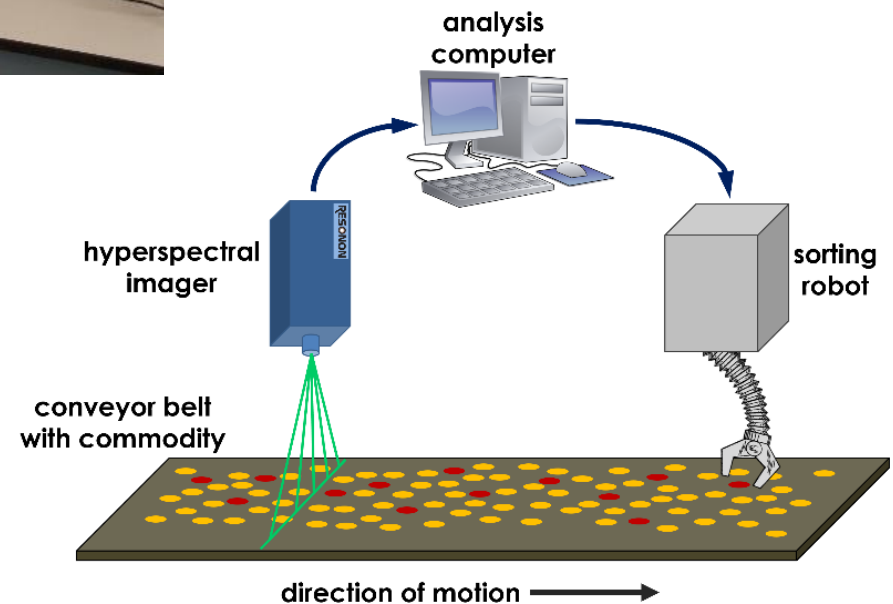


<https://www.cyanoguard.ch/>

# Viabilidad prototipos para la LÍNEA DE PROCESADO



## HiperSpectral - HSI





# Mapeo y geolocalización en campo

Actividad	Subactividades/Tareas	Entidades participantes
1. Mapeo y geolocalización de árboles en campo	<b>1.1 Evaluación agronómica de los árboles candidatos de almendra amarga.</b>	CRISOL, MAÑAN, UNIO e IRTA
	1.1.1 Preparación de protocolos para el muestreo en campo	
	1.1.2 Recogida de muestras	
	1.1.3 Evaluación agronómica de los árboles	
	<b>1.2 Detección de compuestos cianhídricos en material vegetal de árboles candidatos.</b>	
	1.2.1 Preparación de muestras para análisis	
	1.2.2 Análisis de muestras	
	1.2.3 Procesado de datos	
	<b>1.3 Modelo de discriminación con NIR portátil en hojas y/o frutos.</b>	
	1.3.1 Preparación de muestras para análisis	
	1.3.2 Análisis de muestras con NIR	
	1.3.3 Creación de modelos	
	1.3.4 Validación del modelo	
	<b>1.4 Confirmación mediante el empleo de marcadores SSR.</b>	
	1.4.1 Análisis de las muestras recogidas en campo mediante marcadores SSR	
	<b>1.5 Mapa de geolocalización de árboles amargos candidatos</b>	
	1.5.1 Recopilación de datos	
	1.5.2 Elaboración del mapa	



# Discriminación entrada central

Actividad	Subactividades/Tareas	Entidades participantes
2. Discriminación de almendra amarga en la entrada a la central	<b>2.1 Creación de un modelo discriminante NIR.</b>	UNIÓ, IRTA
	2.1.1 Recogida y preparación de muestras	
	2.1.2 Análisis de muestras mediante NIR y medidas de referencia	
	2.1.3 Creación del modelo discriminante	
	2.1.4 Validación del modelo discriminante	
	2.1.5 Recogida y preparación de nuevas muestras	
	2.1.6 Análisis de muestras desconocidas con metodología NIR y comprobación en laboratorio	
	<b>2.2 Validación del prototipo diseñado para la entrada de la central</b>	ARBORETO
	2.2.1 Implantación de equipos piloto en diferentes localizaciones	
	2.2.2 Análisis de muestras mediante prototipo NIR y medidas de referencia en los diferentes centros	
	2.2.3 Validación del prototipo	
	2.2.4 Recalibración y ajuste de los prototipos en los diferentes centros	
	<b>2.3 Discriminación de almendra amarga con kits comerciales para la detección de cianhídrico</b>	MAÑAN, IRTA
	2.3.1 Preparación de muestras para análisis	
	2.3.2 Análisis de muestras con kits cianhídrico	
	2.3.3 Análisis de muestras de referencia	
	2.3.4 Validación del método	



## Discriminación en línea de procesado

Actividad	Subactividades/Tareas	Entidades participantes
3. Eliminación de almendra en la línea de procesado	3.1 Validación Industrial de prototipo NIR en la línea de procesado	BAIN
	3.1.1 Implantación del prototipo	
	3.1.2 Análisis de muestras mediante prototipo y medidas de referencia	
	3.1.3 Validación del prototipo	
	3.1.4 Recalibración y ajuste del prototipo	



# Divulgación

Actividad	Subactividades/Tareas	Entidades participantes
4. Actuaciones de divulgación	<b>4.1 Difusión del Grupo Operativo</b>	Miembros del GO
	4.1.1 Diseño de un logo representativo	
	4.1.2 Diseño de web específica del GO	
	4.1.3 Mantenimiento de la web	
	4.1.4 Creación vídeo del GO	
	4.1.5 Elaboración de trípticos del GO	
	4.1.6 Acciones de divulgación GO en publicaciones técnicas específicas	
	4.1.7 Acciones de divulgación del GO por parte de los miembros del consorcio	
	<b>4.2 Valorización de los resultados del proyecto</b>	
	4.2.1 Actualización de web del GO con los resultados del proyecto	
	4.2.2 Elaboración de trípticos de resultados	
	4.2.3 Creación vídeo de resultados del proyecto	
	4.2.4 Acciones de divulgación de los resultados del proyecto en publicaciones técnicas específicas	
	4.2.5 Acciones de divulgación de resultados del proyecto por parte de los miembros del consorcio	
	4.2.6 Acciones de divulgación de resultados en eventos sectoriales	
	4.2.7 Elaboración de una guía de implantación de nuevas técnicas para la detección de almendra amarga	
	4.2.8 Identificación, protección y valorización de la propiedad intelectual	



## Coordinación del proyecto

Actividad	Subactividades/Tareas	Entidades participantes
5. Coordinación proyecto	5.1 Coordinación de la ejecución del proyecto	ALMENDRAVE
	5.2 Coordinación financiera del proyecto	







---

## 4. Presupuesto del GO

## Presupuesto del proyecto

**TOTAL INICIAL: 1.451.875 €**



Nombre empresa		ALMENDRAVE		AEOFRUSE		DESCALMENDRA		CRISOL		ARBORETO		UÑO		BORGES		MAÑAN		PRESUPUESTO TOTAL	
Partida subvencionable		Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto (€)	%	Pto. Total (€)	% sobre total
Subcontratación	Contratación tecnológica IRTA							40.000				65.000				65.000		170.000	
	Contratación tecnológica desarrollo prototipos							21%		65%		41%		41%		35%		433.525	42%
Ejecución técnica del proyecto	Personal propio																		
	Alojamiento, viajes, manutención							135.000	72%	114.000	32%	83.800	52%	275.000	57%	108.000	58%	715.800	49%
	Fungibles																		
	Alquileres																		
Funcionamiento de cooperación	Personal propio	30.000		6.000		6.000												42.000	3%
	Alojamiento, viajes, manutención	12.000	69%	1.200	60%	1.200	69%												
	Coordinación	25.000																	
Difusión del proyecto		25.000	28%	3.000	27%	3.000	27%	3.000	2%	3.000	1%	3.000	2%	3.000	1%	3.000	2%	46.000	3%
Gastos indirectos		4.500	5%	900	8%	900	8%	9.450	8%	6.300	2%	8.250	5%	5.250	1%	9.000	5%	44.550	3%
TOTAL		96.500	100%	11.100	100%	11.100	100%	187.450	100%	356.425	100%	168.050	100%	483.650	100%	185.000	100%	1.451.875	100%

**TOTAL SOLICITADO: 600.000 €**

SOLICITUD DE SUBVENCIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN POR GRUPOS OPERATIVOS AEI-AGRI													
Presupuesto del proyecto de innovación													
Nombre del Grupo Operativo		DETECCIÓN Y ERRADICACIÓN DE ALMENDRA AMARGA											
PARTIDAS DE GASTOS PROYECTO DE INNOVACIÓN	DE PARÁMETROS	TOTAL GASTOS SUBVENCIÓN NABLES	%	SUBVENCIÓN período 1 (inicio - hasta 15 julio 2019)	SUBVENCIÓN período 2 (inicio - hasta 15 julio 2020)	Almendrave	Aeofruse	Descalmendra	Crisol	Arboreto	Unión	Borges	Mañán
A. GASTOS DE COOPERACIÓN	SUBTOTAL DE	61.000,00 €	8,80%	30.500,00 €	30.500,00 €	29.900,00 €	3.500,00 €	3.500,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €
B. GASTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO	SUBTOTAL DE	545.710,00 €	78,71%	395.000,00 €	150.710,00 €	37.500,00 €	0,00 €	0,00 €	60.720,00 €	83.220,00 €	60.720,00 €	235.000,00 €	68.850,00 €
C. GASTOS DE INVESTIGACIONES E INNOVACIONES	SUBTOTAL DE	235.000,00 €	33,89%	235.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	235.000,00 €	0,00 €
D. GASTOS DE DIVULGACIÓN	SUBTOTAL DE	74.200,00 €	10,70%	36.750,00 €	37.450,00 €	29.700,00 €	-4.950,00 €	-4.950,00 €	5.200,00 €	5.700,00 €	7.900,00 €	7.900,00 €	7.900,00 €
E. COSTES INDIRECTOS	SUBTOTAL DE	12.411,00 €	1,79%	6.750,00 €	5.661,00 €	1.800,00 €	300,00 €	1.683,00 €	3.183,00 €	2.100,00 €	600,00 €	2.445,00 €	2.445,00 €
TOTAL PRESUPUESTADO		693.321,00 €	100,00%	469.000,00 €	224.321,00 €	98.900,00 €	8.750,00 €	8.750,00 €	72.603,00 €	97.103,00 €	76.720,00 €	248.500,00 €	83.895,00 €
TOTAL SUBVENCIÓN		599.321,00 €	86,44%	375.000,00 €	224.321,00 €	98.000,00 €	8.750,00 €	8.750,00 €	72.603,00 €	97.103,00 €	76.720,00 €	154.500,00 €	83.895,00 €
TOTAL FONDOS PROPIOS		94.000,00 €	13,56%	94.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	94.000,00 €	0,00 €

**TOTAL CONCEDIDO: 574.000 €**

[illegible]



---

## 7. Ejecución del GO



## Inicio de la actividad



**Reunión de los miembros del Proyecto Innovador Grupo Operativo “Detección y Erradicación Almendra Amarga”**

Lunes 11 de marzo de 2019

---

## Colaboraciones





# JORNADA ALMENDRO IRTA



29-30 DE MAYO

## PROGRAMA PROVISIONAL DE LA JORNADA

### Dimecres 29 de maig (català) i dijous 31 de maig (castellà)

8:45 h	Inici de la jornada. Entrega de la documentació.
9:00 h	Presentació de la jornada.
9:20 h	Problemàtica de l'ametlla amarga a Espanya.
10:00 h	Malalties emergents: Antracnosi, Xanthamones i Xylella.
10:30 h	Pausa-cafè (visita lliure als estands comercials)
11:00 h	Nous portaampelts per al cultiu de l'ametller. Nous materials per al nous temps.
11:30 h	Eficiència en l'ús de l'aigua en el cultiu de l'ametller mitjançant el <i>remote sensing</i> .
12:15 h	Noves tendències en material vegetal i en maneig del cultiu de l'ametller a Califòrnia. <i>(Ponent internacional)</i> .
13:00 h	Dinar.
15:30 h	Visita a les parcel·les experimentals.





**WE  
SHARE  
OUR SCIENCE  
TO FEED  
THE  
FUTURE**

**IRTA**  
RECERCA | I TECNOLOGIA  
AGROALIMENTÀRIES

 Generalitat  
de Catalunya