

Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



**JORNADA  
SOLUCIONES DIGITALES PARA  
EL SECTOR AGROINDUSTRIAL:  
EL PROYECTO  
TRANSFRONTERIZO  
TID4AGRO**



Jueves, 29 de  
enero de 2026



Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



M<sup>a</sup> José Trinidad Lozano  
Jefa Unidad de Coordinación Científica de CICYTEX  
mariajose.trinidad@juntaex.es  
Tlf. +34 924 01 41 44  
<https://cicytex.juntaex.es>





**CICYTEX**

CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DE  
EXTREMADURA

<https://cicytex.juntaex.es>

**¿Quiénes somos?**



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA

**JUNTA DE EXTREMADURA**

Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional

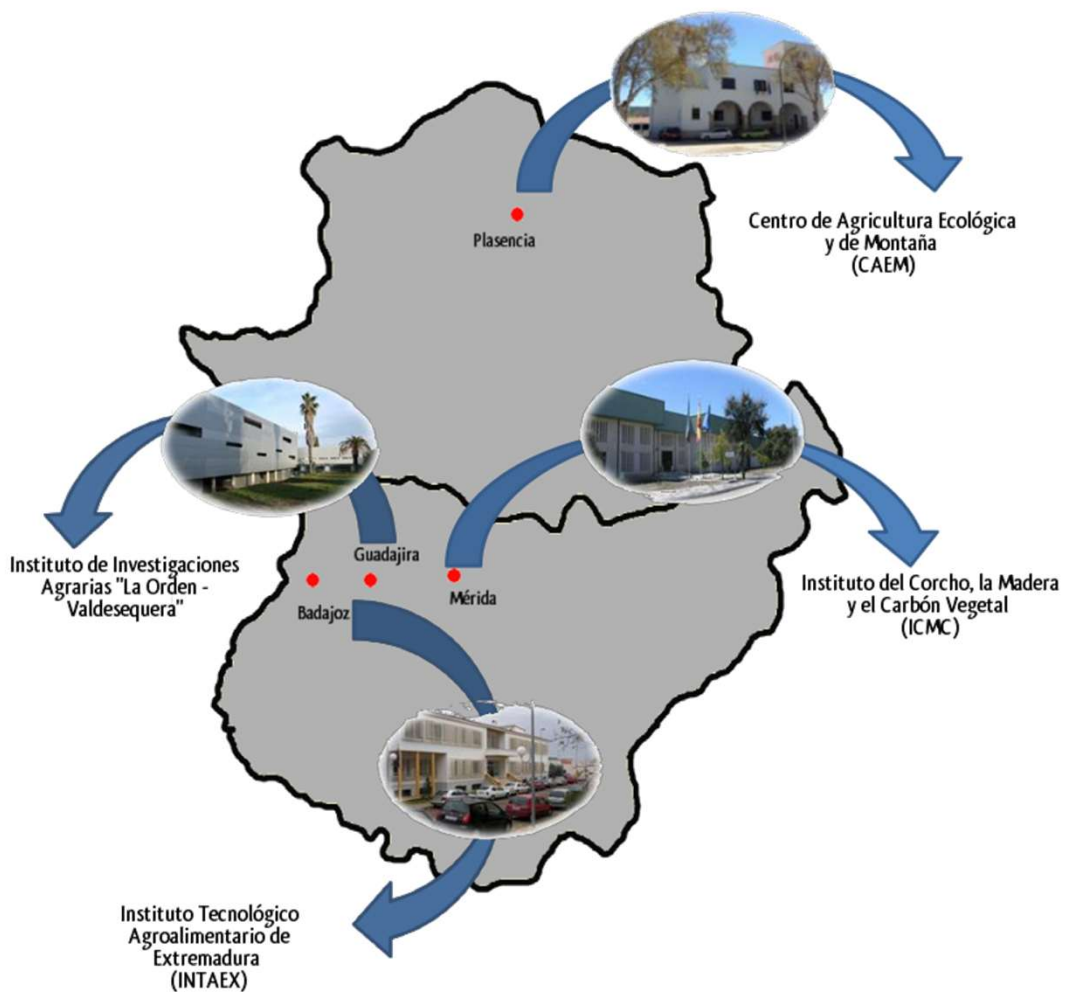


Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado por  
Otilia España

TID4AGRO



Instituto de Investigaciones Agrarias  
Finca La Orden - Valdesequera  
(Guadajira)



Instituto Tecnológico  
Agroalimentario de Extremadura  
(Badajoz)



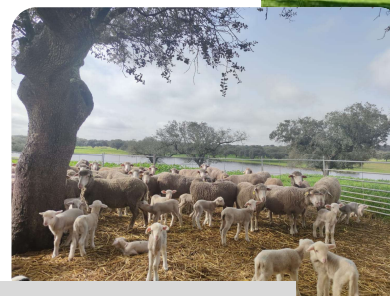
Instituto del Corcho, la Madera y  
el Carbón Vegetal (Mérida)



Centro de Agricultura Ecológica y  
de Montaña (Plasencia)

# APOYO AL SECTOR EMPRESARIAL PARA LA INCORPORACIÓN DE LA I+D+i A SUS PROCESOS PRODUCTIVOS

**AGRICULTURA**



**GANADERÍA**

*Actividades de investigación,  
desarrollo e innovación*

**AGROALIMENTACIÓN**



**AGROFORESTAL Y  
DEHESA**





*Actividades de transferencia de tecnología y divulgación de resultados*

# Líneas de investigación: AGRICULTURA

## FRUTICULTURA MEDITERRÁNEA Y DE MONTAÑA, CULTIVOS LEÑOSOS Y HORTÍCOLAS



# Líneas de investigación: AGRICULTURA

## CEREALES Y OTROS CULTIVOS ALIMENTARIOS



Arroz y maíz



Cereales de invierno



Leguminosa grano



Quinoa



Nuevos cultivos de alto valor nutricional

## CULTIVOS NO ALIMENTARIOS



Cultivos energéticos oleaginosos



Cultivos energéticos ricos en fibra



Biomasa, biogás y bioproductos

## Líneas de investigación: AGRICULTURA

### PLANTAS MEDICINALES, AROMÁTICAS Y CONDIMENTARIAS



### PASTOS Y CULTIVOS FORRAJEROS



## Líneas de investigación: AGRICULTURA



### • Ensayos de campo y técnicas de cultivo:

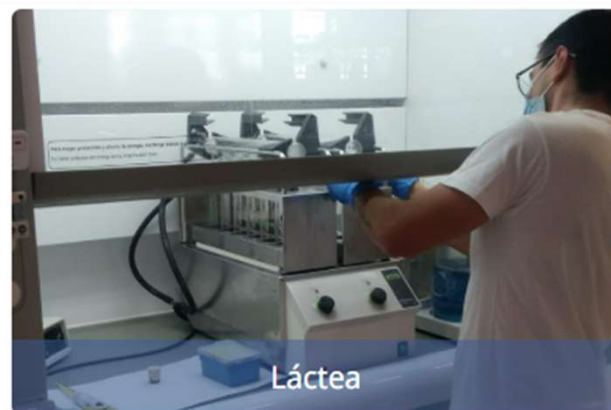
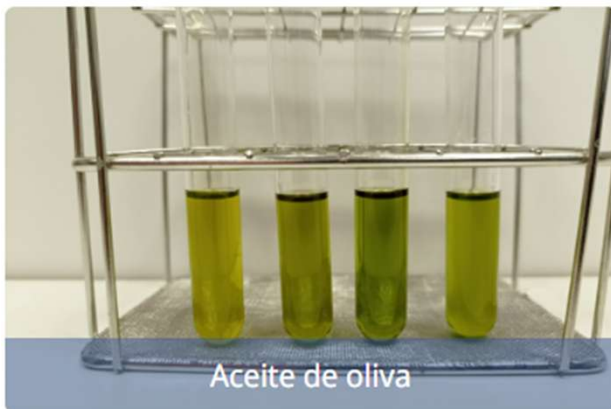
- Agricultura de precisión
- Digitalización de las explotaciones
- Gestión eficiente del riego
- Producción ecológica

### • Recursos fitogenéticos, mejora genética y biología reproductiva

### • Protección vegetal:

- Sanidad del suelo
- Plagas, enfermedades y malas hierbas

## Líneas de investigación: AGROALIMENTACIÓN



### INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



## Líneas de investigación: AGROALIMENTACIÓN

### Apoyo científico y tecnológico :

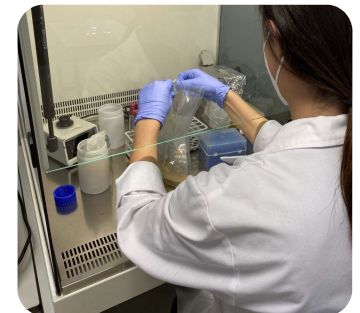
- Mejora de vida útil de los productos
- Mejoras nutricionales, funcionales o sensoriales
- Diversificación y desarrollo de nuevos productos

### Ensayos de laboratorio y en planta piloto

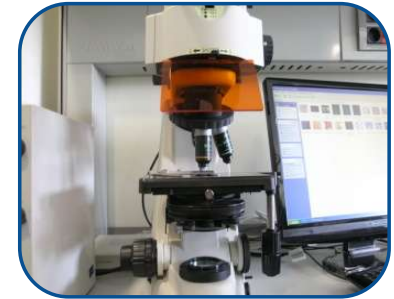
- Desarrollo e implementación de tecnologías de conservación y de procesado

### Desarrollo e innovación agroindustrial:

- Implementación de nuevas tecnologías e innovación de procesos.



## Infraestructuras de CICYTEX



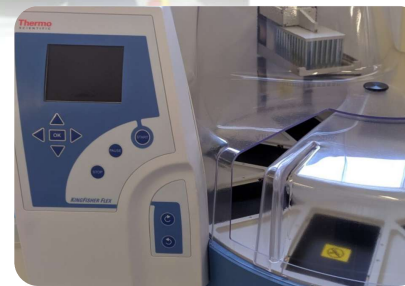
### Parcelas experimentales



- 95 hectáreas de regadío
- 110 hectáreas de secano
- 718 hectáreas de dehesa



### Laboratorios





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado por  
Otras Fuentes

TID4AGRO



# OFERTA TECNOLÓGICA Y DE SERVICIOS DE I+D+i

Proyectos de investigación,  
desarrollo tecnológico e innovación



Idea de proyecto



Interreg  
España - Portugal



Cooperación por  
la Unión Europea  
Cooperación por  
la Unión Europea

TID4AGRO



# PROYECTO “TECNOLOGIAS AVANZADAS, INNOVADORAS Y DIGITALES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO DE LA EUROACE”

*“Programa de Cooperación Interreg VI A España – Portugal (POCTEP) 2021-2027, financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)”*

PRESUPUESTO TOTAL: 3.877.177,77€ AYUDA FEDER (75%): 2.907.833,33 €

Duración del proyecto 3 años: 1 enero de 2024 a 31 diciembre de 2026

**Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de  
Extremadura, CICYTEX.**  
A5, km 472. 06187 Guadajira (Badajoz)



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA



M<sup>a</sup> José Trinidad Lozano [mariajose.trinidad@juntaex.es](mailto:mariajose.trinidad@juntaex.es)  
Jefa Unidad de Coordinación Científica de CICYTEX



# ENTIDADES BENEFICIARIAS



## UNIVERSIDADES





## CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN AGRARIA




## CENTROS TECNOLÓGICOS PRIVADOS




**12 ENTIDADES**  
**ESPAÑA - PORTUGAL**

## ENTIDADES EXPERTAS EN INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO




## FEDERACIONES DE COOPERATIVAS AGROALIMENTARIAS




## LABORATORIO DE INNOVACIÓN DIGITAL





# RETOS Y OBJETIVOS:

Proyecto dirigido : **SECTOR AGROALIMENTARIO**



*AGRÍCOLA – GANADERO – FORESTAL - INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS*

IMPORTANCIA DEL MUNDO RURAL

REDUCIR LA BRECHA DIGITAL Y DE TECNIFICACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO,  
ESPECIAL ATENCIÓN A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS



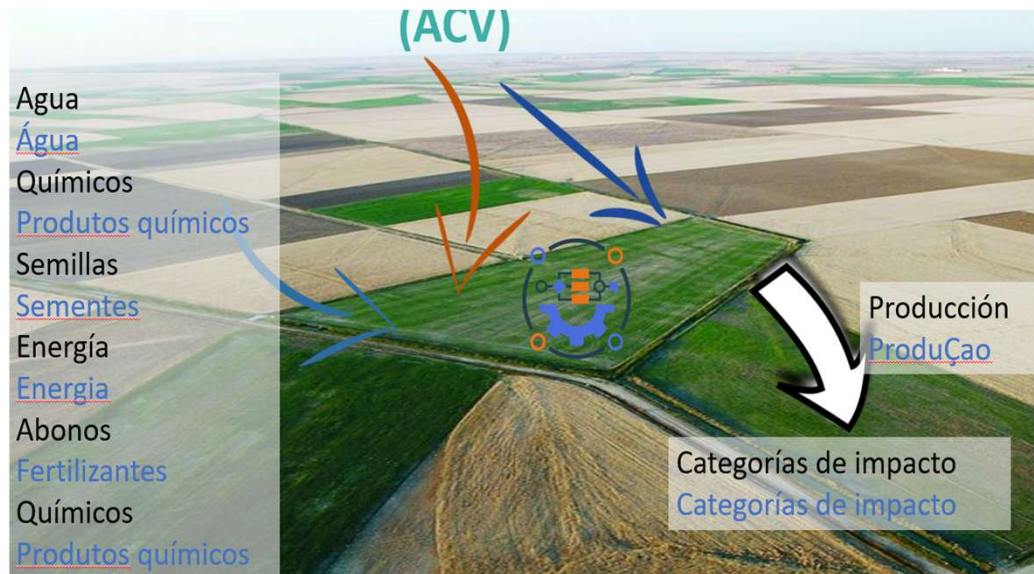
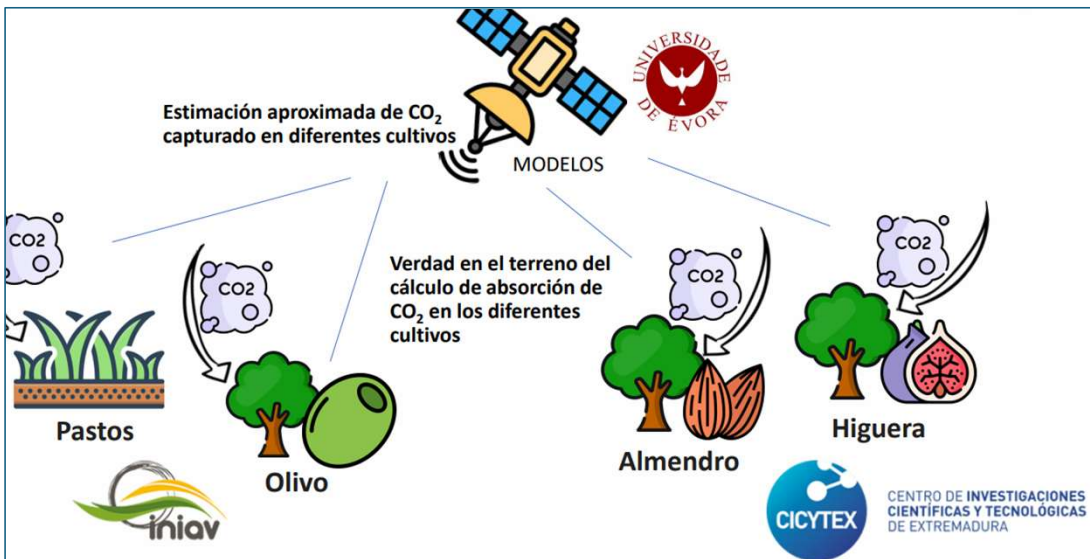
**Mejorar la competitividad de las empresas agroalimentarias y explotaciones agrícolas a través de la digitalización de sus procesos en toda la cadena de valor y con la aplicación de nuevas tecnologías**



# ACTIVIDADES



## DIGITALIZACIÓN DE CULTIVOS AGRICOLAS: MONITORIZACIÓN MEDIANTE SENSORES PARA CONTROL DE PARAMETROS DE RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN

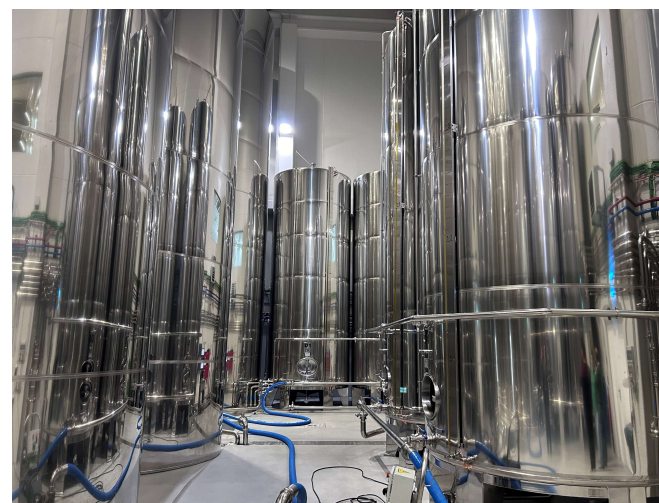




# ACTIVIDADES



## INSTALACIONES DEMOSTRATIVAS DE DIGITALIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS COMO BODEGAS, ALMAZARAS Y CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS



# JORNADA SOLUCIONES DIGITALES PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL: EL PROYECTO TRANSFRONTERIZO TID4AGRO

Jueves, 29 de  
enero de 2026

Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



## Programa

Jornada Soluciones digitales para el sector agroindustrial: el proyecto

transfronterizo TID4AGRO Jueves, 29 de enero de 2026 Auditorio Principal de FEVAL, Paseo de FEVAL, S/N, 06400 Don Benito (Badajoz)

**11:15 h** Recepción de asistentes

**11:30 h**

**BLOQUE DE CAMPO (45' aprox)**  
**Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)**

1. *Carlos Campillo Torres (CICYTEX)- Sistema de comunicación LORAWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas (10')*
2. *María Paniagua Carranza (CICYTEX)- Sistemas digitales para la obtención de parámetros necesarios para el cálculo del análisis del ciclo de vida de los productos agrícolas (10')*
3. *David Tejerina Barrado (CICYTEX)- Tecnología NIRS aplicada al control de calidad y trazabilidad en el sector agroalimentario (10')*
4. *Herminio Íñiguez Sánchez, presidente de la Asociación de Agricultores y Ganaderos (Agrypa) (15')*

**12:15 h**

**BLOQUE DE INDUSTRIA (45' aprox)**  
**Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)**

1. *Esperanza Valdés Sánchez (CICYTEX) - Implementación de sistemas de digitalización para el control de procesos en producción y crianza de vinos (10')*
2. *Daniel Cortés Montana (CICYTEX) - Implementación de un sistema de digitalización para el control de procesos en una almazara (10')*
3. *Manuel Serradilla Sánchez (CICYTEX)- Calidad postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO2 y COVs para el control en cámaras frigoríficas (10')*
4. *Fabian Gordillo Lemus, gerente de la Soc. Coop. Virgen de la Estrella (15')*

El proyecto 0100\_TID4AGRO\_4\_E está cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A-España-Portugal (POCTEP) 2021-2027



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



**Sistema de comunicación  
LoraWAN como ayuda a la  
monitorización, sensorización y  
digitalización de explotaciones  
agrícolas**

**Dr. Carlos Campillo Torres**

Don Benito, 29 de enero de 2022



**JORNADA  
SOLUCIONES DIGITALES PARA  
EL SECTOR AGROINDUSTRIAL:  
EL PROYECTO  
TRANSFRONTERIZO  
TID4AGRO**

Jueves, 29 de  
enero de 2022

Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)





Interreg  
España - Portugal



Cooperación por la Unión Europea  
Cooperación por la Unión Europea



## Sistema de comunicación LoRaWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas



**María Paniagua Carranza**

Ingeniera Agrónoma

[maria.paniaguac@juntaex.es](mailto:maria.paniaguac@juntaex.es)



<http://cicytex.juntaex.es/>



**Dr. Carlos Campillo Torres**

Investigador

[carlos.campillo@juntaex.es](mailto:carlos.campillo@juntaex.es)



# La Revolución Digital del Campo Español: Un Desafío de **Democratización**

## El panorama actual

800+

Empresas AgriTech

Especializadas en soluciones innovadoras para el sector primario

11.3%

Adopción de IA

Explotaciones con sistemas de inteligencia artificial integrados

## La brecha tecnológica

Desconexión significativa entre la oferta tecnológica disponible y su implementación real en las explotaciones. La brecha no es solo tecnológica, sino que representa un desafío de accesibilidad, formación y recursos.

<EU

Por debajo de Europa

Posición de España respecto a la media europea en digitalización agraria



### Democratización tecnológica

Hacer la IA accesible a todas las explotaciones, independientemente de su tamaño o ubicación geográfica



### Formación y capacitación

Eliminar barreras de conocimiento mediante programas de formación adaptados a agricultores



### Impacto social

Transformar el campo español garantizando la sostenibilidad económica y el relevo generacional



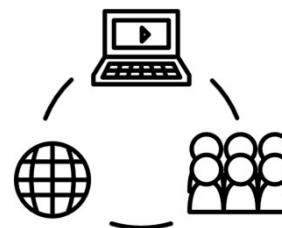
## PROBLEMÁTICA DEL SECTOR A LA DIGITALIZACIÓN



Altos costes



Falta de formación



Sobreinformación



Sector envejecido



Resistencia al cambio



## Factores clave para democratizar la agricultura digital



**Mejora de la conectividad en zonas rurales**



**Tecnologías de bajo coste**



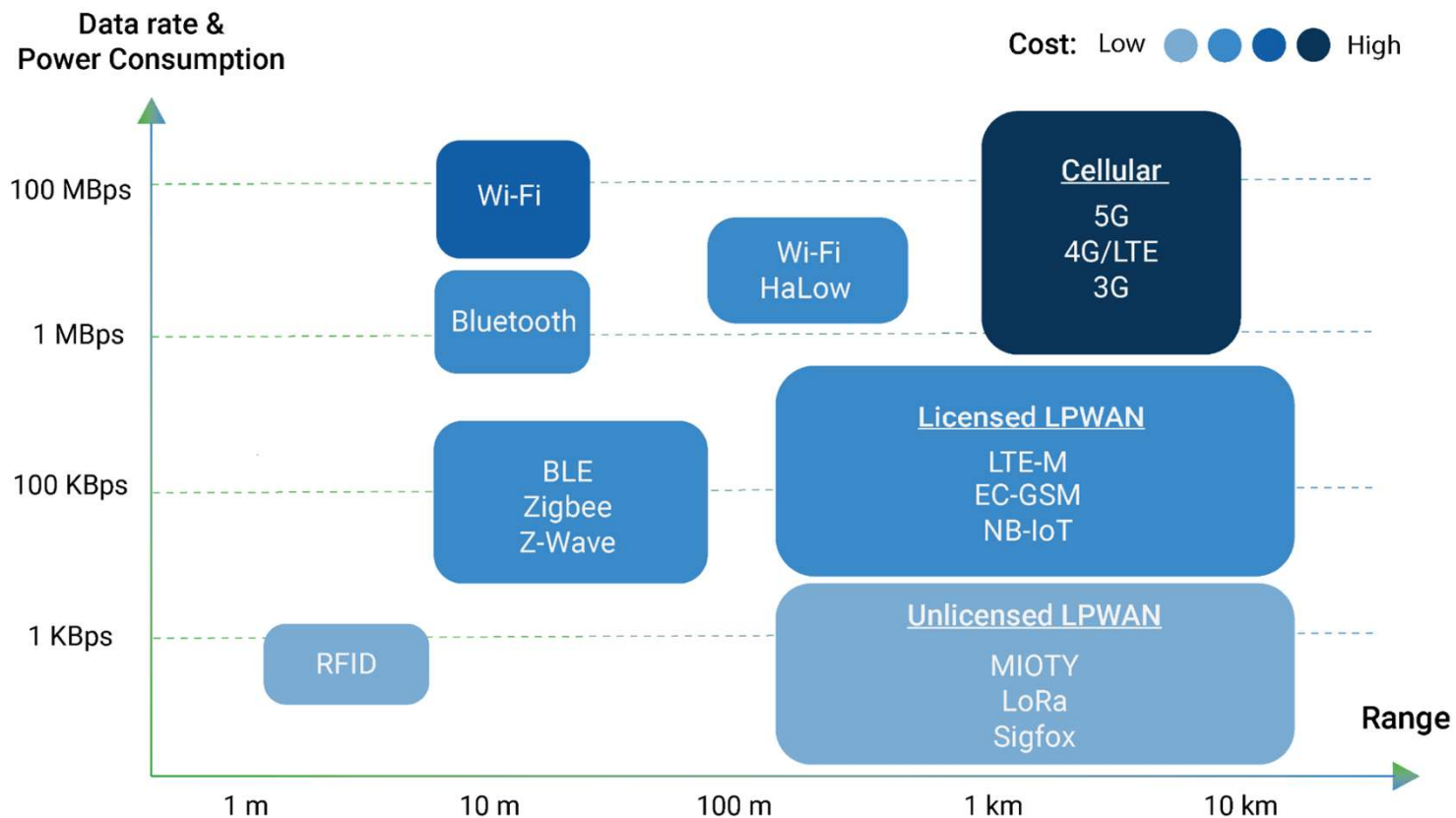
**Formación específica de tecnología**



**Colaboración entre organizaciones, empresas y administraciones públicas**



## Conectividad en el campo



**Alcance de la Red:**  
 Evaluar la distancia entre los nodos y si la tecnología seleccionada puede proporcionar la cobertura necesaria.

**Velocidad de Transmisión:**  
 Determinar la cantidad de datos que se deben transmitir y la velocidad requerida para asegurar que la tecnología pueda manejar los requisitos.



# VENTAJAS E INCONVENIENTES



## A FAVOR

- Eficiencia energética.
- Bajo coste con respecto a otras tecnologías.
- Alta capacidad de penetración y resistencia al ruido y las interferencias.
- Altamente escalable.



## EN CONTRA

- Necesidad de instalación de antenas (gateway) para formar mapas de cobertura.
- Es conveniente conseguir triangulaciones con varias antenas por si alguna falla.





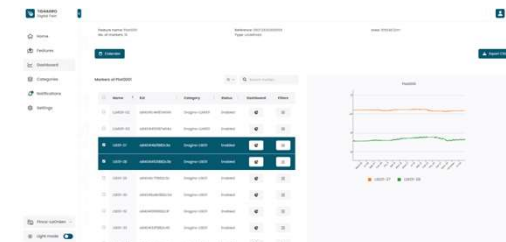
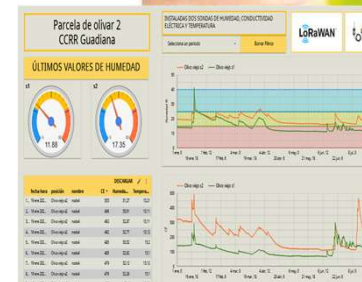
Interreg  
España - Portugal



Cofinanciada por  
la Unión Europea  
Cofinanciada pela  
União Europeia



# Sistema de comunicación LoraWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas



Visualizar los datos



SERVICIO DE DATOS Y AVISOS



Cofinanciada por  
la Unión Europea

JUNTA DE EXTREMADURA  
Consejería de Educación, Ciencia y Formación Profesional



The TECH4E project is financed by European Union under the Agreement – 101083667 of the Project "TECH4E.Tech4efficiencyEDIH" regarding the Call: DIGITAL-2021-EDIH-01 supported by the European Commission through the Digital Europe Program



# GATEWAY

**Importancia de la cobertura y la densidad de gateways para una red eficiente:**

La eficiencia de una red LoRaWAN está directamente relacionada con la cobertura y la densidad de gateways desplegados en una determinada área geográfica.

LA REDUNDANCIA DE GATEWAYS EVITARÁ LA PERDIDA DE DATOS

Si desean hacer una implementación LoRaWAN funcional importante primer paso comprar gateway multicanal, También se caracterizan por gateway para interiores y exteriores, eso depende mas de la robustez para casos de intemperie.



### RAK Wireless WisGate Edge Pro, 8 canales

Variant prices start at \$372.00 to \$525.00.



- Without LTE
- ✓ With LTE Cat4 (EG95-E) for the EMEA region (Europe, Middle East, Africa and Australia)
- With LTE Cat4 (EG95-NA) for North America
- With LTE Cat4 (EC25-J) for Japan
- With LTE Cat4 (EC25) for Brazil

### MultiTech · LoRa · Conduit LoRa Gateway · Exterior IP67 Gateway de 8 canales ·

**1.415,16 €**

Sin impuestos 1169.55 €





# ¿Tengo cobertura?

## COBERTURA LORAWAN

Mapa cobertura Interacti



[ENLACE](#)

Cobertura LoRaWan Vegas Altas

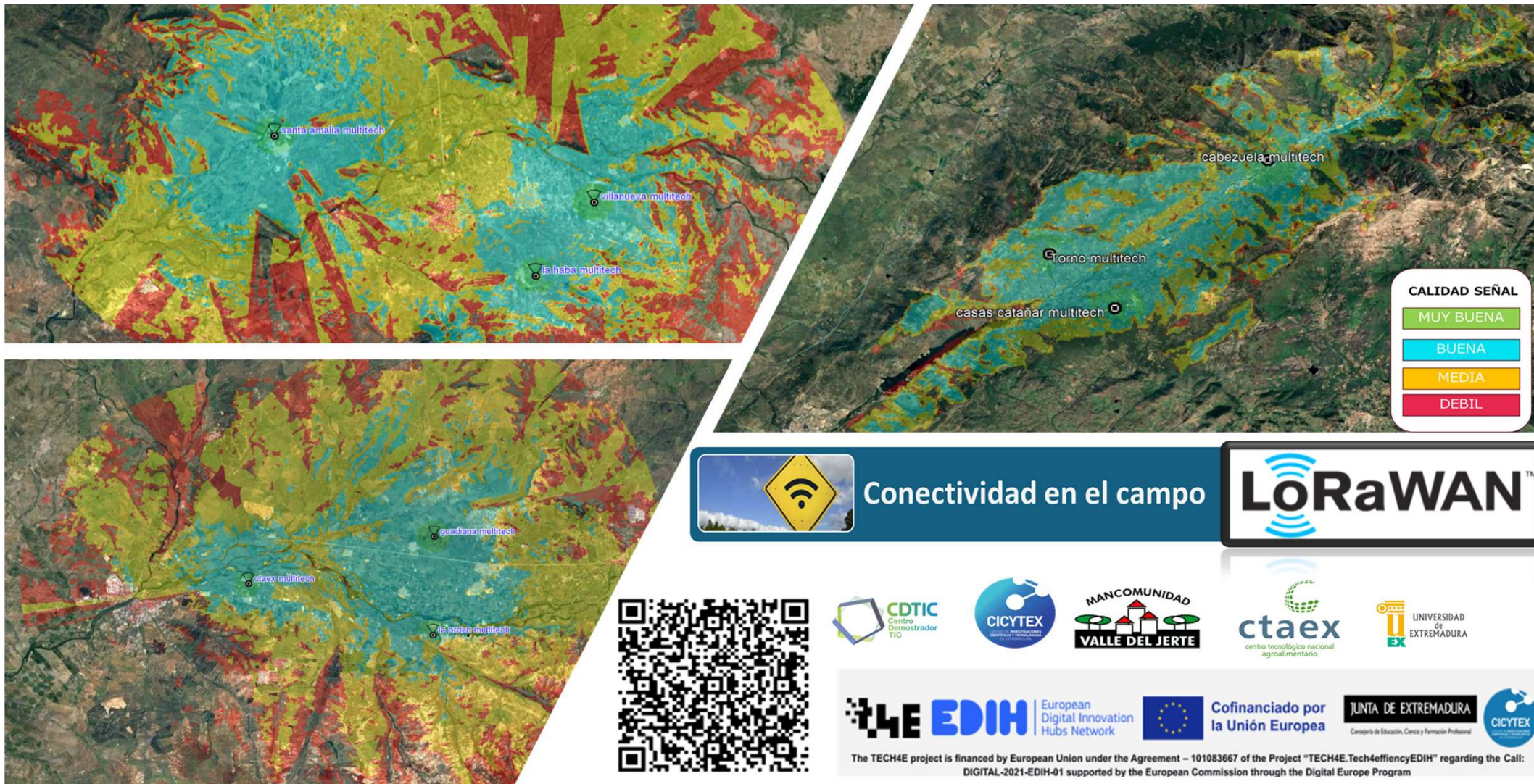




**Interreg**  Comunidade por la Unión Europea  
Comunidade por la Unión Europea  
España - Portugal

 **TID4AGRO**

## Sistema de comunicación LoRaWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas





## Tecnologías de bajo coste

### SENSORES DE SUELO



**Sensor 7 en 1**



**Sensor humedad suelo**



**Sensor pH**



Interreg  
España - Portugal



Cooperación por la Unión Europea  
Cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional

TID4AGRO

Sistema de comunicación LoraWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas



## PARÁMETROS AMBIENTALES



**Sensor temperatura**



**Sensor temperatura y humedad**



**Sensor gases**



**Estación meteorológica**



**Sensor humectación hoja**



**Sensor temperatura y humedad**



Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Construyendo para  
Europa

TID4AGRO

Sistema de comunicación LoRaWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas



## OTRO TIPO DE SENSORES



**Sensor de presión**



**Sensor H(%), T<sup>a</sup> y luminosidad**



**Contador de agua**



**Sensor volumen de líquidos**



**Sensor puertas**



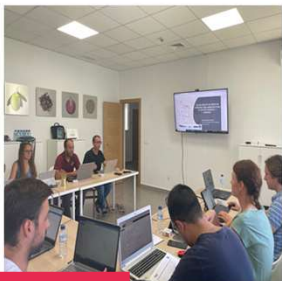
**Programador de riego**



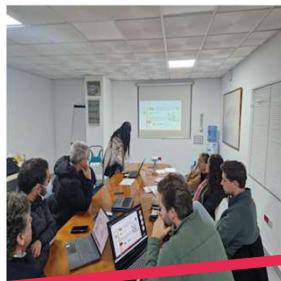
## Formación específica de tecnología

Desde la web de [EstrategiaAGRO](https://estrategiaagros.es/) (<https://estrategiaagros.es/>)

### FORMACIÓN



CURSOS



ASISTENCIAS TÉCNICAS



TALLERES



TALLER BÁSICO DE REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS PARA EL SECTOR FORESTAL Y AGRARIO



TALLER INTERMEDIO REDES DE SENSORES, MANEJO AUTOMÁTICO DE DATOS CON APPS SCRIPT



TALLER DE INICIACIÓN A APPS SCRIPT PARA GOOGLE SHEETS



TALLER DE FORMULARIOS DE CAMPO CON QFIELD PARA QFIELD



OTROS RECURSOS DE INTERÉS



TALLER DISPOSITIVOS GNSS-RTK





## Colaboración entre organizaciones, empresas y administraciones públicas

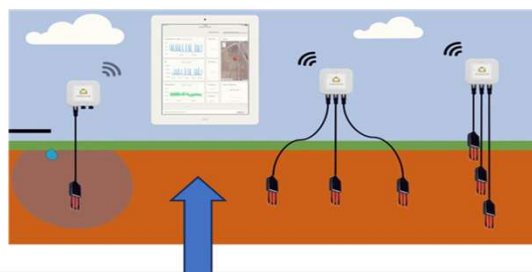
TAREA 4.1. Monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas y forestales para aumentar el rendimiento de los cultivos y sus producciones



FINCA LA ORDEN





ELVAS EVORA



Producción, datos climáticos, estado hídrico, respuesta fenológica, mapear el área productiva, monitorización del estado fitosanitario y aplicación de fitofármacos y datos sensores





Email

Password

[Forgot Password?](#)

[LOGIN](#)

TID4AGRO Digital Twin

Home Features Dashboard Categories Notifications Settings

Digital Twin / Dashboard

Monitoring markers Monitoring plots Monitoring points of interest

LHT55N-06

Feature name: LHT55N-06  
Last seen: 10:49:05 - 08/10/2025

Device name: LHT55N-06  
Device EUI: a84047491880263

Device profile: Dragino-LHT55N  
Battery: 70.47244%

[Calendar](#) [Filter](#) [Find device](#) [Export CSV](#)

Hum SHT Temp DS Temp SHT

Finca-LaOrden Light mode

Export features Import features Carlos Log out



TID4AGRO Digital Twin

Home Features Dashboard Categories Notifications Settings

Search feature...

- Base (limpio)
- Base (suciedad)
- Satellite view
- Topographic
- Labels and texts
- Cadastre (Spain)
- Cadastre full (Spain)
- Elevations (Spain)
- SIOFAC (Spain)
- Plots
- Points of interest
- Markers

Finca-LaOrden Light mode

TID4AGRO Digital Twin

Home Features Dashboard Categories Notifications Settings

Feature name: Plot0001  
No. of markers: 10  
Reference: 050726003000019  
Type: Unidentified  
Area: 155648.32m<sup>2</sup>

[Calendar](#) [Export CSV](#)

Markers of Plot0001

Name	EUI	Category	Status	Dashboard	Filters
L15E01-02	a8404646769493	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-03	a840464650174649	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-27	a84046467692c3a	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-28	a840464650182c3b	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-29	a84046467692c3c	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-30	a84046468882c3d	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-32	a84046468882c3f	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-33	a840464633882c40	Dragino-L15E01	Enabled		
L15E01-34	a84046468882c41	Dragino-L15E01	Enabled		

Finca-LaOrden Light mode

Plot0001



Interreg  
España - Portugal



## Gracias por su atención

Carlos Campillo Torres

Maria Paniagua Carranza

Área de agronomía de cultivos leñosos y hortícolas. CICYTEX Finca La Orden

carlos.campillo@juntaex.es

Tlf. +34 924 01 4 047

<https://cicytex.juntaex.es>

<https://estrategiaagros.es/>

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)



Interreg



Cofinanciado por la Unión Europea  
Cofinanciado pela União Europeia

España - Portugal



**SISTEMAS DIGITALES PARA LA OBTENCIÓN DE PARÁMETROS NECESARIOS PARA EL CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS**

María Paniagua Carranza

Don Benito, 29 de enero de 202





## INTRODUCCIÓN

### ¿QUÉ ES EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV)?

Técnica que permite evaluar los **impactos ambientales** asociados a un producto, proceso o servicio, a lo largo de su ciclo de vida completo. Considera todas las etapas, desde la extracción de materias primas hasta la disposición final, incluyendo fabricación, distribución, uso y fin de vida.

**14040**

Principios y  
marco de referencia

**14044**

Requisitos y directrices

### ETAPAS DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y EL ALCANCE



ANÁLISIS DEL INVENTARIO



EVALUACIÓN DE IMPACTOS



INTERPRETACIÓN





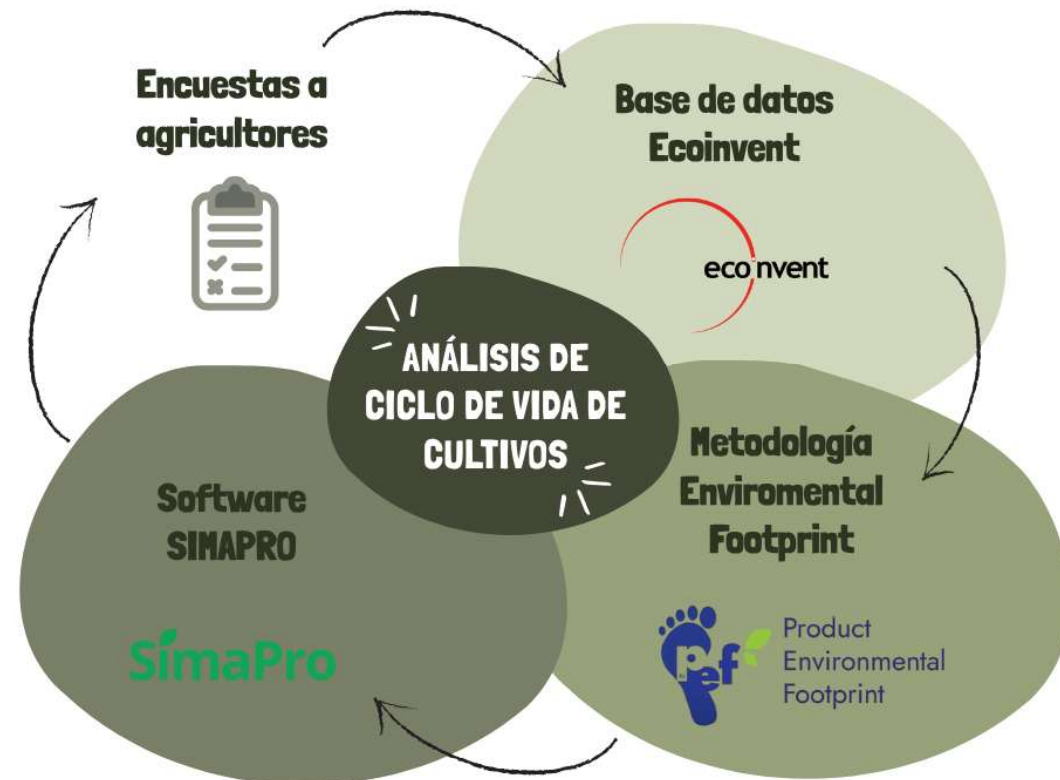
## OBJETIVOS

**1**  
**Determinar el**  
Análisis de Ciclo de Vida de los cultivos de interés en Extremadura.

**2**  
**Evaluar las**  
categorías de impacto con mayor peso en el Análisis de Ciclo de Vida.

**3**  
**Establecer**  
**recomendaciones**  
para reducir los impactos generados por la producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
la Unión Europea

TID4AGRO

## CÁLCULO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN CULTIVOS DE INTERÉS DE EXTREMADURA



# RESULTADOS

### USO DE RECURSOS FÓSILES

Fertilizantes

Sistema de riego

Manejo del cultivo

\*RADIACIÓN IONIZANTE

### EUTROFIZACIÓN DEL AGUA DULCE

Fertilizantes

Sistema de riego

Manejo del cultivo

### ECOTOXICIDAD DEL AGUA DULCE

Fitosanitarios

Fertilizantes

### HUELLA DE CARBONO

Fertilizantes

Manejo del cultivo

Sistema de riego

# SENSORIZACIÓN

- Red de comunicación LoRaWAN -

### CONTROL DE LA FERTILIZACIÓN



### CONTROL DEL AGUA DE RIEGO



### DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE LABOR





Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO

## CÁLCULO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN CULTIVOS DE INTERÉS DE EXTREMADURA



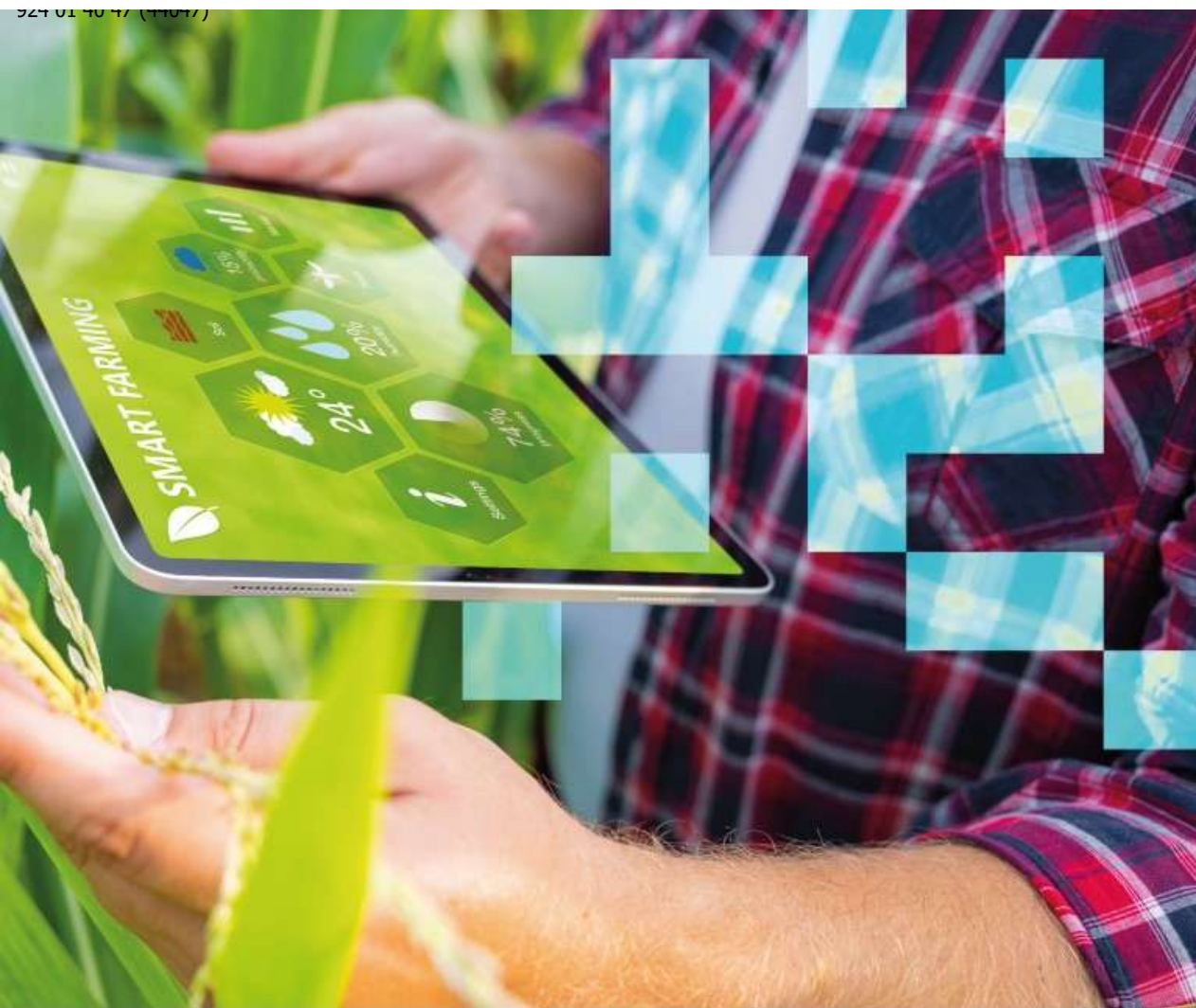
### CONCLUSIONES

- El uso de **fertilizantes químicos** supone la mayor contaminación en **la mayoría de las categorías evaluadas**.
- El **diésel** empleado para la realización de labores o para los grupos de bombeo supone a su vez un gran impacto en categorías de interés como son la **'Huella de Carbono'** o el **'Uso de recursos fósiles'**.
- El mayor impacto de los **'Pesticidas'** se refleja en las categorías **'Ecotoxicidad del agua dulce'**.

### RECURSOS

ESTRATEGIA  
AGROS





Interreg  
España – Portugal



Gracias por su atención

María Paniagua Carranza  
Ingeniera Agrónoma  
Área de Agronomía de Cultivos Leñosos y Hortícolas  
Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de  
Extremadura (CICYTEX)

[maria.paniaguac@juntaex.es](mailto:maria.paniaguac@juntaex.es)

Tlf. +34 924 01 40 92

[www.cicytex.com](http://www.cicytex.com)

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal

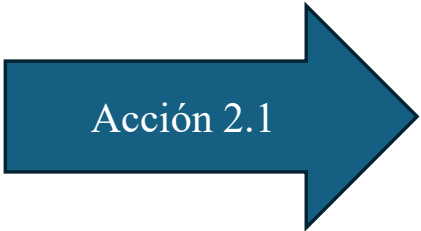


## Tecnología NIRS aplicada al control de calidad y trazabilidad en el sector agroalimentario

Dr. David Tejerina Barrado

Don Benito, 29 de enero de 202



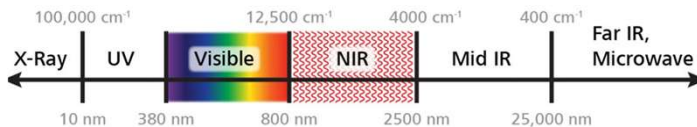


# Monitorización mediante sensores NIRS de procesos y productos agroalimentarios y forestales para su optimización, control de la calidad y trazabilidad



- No destructiva
- No genera residuos (Tecnología limpia)
- Multiparámetro y multiproducto
- Rapidez de análisis

## Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

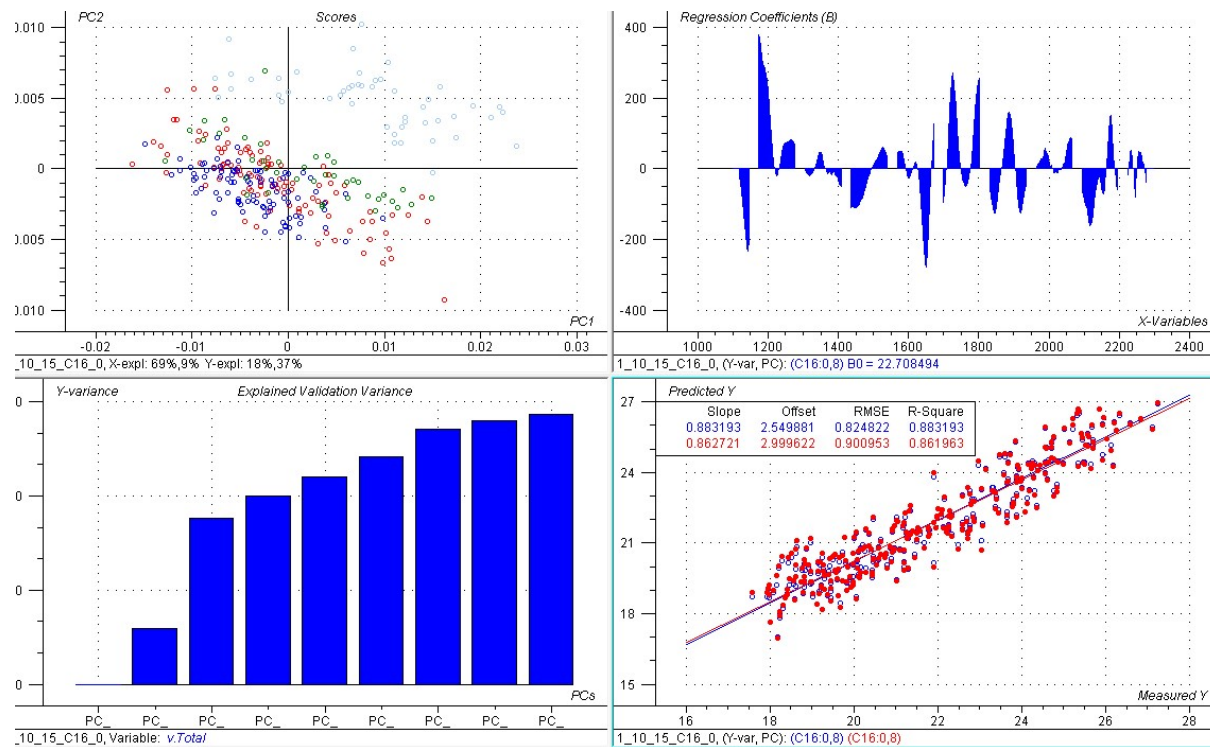


- CUANTITATIVO:**
- Composición nutritiva: Proteínas, humedad, Grasa, fibra,...
  - Antioxidantes, ácidos grasos,...

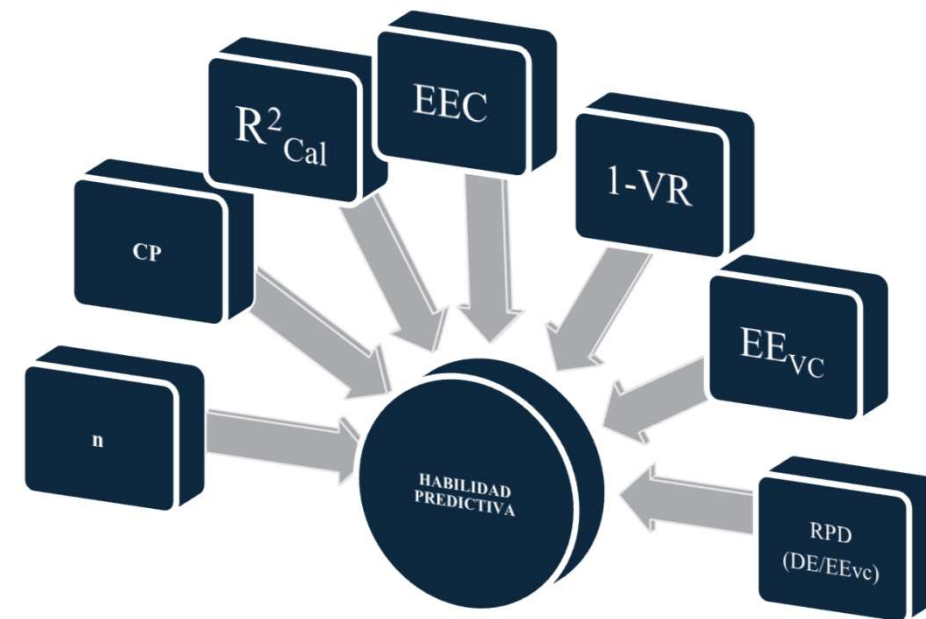
- CUALITATIVO:**
- Clasificación de productos
  - Categorías comerciales
  - Detección de fraudes

# MODELOS DE PREDICCIÓN

## Ecuación de Predicción



## Indicadores



## MODELOS CUALITATIVOS:

- Sensibilidad (SE)
- Especificidad (SP)
- Precisión

# SECTOR HORTOFRUTÍCOLA

## Producto

## Parámetro

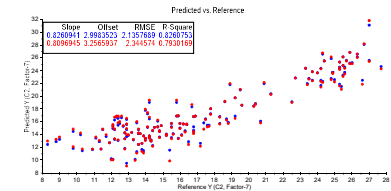
## Modelo Predictivo NIRS

## Valor predicho vs real



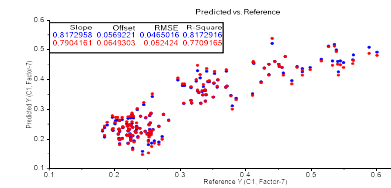
° Brix

R2=0.8  
EEV= 2.3



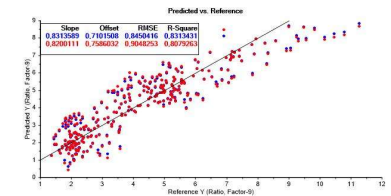
Acidez

R2=0.78  
EEV= 0.05



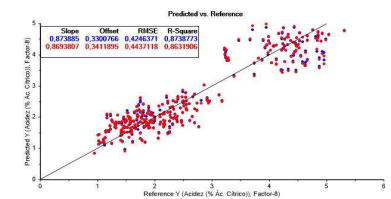
Índice de madurez  
(SST/Acidez)

R2=0.81  
EEV= 0.9



Acidez

R2=0.86  
EEV= 0.44



# SECTOR HORTOFRUTÍCOLA

## Producto

## Parámetro

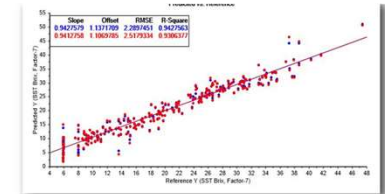
## Modelo Predictivo NIRS

## Valor predicho vs real



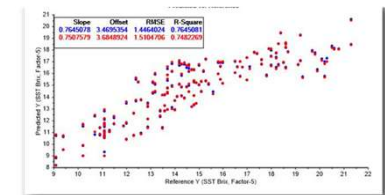
° Brix

R2=0.93  
EEV= 2.51



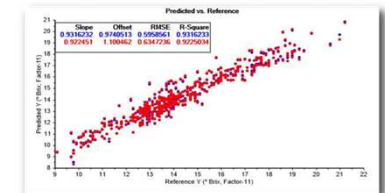
° Brix

R2=0.75  
EEV= 1.51



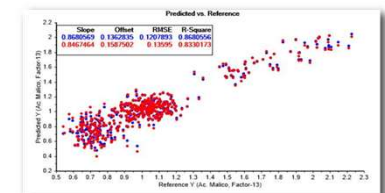
° Brix

R2=0.92  
EEV= 0.63



Ác. Málico

R2=0.83  
EEV= 1.14



# SECTOR HORTOFRUTÍCOLA

## Producto



## Parámetro

**% Grasa**

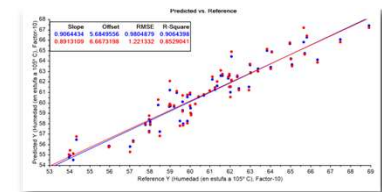
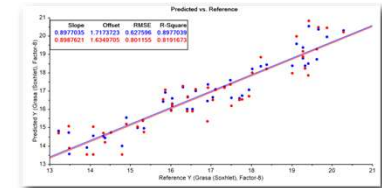
**% Humedad**

## Modelo Predictivo NIRS

**R<sup>2</sup>=0.82  
EEV= 0.8**

**R<sup>2</sup>=0.85  
EEV= 1.22**

## Valor predicho vs real

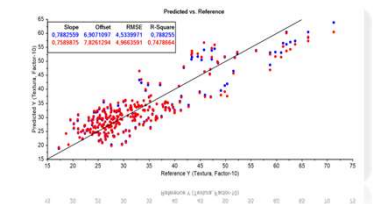
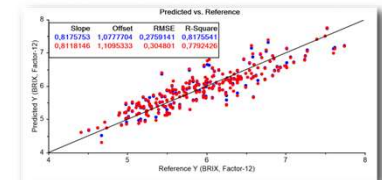


**° Brix**

**Firmeza**

**R<sup>2</sup>=0.78  
EEV= 0.3**

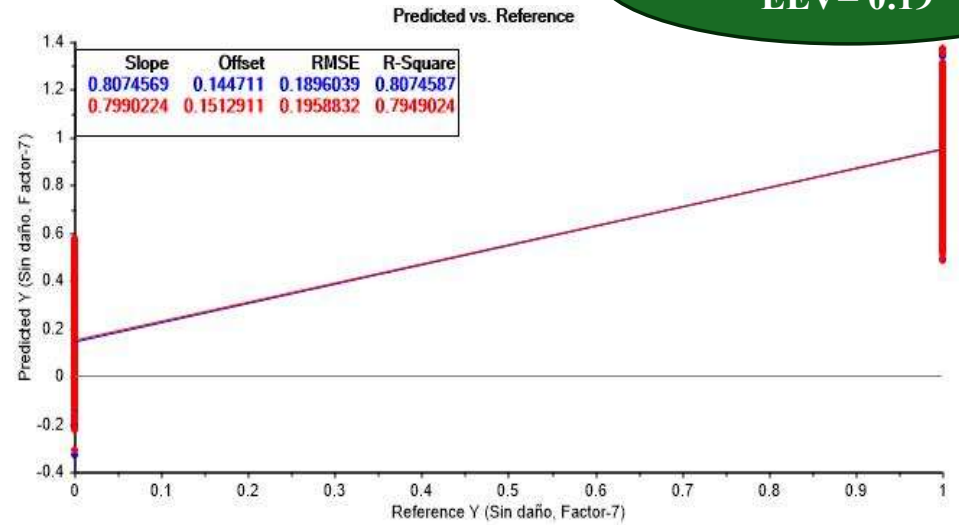
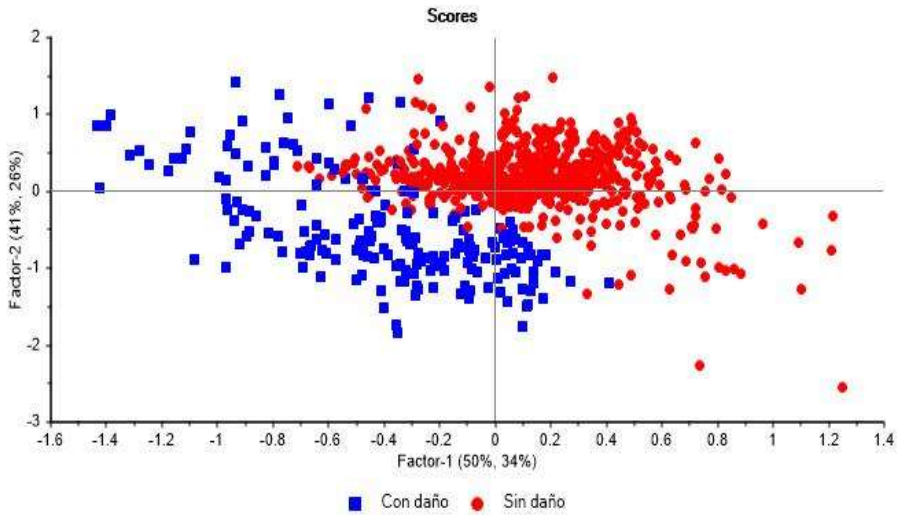
**R<sup>2</sup>=0.75  
EEV= 4.96**



# SECTOR HORTOFRUTÍCOLA

## MODELOS DISCRIMINANTES

Detección de daños internos



## Conclusión

---

**La tecnología NIRS ha demostrado ser una herramienta potencial para el control de calidad en los productos agroalimentarios. Esto permite obtener información de interés a tiempo real, in situ, agilizando la toma de decisiones.**



Interreg  
España – Portugal



Gracias por su atención

David Tejerina Barrado  
Área de Calidad de Carnes  
CICYTEX



david.tejerina@juntaex.es

Tlf. 924 014 088

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)



Interreg



Cofinanciado por la Unión Europea  
Cofinanciado pela União Europeia

España - Portugal



**JORNADA  
SOLUCIONES DIGITALES PARA  
EL SECTOR AGROINDUSTRIAL:  
EL PROYECTO  
TRANSFRONTERIZO  
TID4AGRO**



Jueves, 29 de  
enero de 2026



Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



**Herminio Íñiguez Sánchez**

**Presidente de la Asociación de Agricultores y  
Ganaderos (Agrypa)**



# JORNADA SOLUCIONES DIGITALES PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL: EL PROYECTO TRANSFRONTERIZO TID4AGRO

Jueves, 29 de  
enero de 2026

Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



## Programa

Jornada Soluciones digitales para el sector agroindustrial: el proyecto

transfronterizo TID4AGRO Jueves, 29 de enero de 2026 Auditorio Principal de FEVAL, Paseo de FEVAL, S/N, 06400 Don Benito (Badajoz)

**11:15 h** Recepción de asistentes

**11:30 h**

**BLOQUE DE CAMPO (45' aprox)**  
Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)

1. Carlos Campillo Torres (CICYTEX)- **Sistema de comunicación LORAWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas** (10')
2. María Paniagua Carranza (CICYTEX)- **Sistemas digitales para la obtención de parámetros necesarios para el cálculo del análisis del ciclo de vida de los productos agrícolas** (10')
3. David Tejerina Barrado (CICYTEX)- **Tecnología NIRS aplicada al control de calidad y trazabilidad en el sector agroalimentario** (10')
4. **Herminio Íñiguez Sánchez**, presidente de la Asociación de Agricultores y Ganaderos (Agrypa) (15')

**12:15 h**

**BLOQUE DE INDUSTRIA (45' aprox)**  
Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)

1. Esperanza Valdés Sánchez (CICYTEX) - **Implementación de sistemas de digitalización para el control de procesos en producción y crianza de vinos** (10')
2. Daniel Cortés Montana (CICYTEX) - **Implementación de un sistema de digitalización para el control de procesos en una almazara** (10')
3. Manuel Serradilla Sánchez (CICYTEX)- **Calidad postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO2 y COVs para el control en cámaras frigoríficas** (10')
4. **Fabian Gordillo Lemus**, gerente de la Soc. Coop. Virgen de la Estrella (15')

El proyecto 0100\_TID4AGRO\_4\_E está cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A-España-Portugal (POCTEP) 2021-2027





## Talleres prácticos en AGROEXPO: Nuevas tecnologías aplicadas al campo, TID4AGRO



29/01/2026



Stand Consejería de  
Agricultura, Ganadería y  
Desarrollo Sostenible  
(Stand 327)

**16:30 - 18:00 h**

1. Alberto Ortiz Llerena (CICYTEX) - **"Taller demostrativo de prototipo NIR portátil: digitalización del control de calidad y trazabilidad agroalimentaria"**
2. Pablo Alonso Portillo y Pedro J. Clemente Martín (UEX) - **"Visualización de sensores con tecnología LORAWAN en plataforma TID4AGRO"**
3. Carlos M. Campillo Torres (CICYTEX) - **"Sensores de humedad de suelo para el control del riego en parcelas agrícolas"**

# JORNADA SOLUCIONES DIGITALES PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL: EL PROYECTO TRANSFRONTERIZO TID4AGRO

Jueves, 29 de  
enero de 2026

Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



Inscríbete  
haciendo  
click aquí



## Programa

Jornada Soluciones digitales para el sector agroindustrial: el proyecto

transfronterizo TID4AGRO Jueves, 29 de enero de 2026 Auditorio Principal de FEVAL, Paseo de FEVAL, S/N, 06400 Don Benito (Badajoz)

**11:15 h** Recepción de asistentes

**11:30 h**

**BLOQUE DE CAMPO (45' aprox)**  
**Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)**

1. *Carlos Campillo Torres (CICYTEX)- Sistema de comunicación LORAWAN como ayuda a la monitorización, sensorización y digitalización de explotaciones agrícolas (10')*
2. *María Paniagua Carranza (CICYTEX)- Sistemas digitales para la obtención de parámetros necesarios para el cálculo del análisis del ciclo de vida de los productos agrícolas (10')*
3. *David Tejerina Barrado (CICYTEX)- Tecnología NIRS aplicada al control de calidad y trazabilidad en el sector agroalimentario (10')*
4. *Herminio Íñiguez Sánchez, presidente de la Asociación de Agricultores y Ganaderos (Agrypa) (15')*

**12:15 h**

**BLOQUE DE INDUSTRIA (45' aprox)**  
**Moderadora: María José Trinidad Lozano (CICYTEX)**

1. *Esperanza Valdés Sánchez (CICYTEX) - Implementación de sistemas de digitalización para el control de procesos en producción y crianza de vinos (10')*
2. *Daniel Cortés Montana (CICYTEX) - Implementación de un sistema de digitalización para el control de procesos en una almazara (10')*
3. *Manuel Serradilla Sánchez (CICYTEX)- Calidad postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO2 y COVs para el control en cámaras frigoríficas (10')*
4. *Fabian Gordillo Lemus, gerente de la Soc. Coop. Virgen de la Estrella (15')*

El proyecto 0100\_TID4AGRO\_4\_E está cofinanciado por la Unión Europea a través del Programa Interreg VI-A-España-Portugal (POCTEP) 2021-2027



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



## Implementación de sistemas de digitalización para el control de procesos en producción y crianza de vinos

**Dra. Esperanza Valdés Sánchez**

Don Benito, 29 de enero de 202



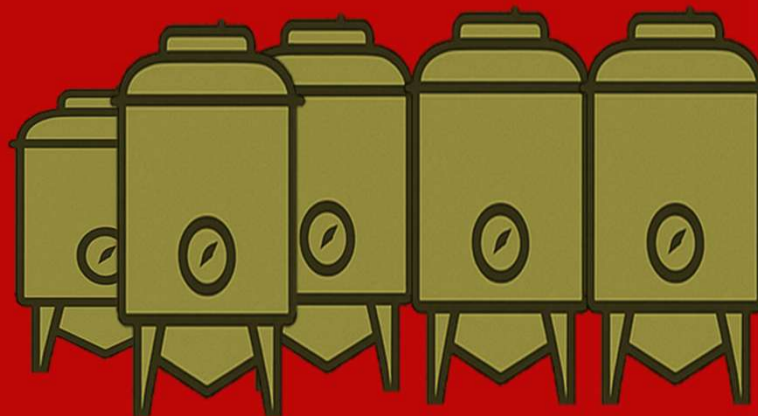


## Viñedo



Drones  
Sensores IOT

## Elaboración y Crianza



## Distribución y Gestión empresarial





**Tecnologías Avanzadas, Innovadoras y Digitales para el sector agroalimentario de la EUROACE- TID4AGRO**



## Conocimiento de la realidad digital



## Desarrollo de tecnologías facilitadoras clave para la industria vitiv Sensores PDP



# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA



**SANTA MARTA VIRGEN**  
S.C.



**DE LA ESTRELLA**  
COOPERATIVA



**Conocimiento de la realidad digital**



**Encina Blanca**  
De Alburquerque



Identificar **las necesidades** y el estado del sector enológico de la zona



Reuniones, visitas a bodegas, encuestas (digitales y presenciales)



Interreg



Cooperación por la Unión Europea  
Cooperación para  
Chica Europa

España - Portugal

TID4AGRO

# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Estado actual





Interreg



Cooperación por la Unión Europea  
Cooperazione pela União Europeia

España - Portugal

TID4AGRO

# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Estado actual





Interreg



Cooperación por la Unión Europea  
Cooperación por la Unión Europea

España - Portugal



# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Estado actual





Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO

## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Del cuidado tradicional a la era de los datos



### **PROBLEMAS**

- ✓ Temperaturas y humedades
- ✓ Riesgo de desviaciones en fermentación
- ✓ Decisiones basadas en intuición y experiencia previas, no en datos
- ✓ Pérdidas de calidad, tiempo y energía
- ✓ Falta de trazabilidad completa

### **SIN DATOS/ CONTROL MANUAL**

- ✓ Datos puntuales, discontinuos
- ✓ Captan picos NO tendencias

### **RESPUESTAS**

- ✓ Decisiones reactivas, a veces a ciegas e incluso cuando el problema ya NO existe
- ✓ Pérdida de CALIDAD y TRAZABILIDAD



Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO

## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Del cuidado tradicional a la era de los datos



### PROBLEMAS

- ✓ Temperaturas y humedades
- ✓ Riesgo de desviaciones en fermentación
- ✓ Decisiones basadas en intuición y experiencia previas, no en datos
- ✓ Pérdidas de calidad, tiempo y energía
- ✓ Falta de trazabilidad completa

### SIN DATOS/ CONTROL MANUAL

- ✓ Datos puntuales, discontinuos
- ✓ Captan picos NO tendencias

### RESPUESTAS

- ✓ Decisiones reactivas, a veces a ciegas e incluso cuando el problema ya NO existe
- ✓ Pérdida de CALIDAD y TRAZABILIDAD

### SOLUCION: SENSÓRICA Y DIGITALIZACIÓN

SENSORES: DATOS TIEMPO REAL.

DATOS: DECISIONES INFORMADAS

DECISIONES: MENOS RIESGO, MEJOR VINO

### CON DATOS

AVISOS ANTES DEL PROBLEMA

TRAZABILIDAD CONTINUA

MÁS TRANQUILIDAD





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Conexión para  
la Europa



## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Del cuidado tradicional a la era de los datos



### Que NO hace un sensor

- ✓ Tomar decisiones
- ✓ Sustituir al enólogo
- ✓ Cambiar la forma de hacer el vino

### Que SÍ hace un sensor

- ✓ Monitorizar en tiempo real
- ✓ Medir y avisar de inmediato
- ✓ Aumentar y Asegurar el control





**Interreg**  
España - Portugal



**TID4AGRO**

**DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA.**  
**Sensores**



# Temperatura

**Cinética de fermentación**

**Desarrollo aromático**

**Riesgo de paradas**

**Consumo energético**



Interreg  
España - Portugal



Comunidad Europea  
Cooperación para el Desarrollo Sostenible

TID4AGRO

## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Sensores



### Temperatura

- Cinética de fermentación
- Desarrollo aromático
- Riesgo de paradas
- Consumo energético

### Potencial Redox

- Estado oxidativo-reductor del mosto/vino
- Riego de oxidación.
- Actividad microbiana
- El redox avisa antes que el olfato!!!



### Monitorización

- Fermentación alcohólica
- Fermentación maloláctica
- Crianza





Interreg  
España - Portugal



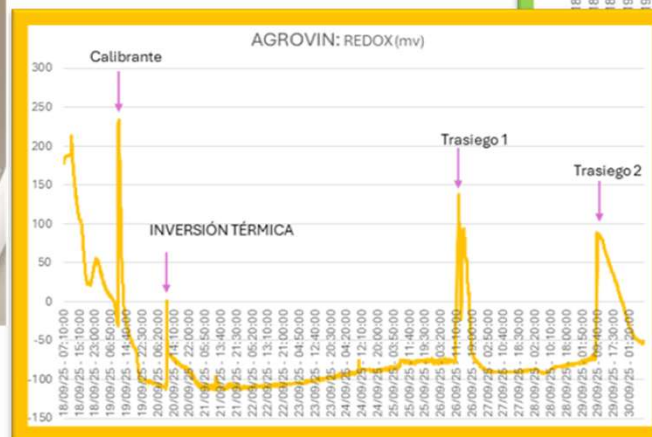
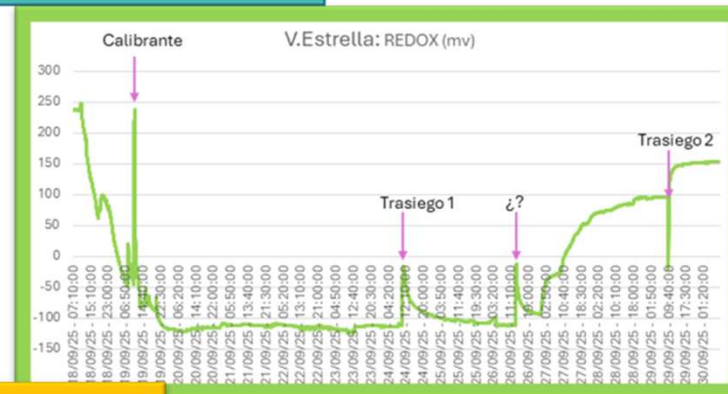
Co-financiada por  
la Unión Europea  
Conexión para  
Crecimiento

TID4AGRO

# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Sensores

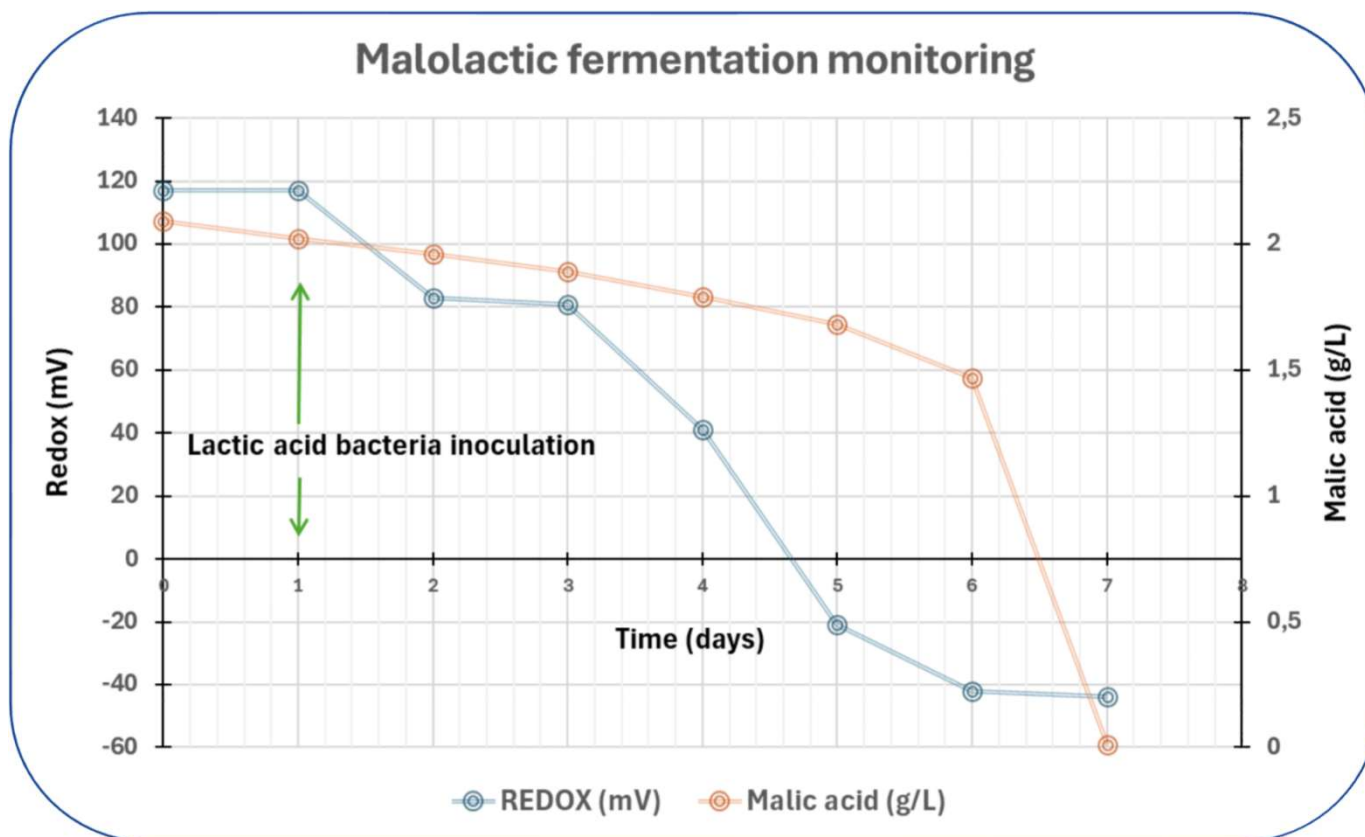


## Potencial redox en elaboración Monitorización fermentación alcohólica. Ensayo planta piloto





## Potencial redox en elaboración. Monitorización fermentación maloláctica





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Conexión para  
España y Portugal



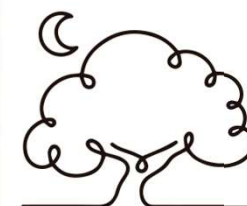
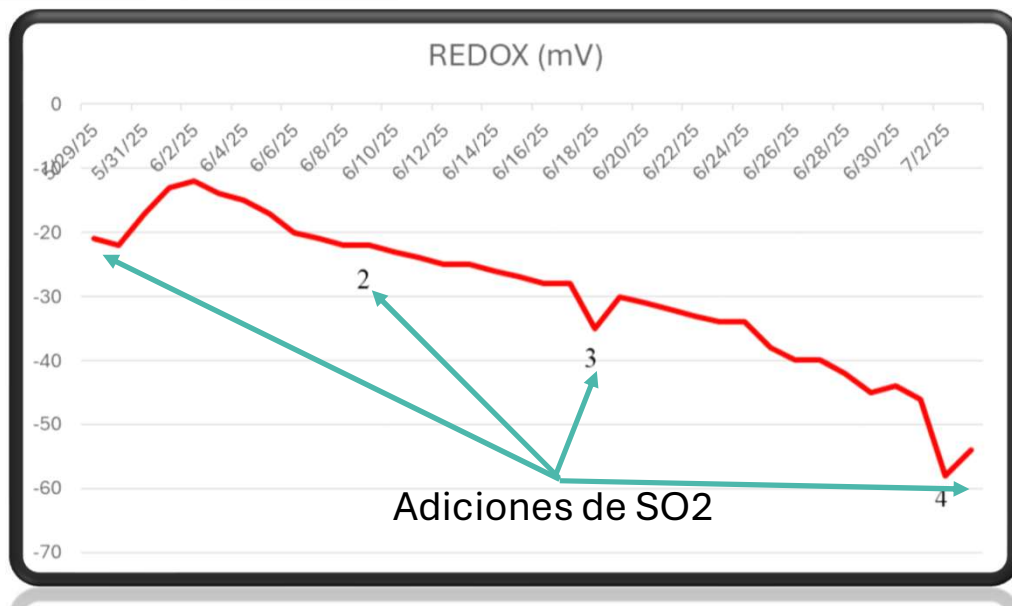
## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA. Sensores



### Potencial redox en crianza. Ensayo en bodega industrial



Galaxy A32



Encina Blanca  
De Albuquerque

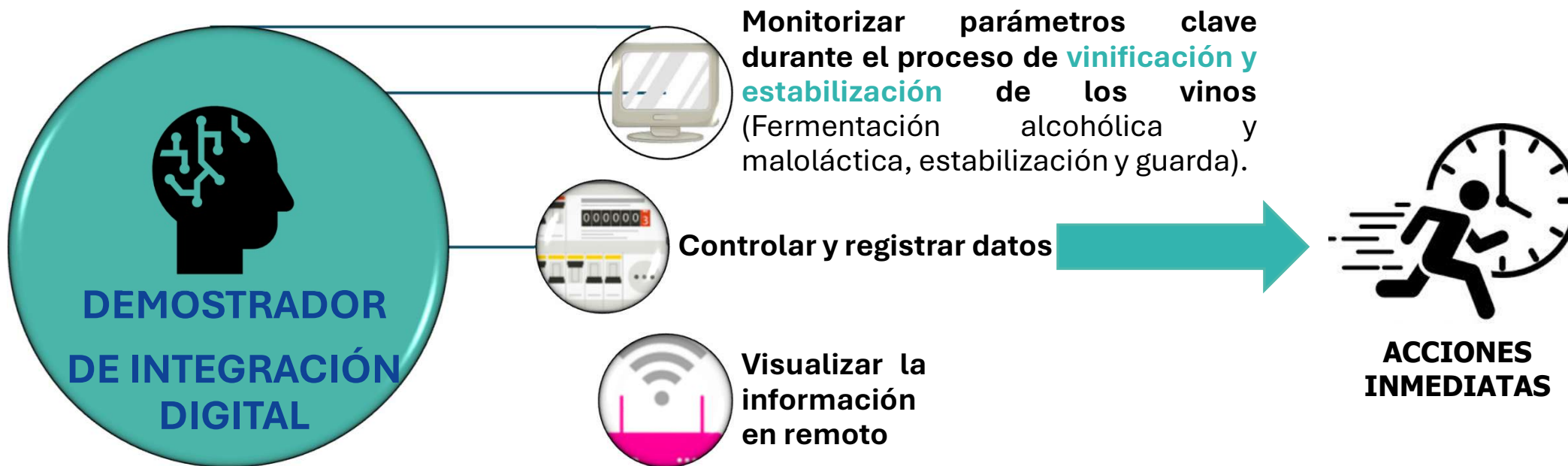


Monitorización del potencial redox de vinos durante el proceso de crianza en barricas

- Vinos blancos
- Vinos tintos



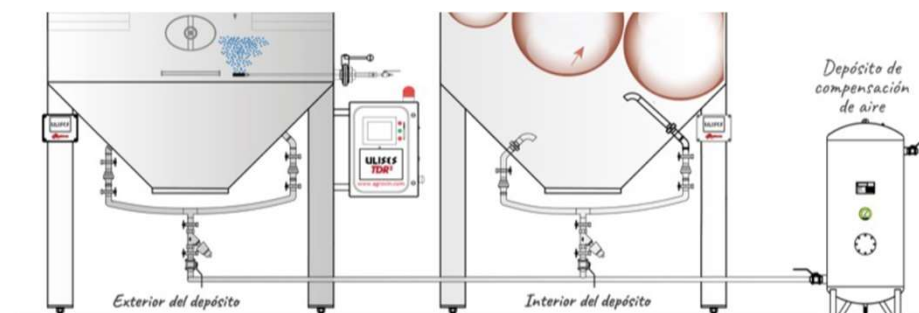
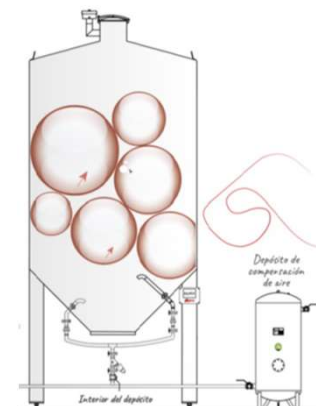
Instalación de un demostrador de integración digital PDP (Physical-to-Digital-to-Physical) en una bodega.





### Demostrador digital PDP (Physical-to-Digital-to-Physical)

- Sistema **Tank Control**: Seguimiento detallado del proceso de fermentación a través de sondas.
- Sistema **DOSi OUT**: Medición potencial redox
- Sistema **ULISES TDR2**: Remontados automáticos de la vendimia mediante inyección dual de gas a presión.



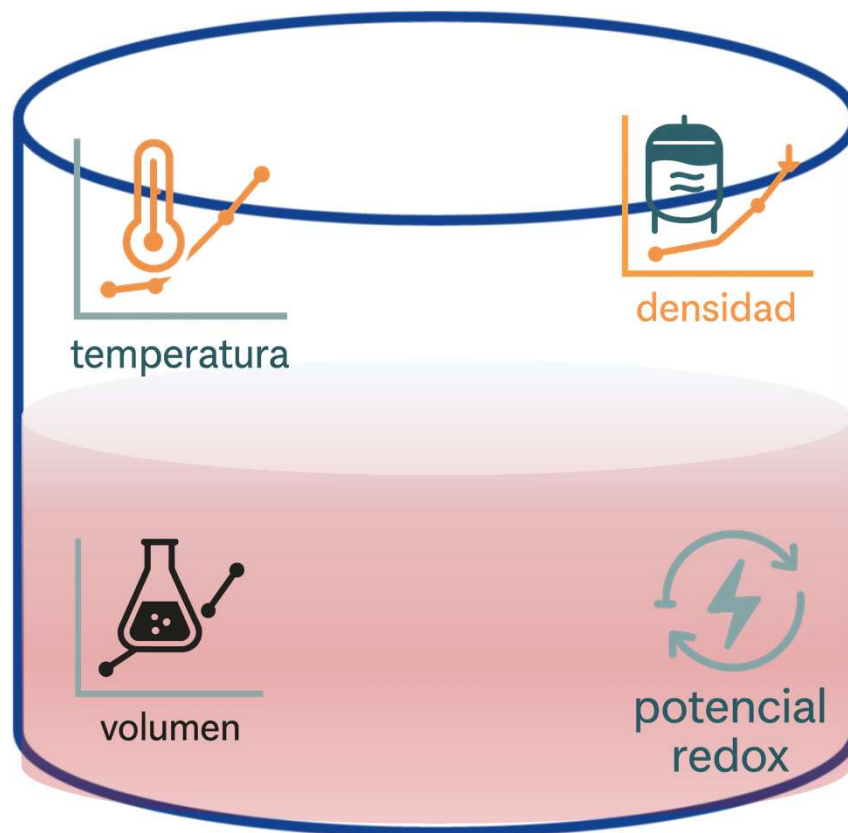


Interreg  
España - Portugal



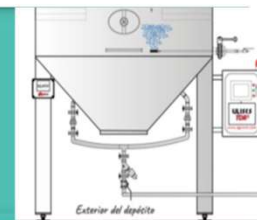
TID4AGRO

## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA Demostrador PDP



$O_2$   
aplicación  
de oxígeno

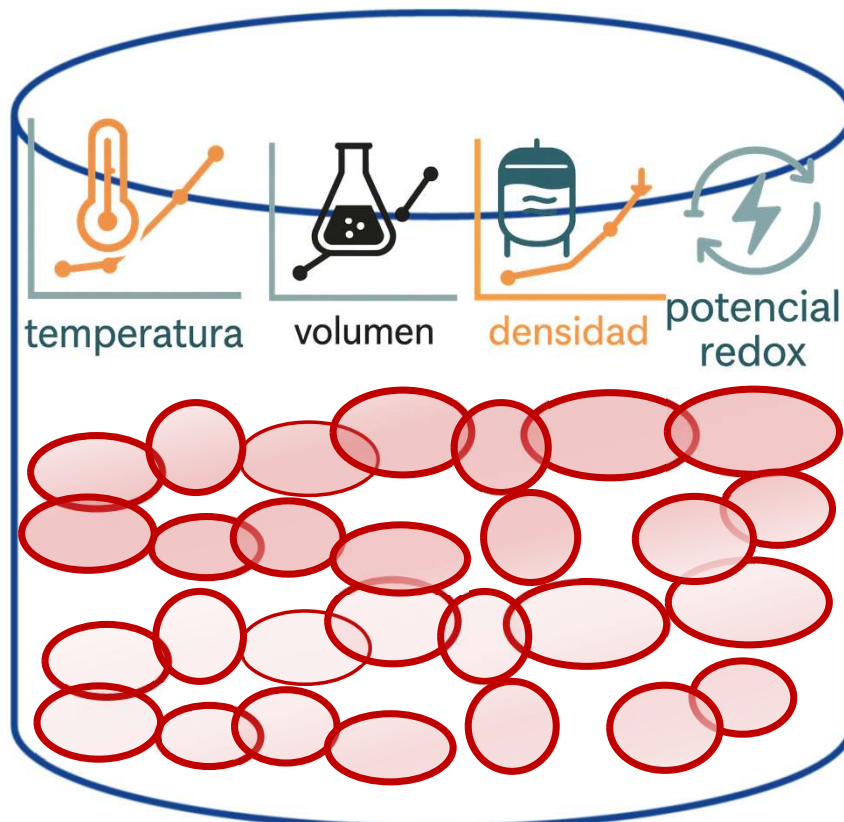
# Sistema TANK CONTROL+DOSI OUT



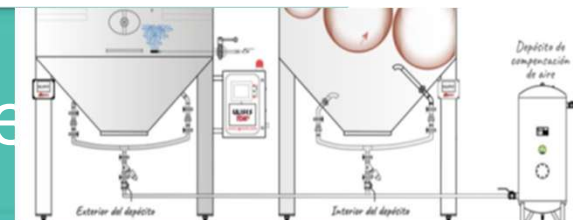


# DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA

## Demostrador PDP



Sistema TANK CONTROL+DOSI OUT+ Ulise





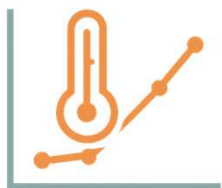
Interreg  
España - Portugal



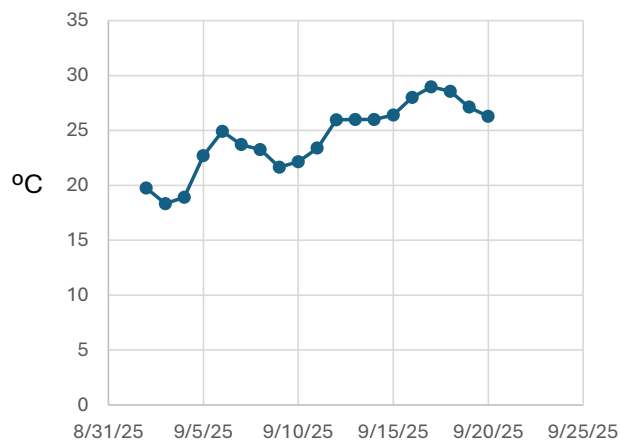
Co-financiado por  
la Unión Europea  
Conexión para  
Europa

TID4AGRO

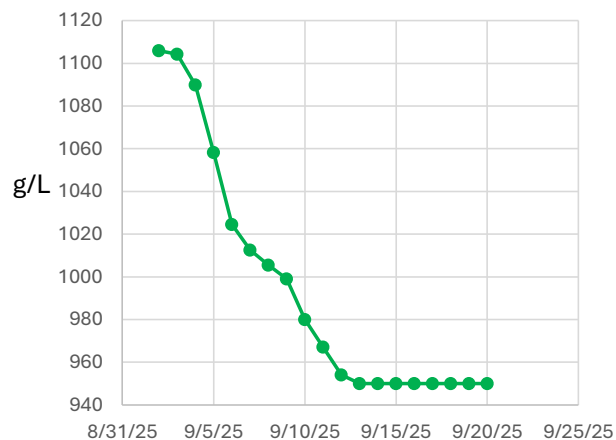
## DIGITALIZACIÓN EN EL SECTOR VITIVINÍCOLA Demostrador PDP



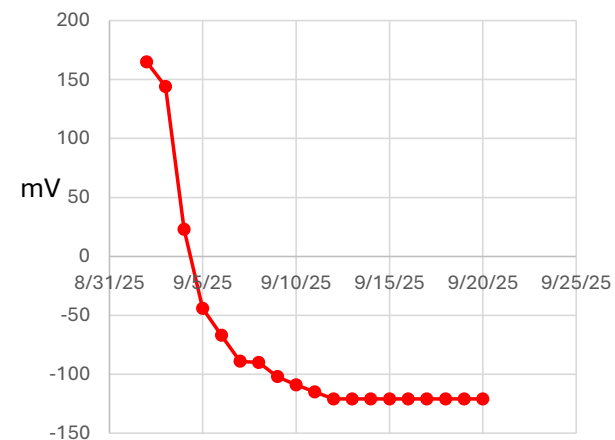
temperatura



densidad



potencial  
redox



Sistema TANK CONTROL+DOSI OUT+ULISES



**Monitorizar** parámetros esenciales en diferentes fases del proceso de la elaboración de vinos.



**Desarrollo** de algoritmos matemáticos que correlacionen las variables monitorizadas



**Identificar** aspectos susceptibles de automatizar y/o controlar para aumentar su productividad y sostenibilidad



**Evaluar** la automatización y control del proceso de vinificación monitorizado describiendo técnicamente las posibles soluciones a implementar, así como sus ventajas.







Tank Control

**ULISES TDR<sup>2</sup>**  
SISTEMA INTEGRAL DE VINIFICACIÓN





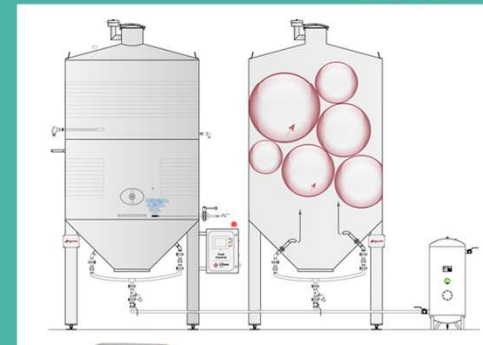
## Del cuidado tradicional a la era de los datos

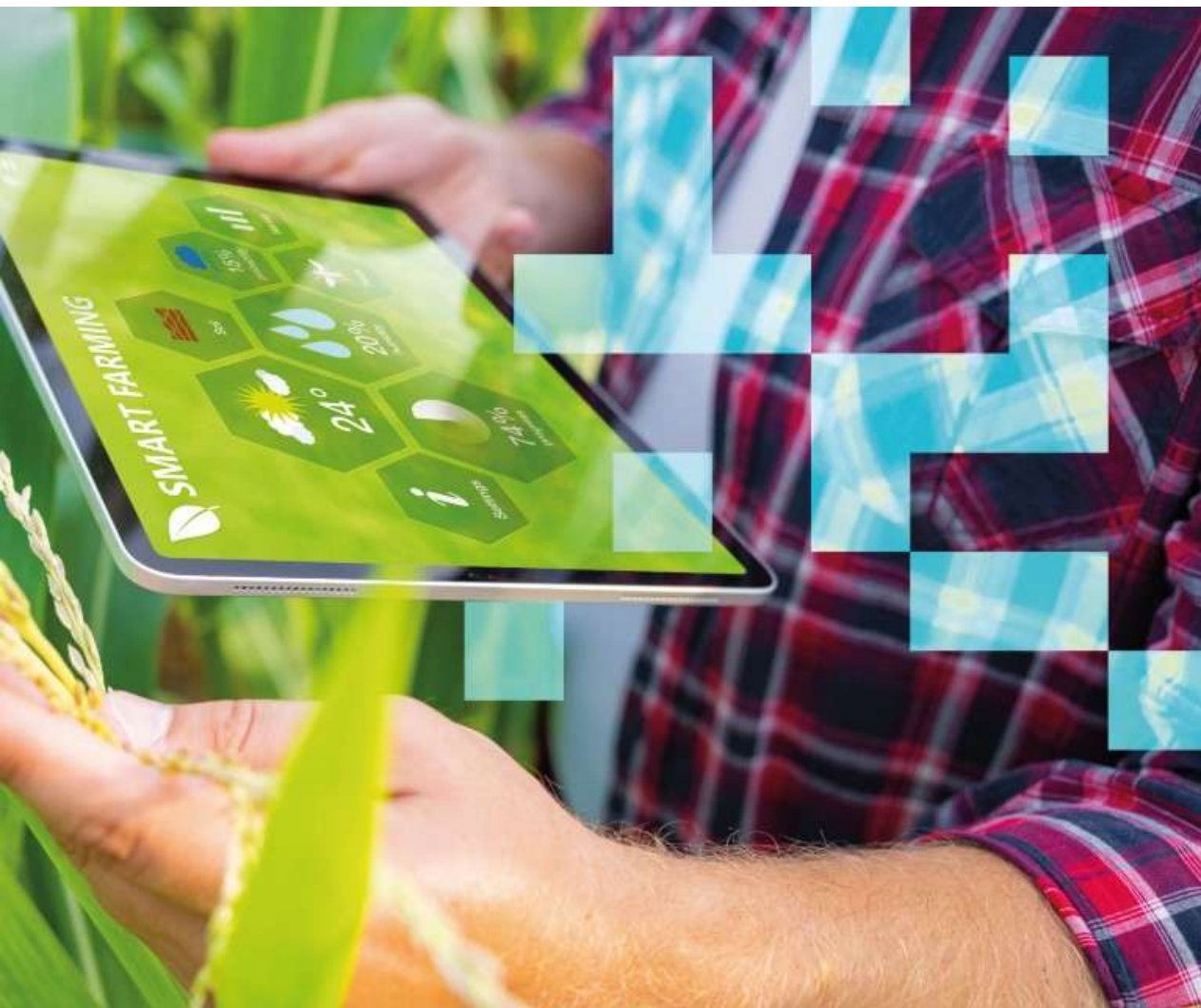
-  **Calidad constante**
-  **Ahorro de tiempo**
-  **Eficiencia energética**
-  **Trazabilidad total**
-  **Alertas y prevención**
-  **Sostenibilidad**



Tank Control

**ULISES TDR<sup>2</sup>**  
AL DE VINIFICACIÓN





Interreg  
España - Portugal



Gracias por su atención

Nombre : M. Esperanza Valdés  
Cargo: Responsable Área  
Departamento: Enología  
ENTIDAD: CICYTEX

[esperanza.valdes@juntaex.es](mailto:esperanza.valdes@juntaex.es)

Tlf. +34 924012671

<https://cicytex.juntaex.es/>

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



## Implementación de un sistema de digitalización para el control de procesos en una almazara

Dr. Daniel Cortés Montaña

Don Benito, 29 de enero de 202



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



**Implementación de un sistema de digitalización para el control de procesos en una almazara**

**2. DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS FACILITADORAS CLAVE PARA LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA Y FORESTAL**

**2.3. Instalaciones demostrativas para la digitalización de procesos productivos a través de la sensórica y modelos digitales**



Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO

## Objetivos



Visitaralmazaras para analizar el nivel de digitalización (euroace)



Seleccionar una almazara como centro demostrador



Estudiar el diseño y la ingeniería de la almazara



Implantar el demostrador de digitalización de procesos



Analizar los resultados



Validar el demostrador



## Almazaras visitadas



PAIS	PROVINCIA	MUNICIPIO
España	Badajoz	Los Santos de Maimona
España	Badajoz	Ribera del Fresno
España	Badajoz	Arroyo de San Serván
España	Badajoz	La Zarza
España	Badajoz	Guareña
España	Badajoz	Almendralejo
Portugal	Portalegre	Portalegre
Portugal	Évora	Portel
Portugal	Évora	Vale Formoso
Portugal	Évora	Reguengos de Monsaraz
Portugal	Beja	Brinches

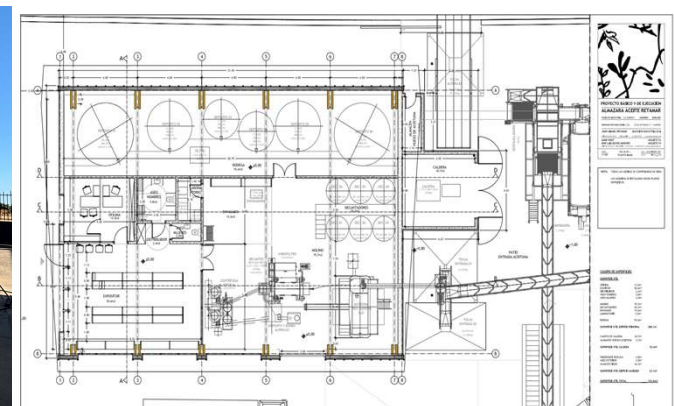
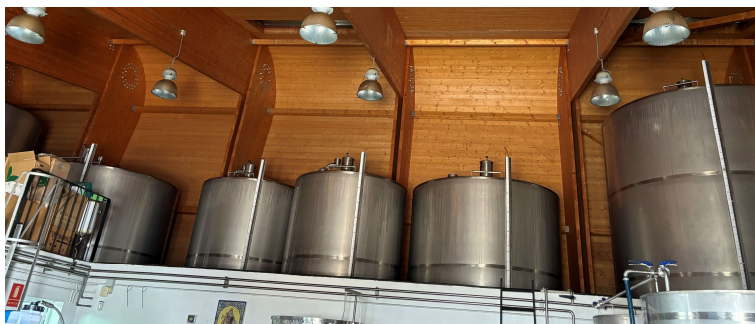


Interreg  
España - Portugal



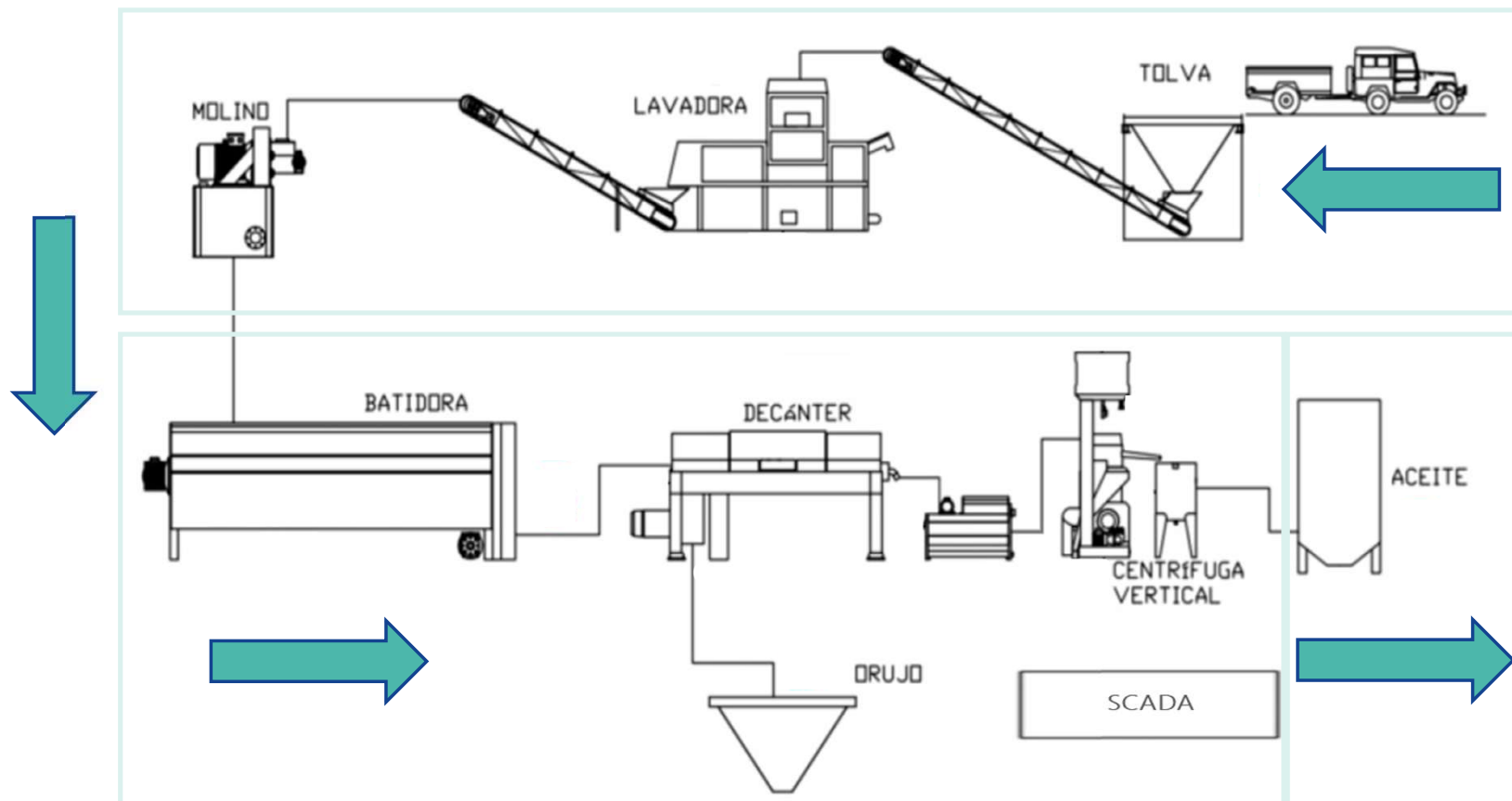
TID4AGRO

# Ubicación del demostrador

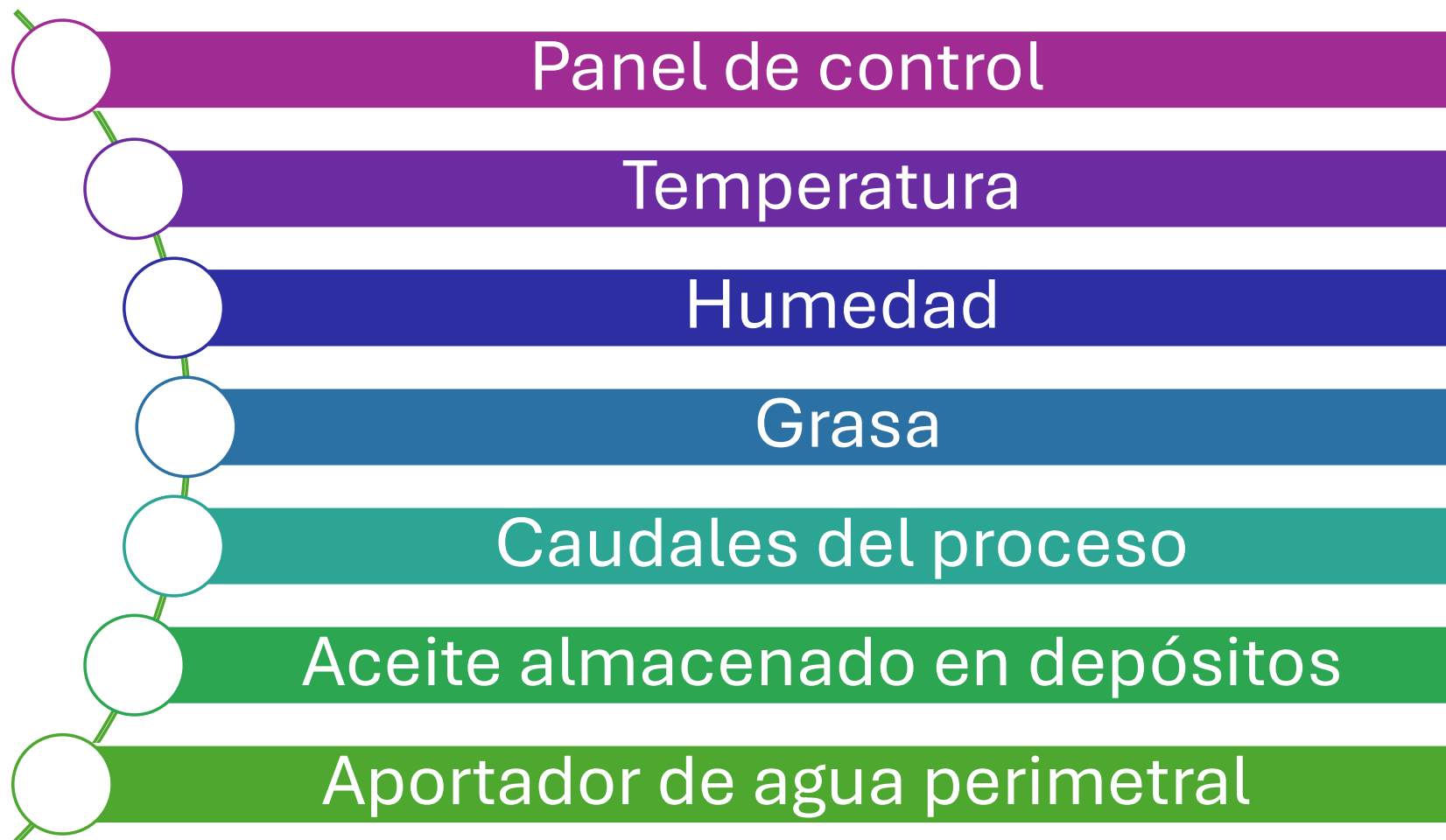




## Estudio de diseño e Ingeniería

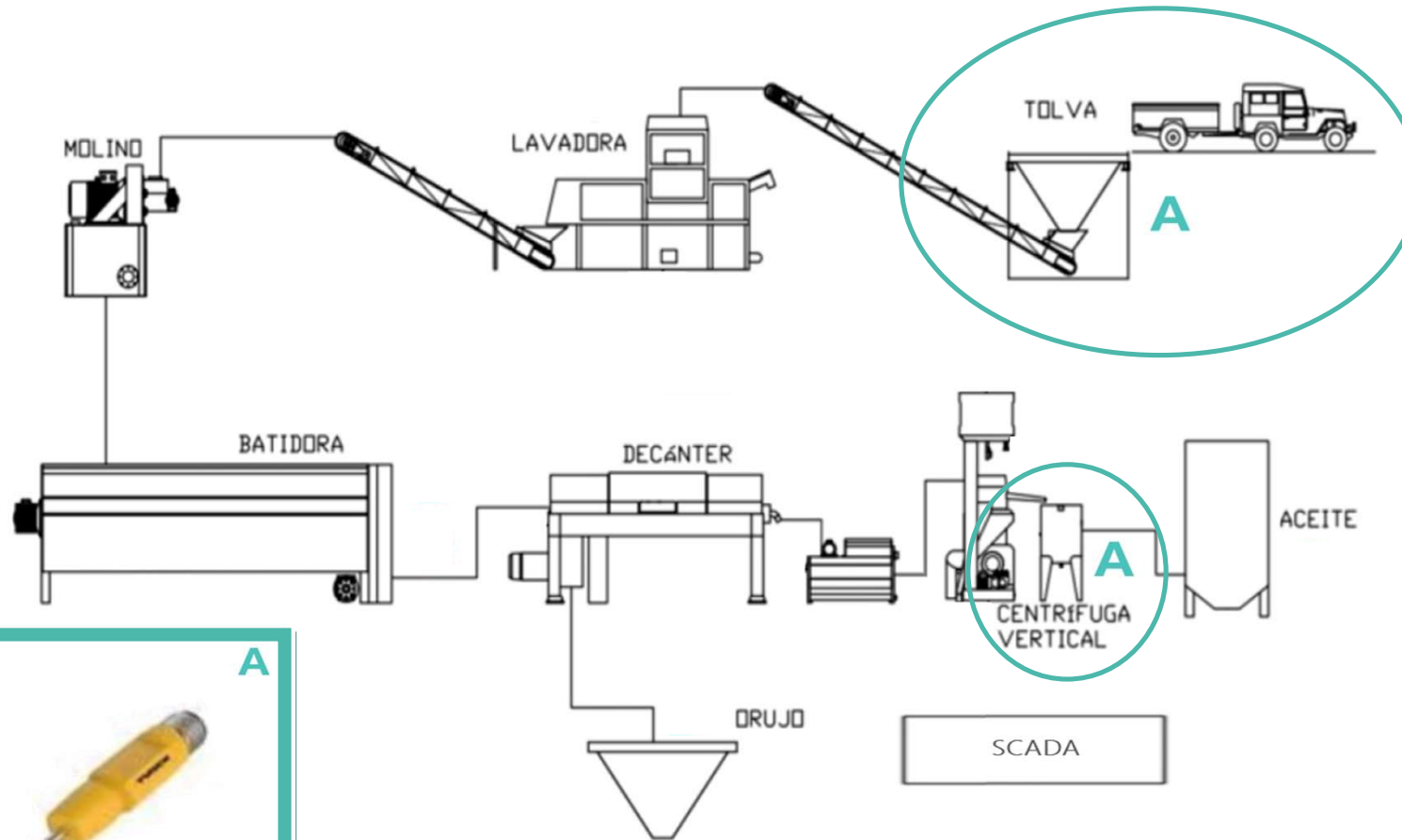


Plano de la almazara





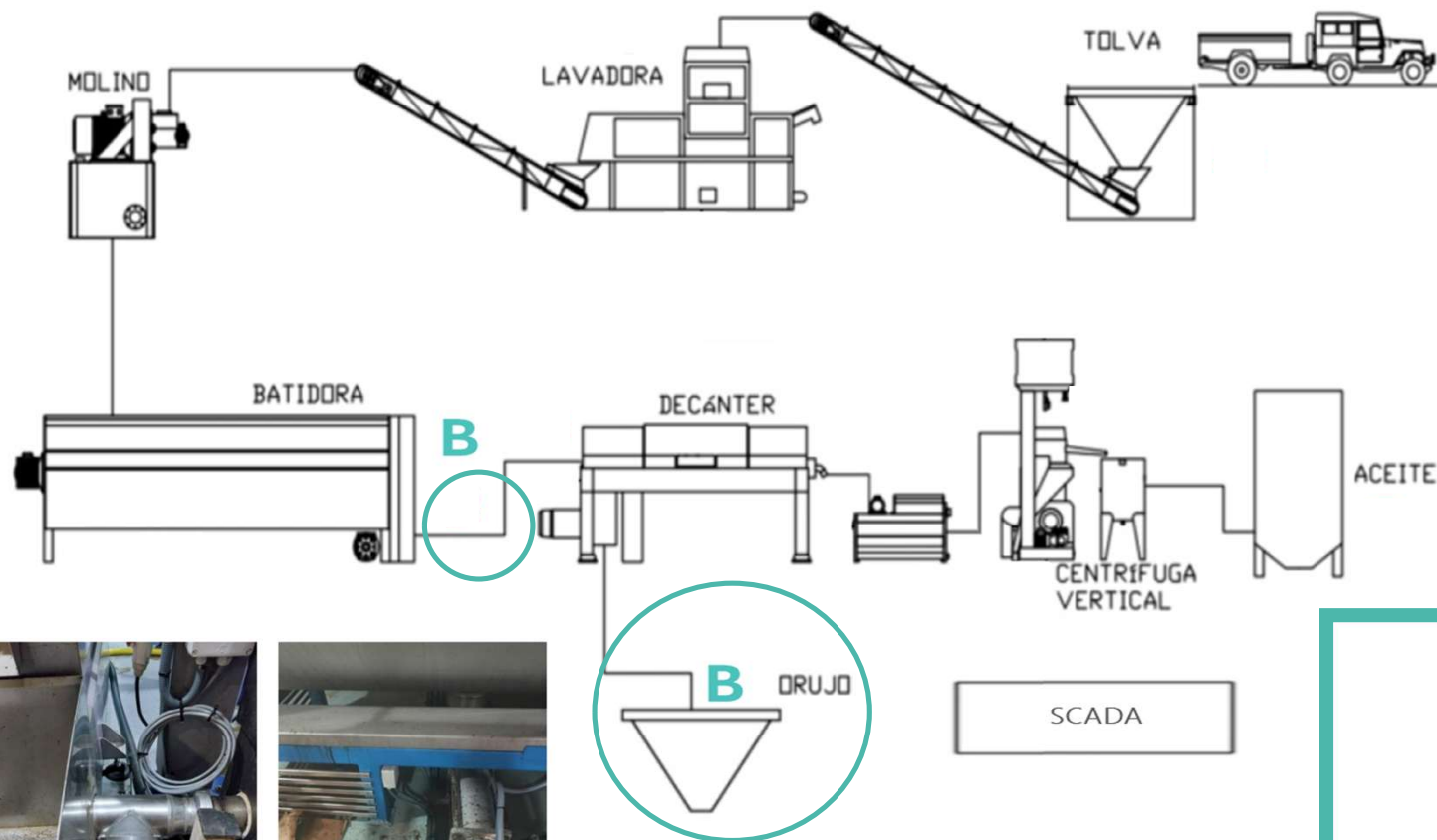
# Implantación de sensórica



Plano de la almazara



# Implantación de sensórica



Plano de la almazara





Interreg  
España - Portugal



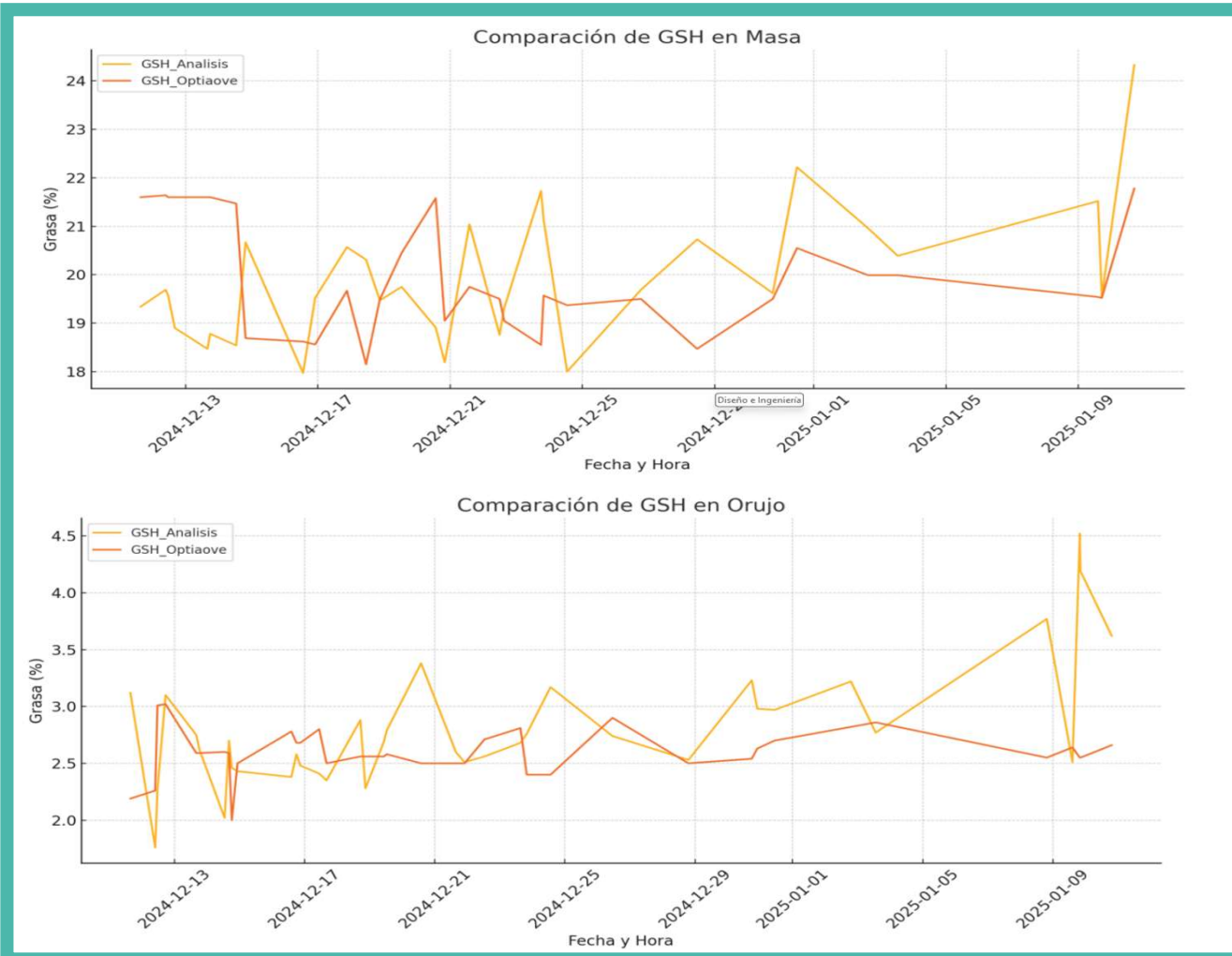
Cooperación por la Unión Europea  
Contribuyendo para  
España y Portugal

TID4AGRO

# Implantación de sensórica

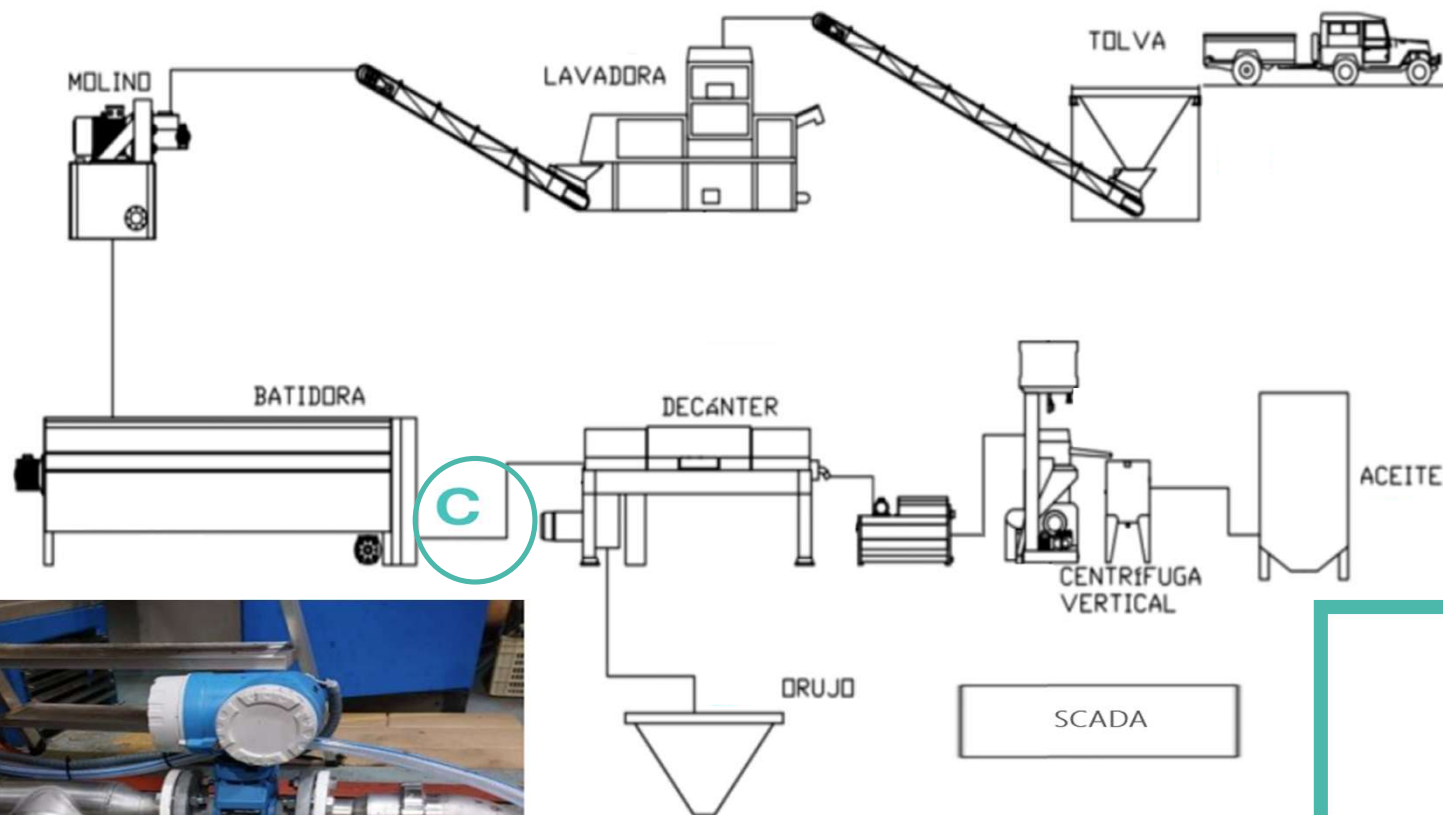


## Calibración del algoritmo





# Implantación de sensórica



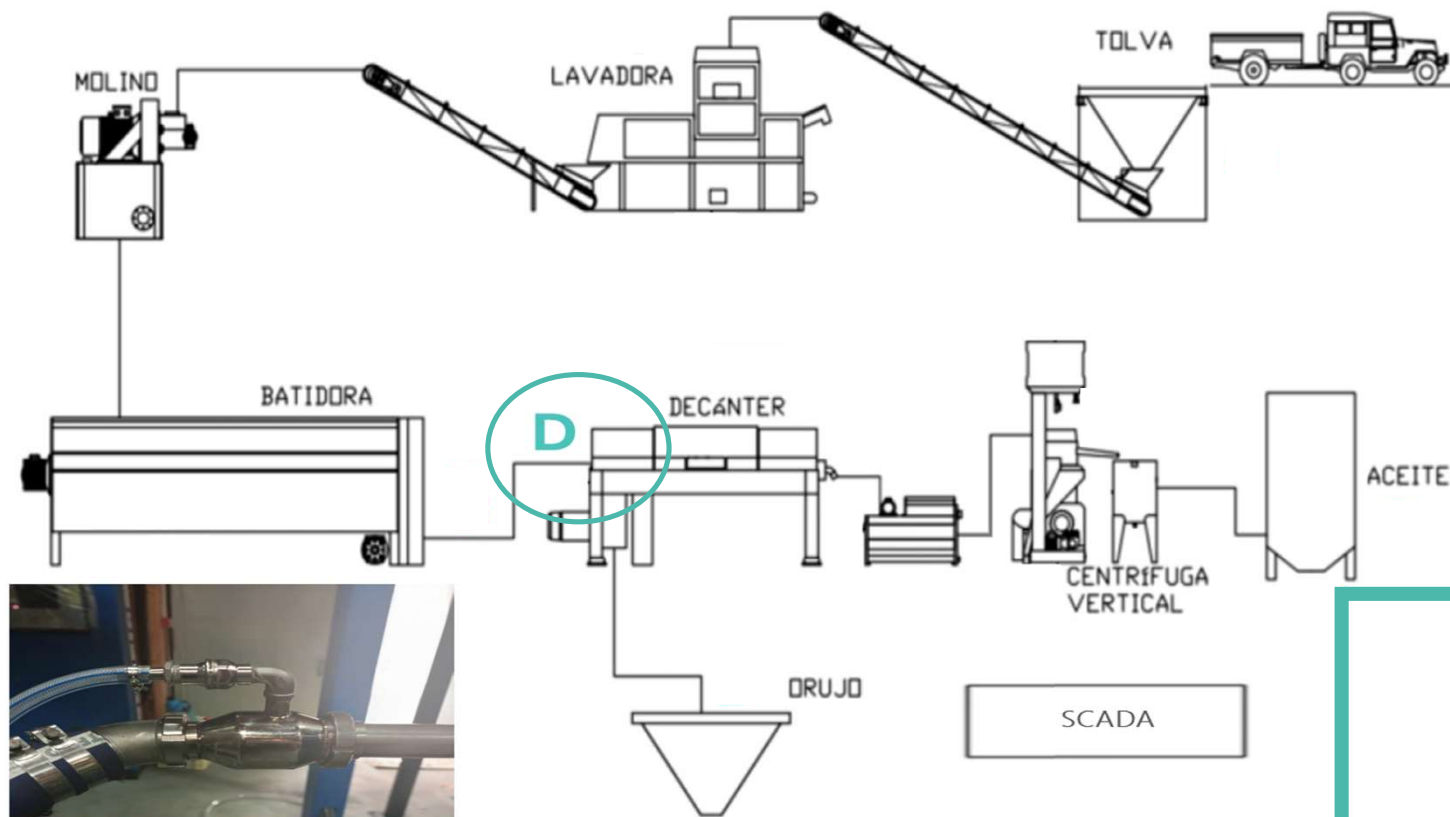
Plano de la almazara



Caudalímetro de masa



# Implantación de sensórica



Plano de la almazara



Aportador de agua perimetral



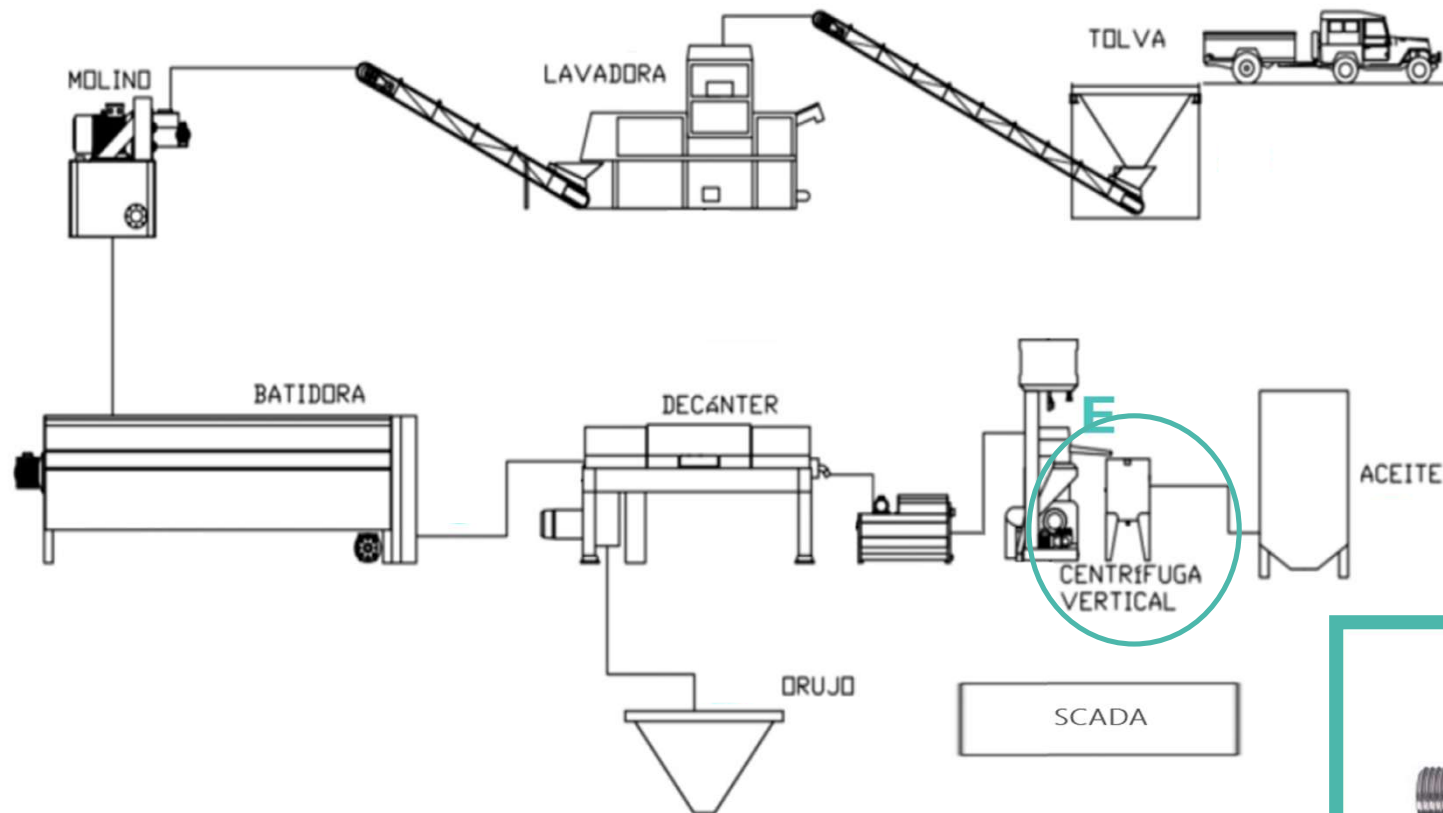
Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
Oleiva España

TID4AGRO

# Implantación de sensórica



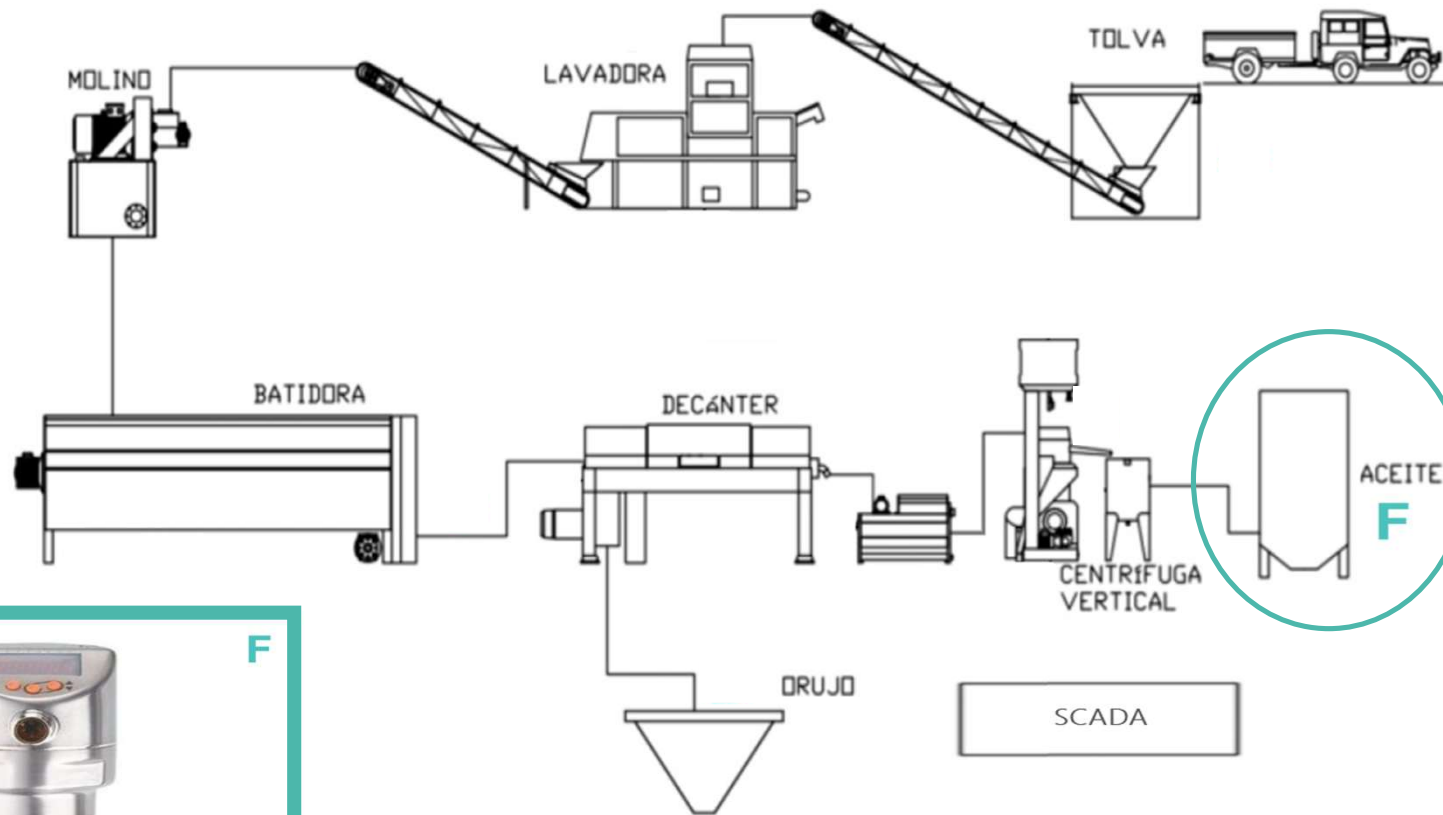
Plano de la almazara



Caudalímetro de agua



# Implantación de sensórica

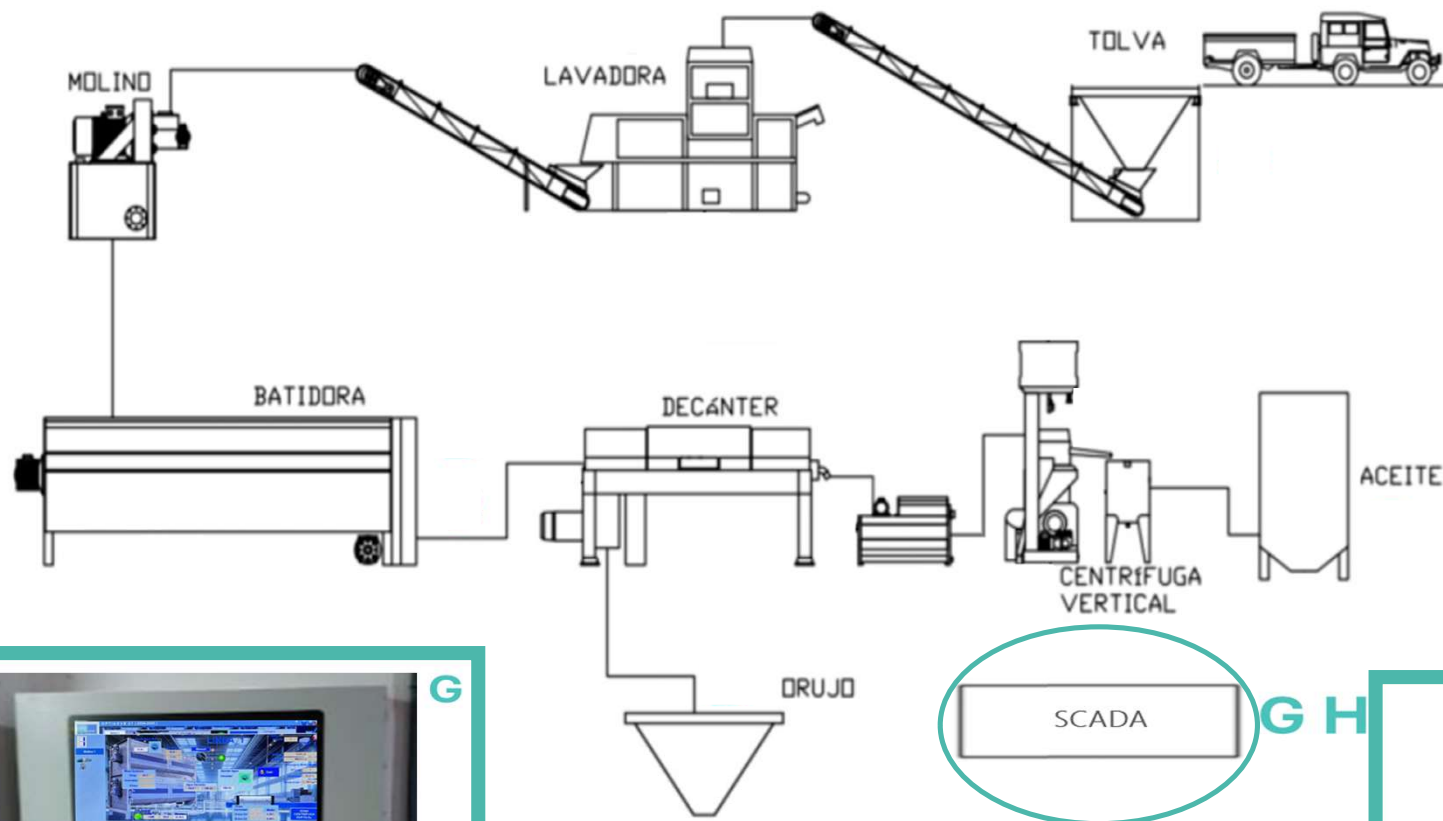


Plano de la almazara





# Implantación de sensórica



Plano de la almazara



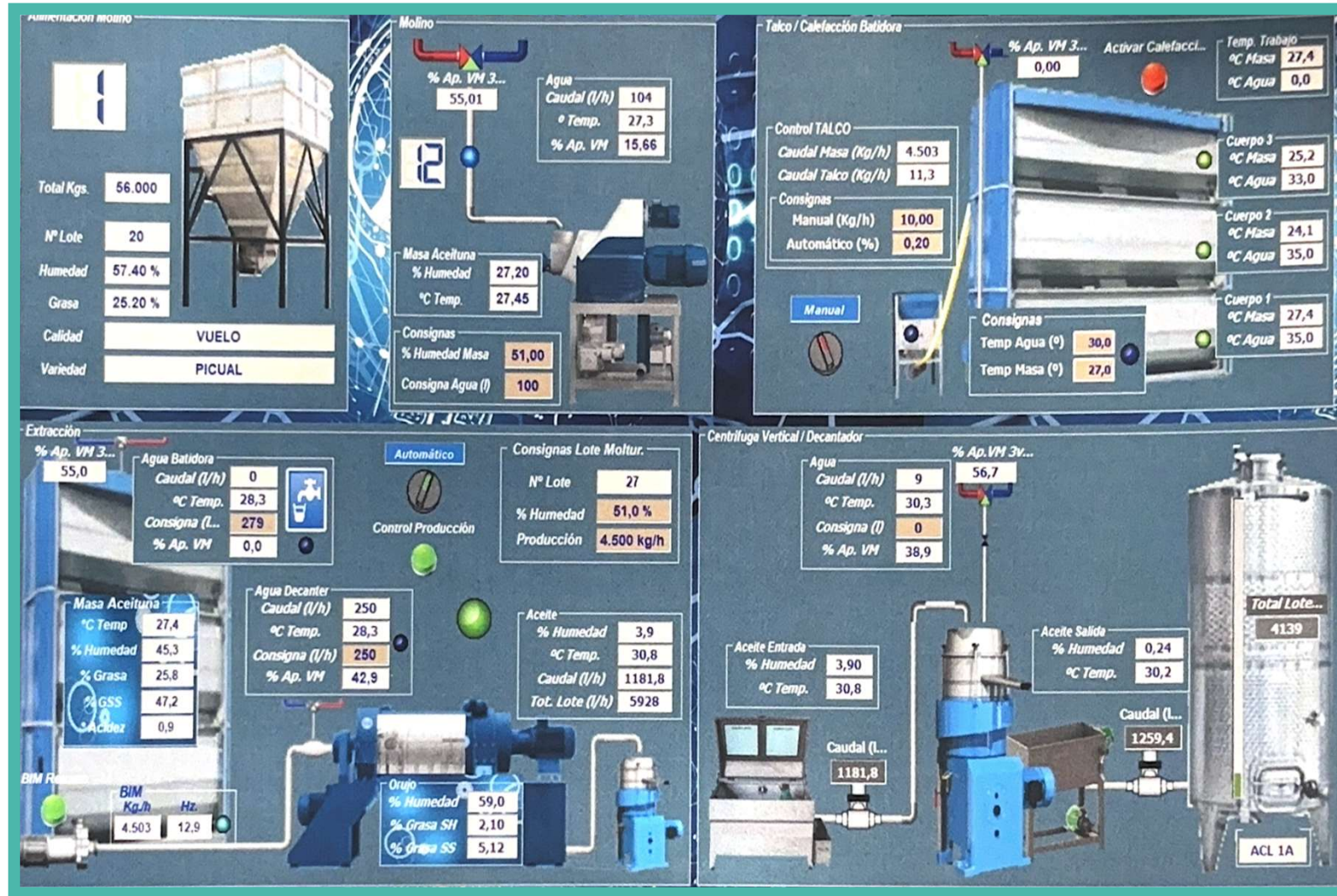
Panel HMI de control



Cuadro eléctrico de control



# Implantación de sensórica

The interface is divided into several functional areas:

- Alimentación molino (Milling):** Shows a hopper with a total weight of 56,000 Kgs. Lot number 20. Moisture is 57.40% and fat content is 25.20%. Quality is 'VUELO' and variety is 'PICUAL'.
- Molino (Milling):** Displays water flow (55.01 l/h) and temperature (27.3°C). Milling parameters include 104 l/h water flow, 27.3°C temperature, and 15.66% water content. Milling temperature is 27.20°C and 27.45°C.
- Talco / Calefacción Batidora (Talcum / Heating Mixer):** Shows talcum flow (4.503 Kg/h) and mixer temperature (27.0°C). It includes a 'Manual' control button and 'Activar Calefacción' (Activate Heating) option.
- Extracción (Extraction):** Features a 'Control Producción' (Production Control) section with 'Automático' (Automatic) mode. It shows water flow (0 l/h) and temperature (28.3°C). Production is set to 4,500 kg/h.
- Centrifuga Vertical / Decantador (Vertical Centrifuge / Decanter):** Displays water flow (9 l/h) and temperature (30.3°C). It shows 'Aceite Entrada' (Input Oil) with 3.90% moisture and 30.8°C temperature. Output oil has 0.24% moisture and 30.2°C temperature. Total production is 4,139 kg.
- Other Data:** Includes 'Masa Aceituna' (Olive Mass) with 27.20% moisture and 27.45°C temperature. 'Agua Decanter' (Decanter Water) with 250 l/h flow and 28.3°C temperature. 'Orujo' (Waste) with 59.0% moisture, 2.10% fat, and 5.12% ash.



# Análisis de resultados y validación



FINICIO	HINICIO
2025-01-09	16:31:10
2025-01-10	16:06:08

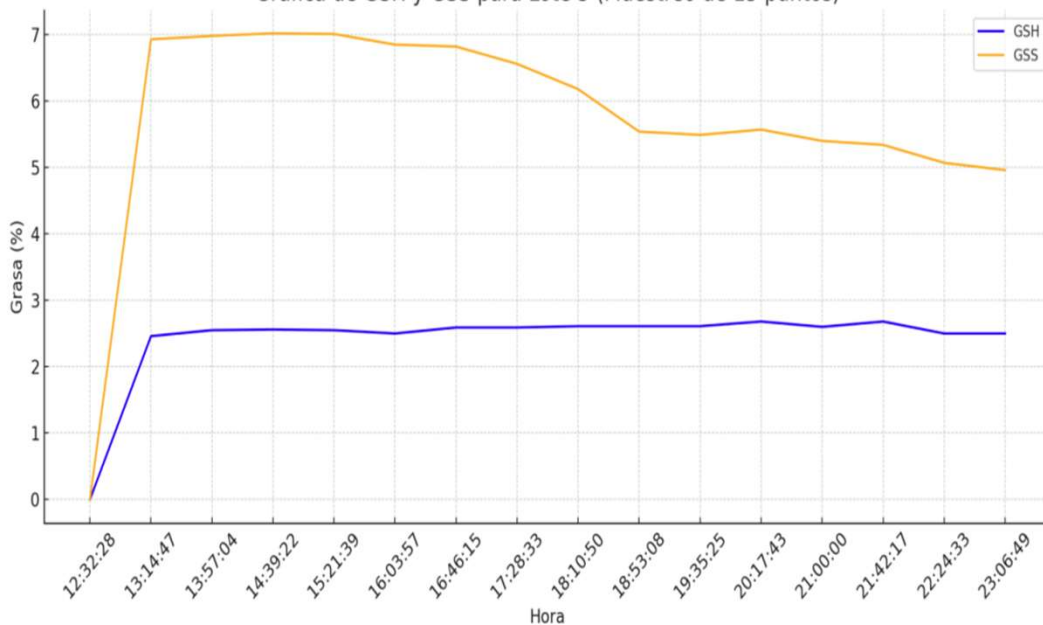
FFINAL	HFINAL
2025-01-09	20:54:23
2025-01-10	21:20:02

CALIDAD	VARIEDAD
Vuelo	Arbequina
Vuelo	Mezcla

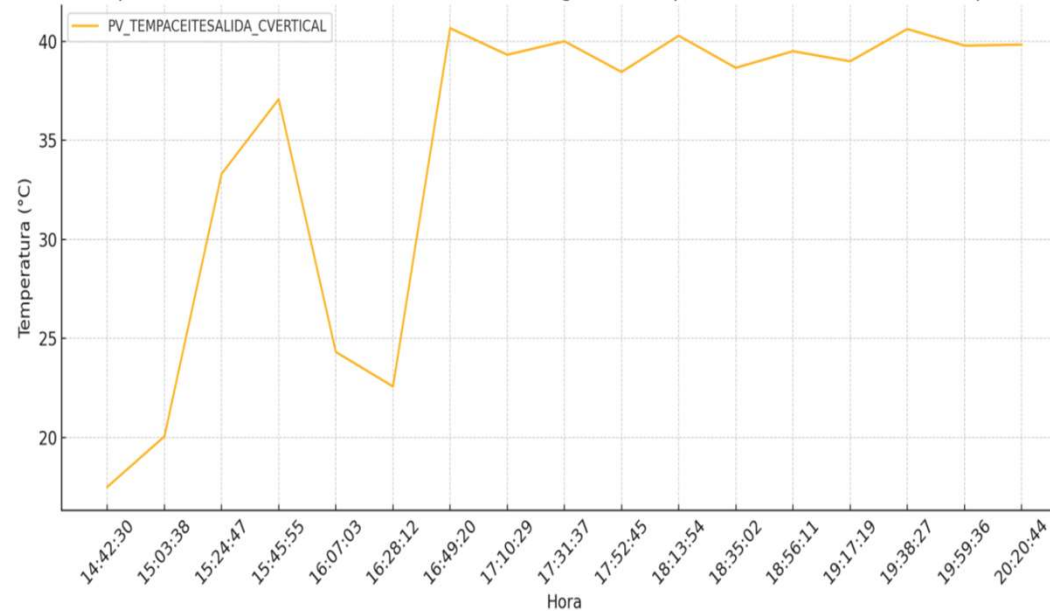
PRODUCCION
1478
1745

TEMPERATURA	HUMEDAD
31,97	62,28
32,27	59,08

Gráfica de GSH y GSS para Lote 5 (Muestreo de 15 puntos)

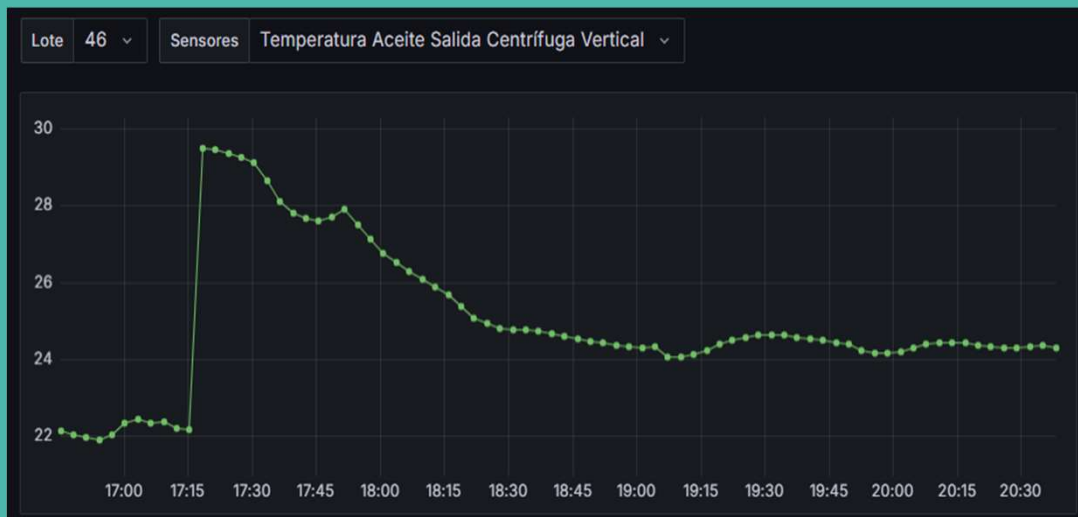
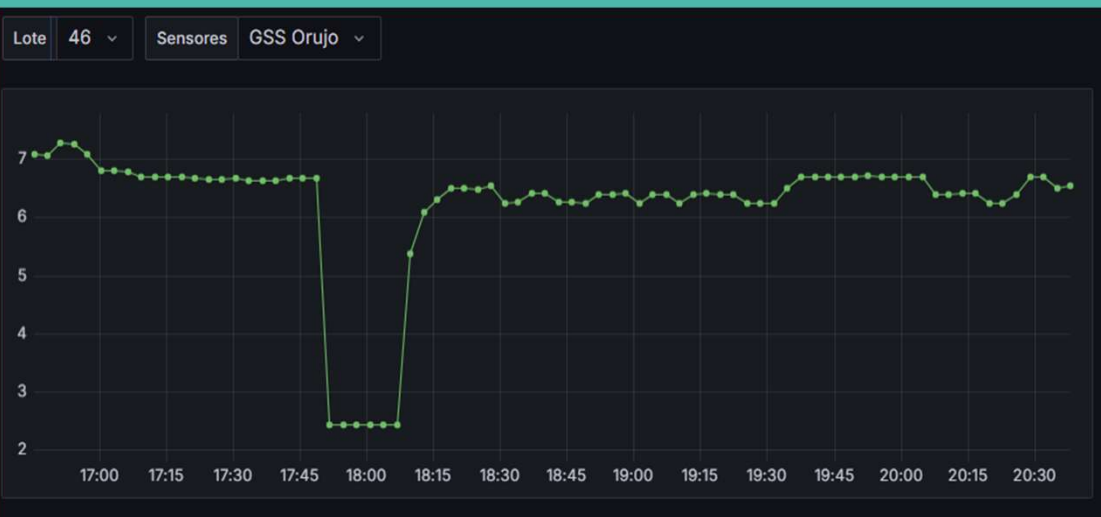
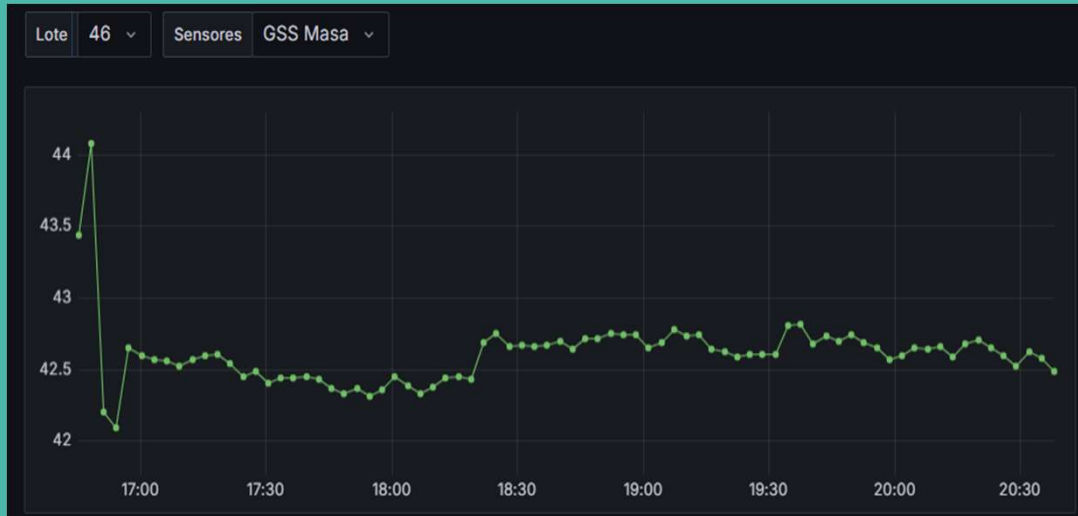


Temperatura del Aceite a la Salida de la Centrifuga Vertical para Lote 13 (Muestreo de 15 puntos)



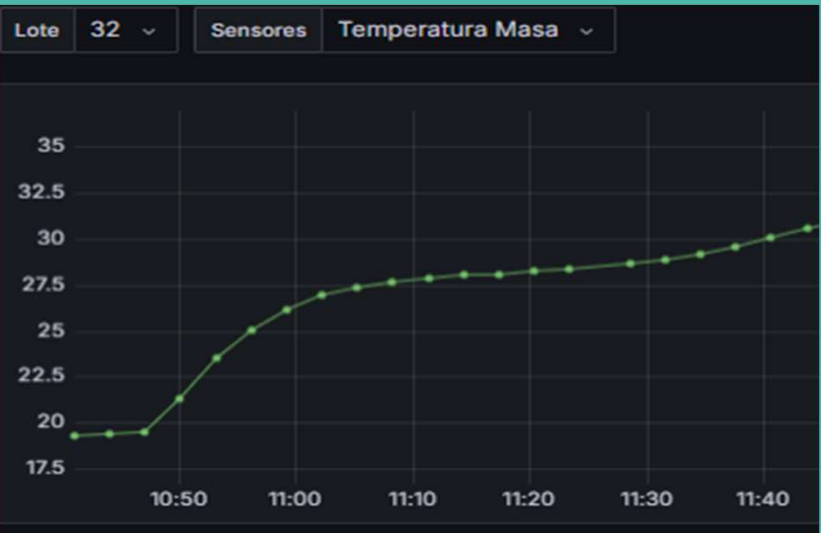
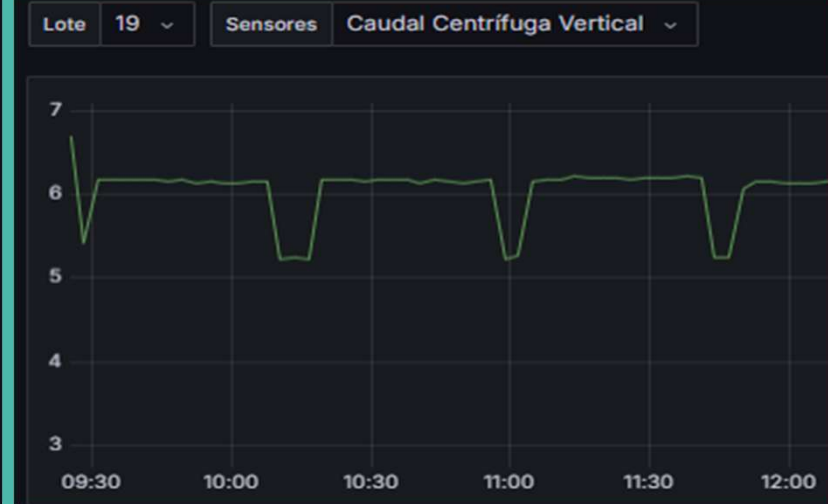


# Análisis de resultados y validación





# Análisis de resultados y validación





# Conclusiones

Conocer en profundidad el proceso a partir de datos continuos y objetivos

Incrementar el nivel de trazabilidad

Detectar los puntos de mejora

Optimizar los recursos

Aumentar la calidad del proceso



Interreg  
España - Portugal



## Gracias por su atención

Dr. Daniel Cortés Montaña

Doctor en Ciencia de los Alimentos

Área de Aceite

[daniel.cortes@juntaex.es](mailto:daniel.cortes@juntaex.es)

Tlf. +34 924010434

CICYTEX [www.cicytex.juntaex.es](http://www.cicytex.juntaex.es)

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)





Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas

Dr. Manuel Serradilla Sánchez

Don Benito, 29 de enero de 202





Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO



## Área de postcosecha

- **Composición** y **calidad** de frutas y hortalizas. Compuestos nutricionales y bioactivos
- **Prolongación** de la **vida útil** utilizando diferentes tratamientos precosecha (bioestimulación) y postcosecha (envases, atmósferas controladas y modificadas, 1-MCP, ...)
- **Alternativas** a los **fungicidas** de **síntesis**: sustancias naturales (GRAS) y biocontrol



Instituto Tecnológico  
Agroalimentario de Extremadura





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
Obriga Europeia

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



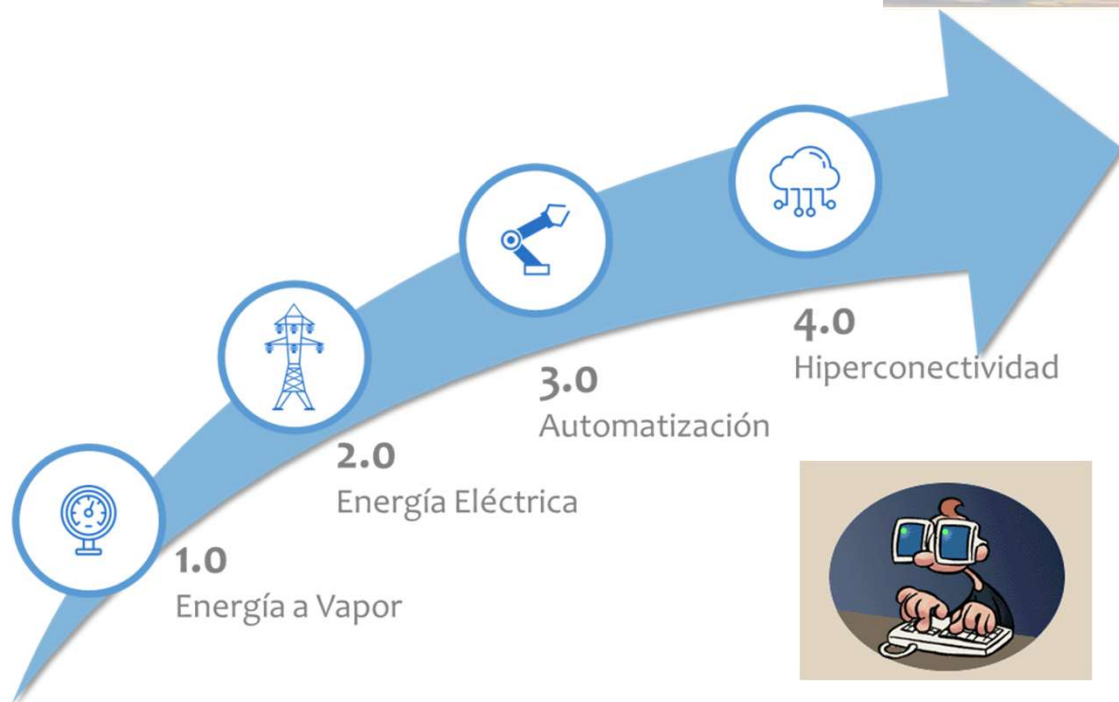
Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

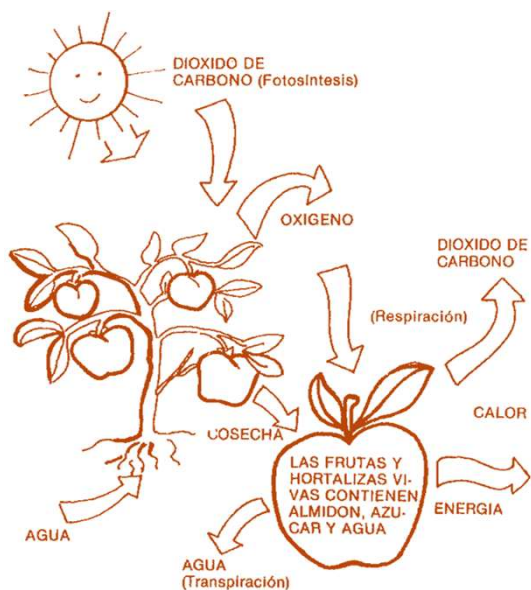
Resultados Preliminares

# Industria 4.0



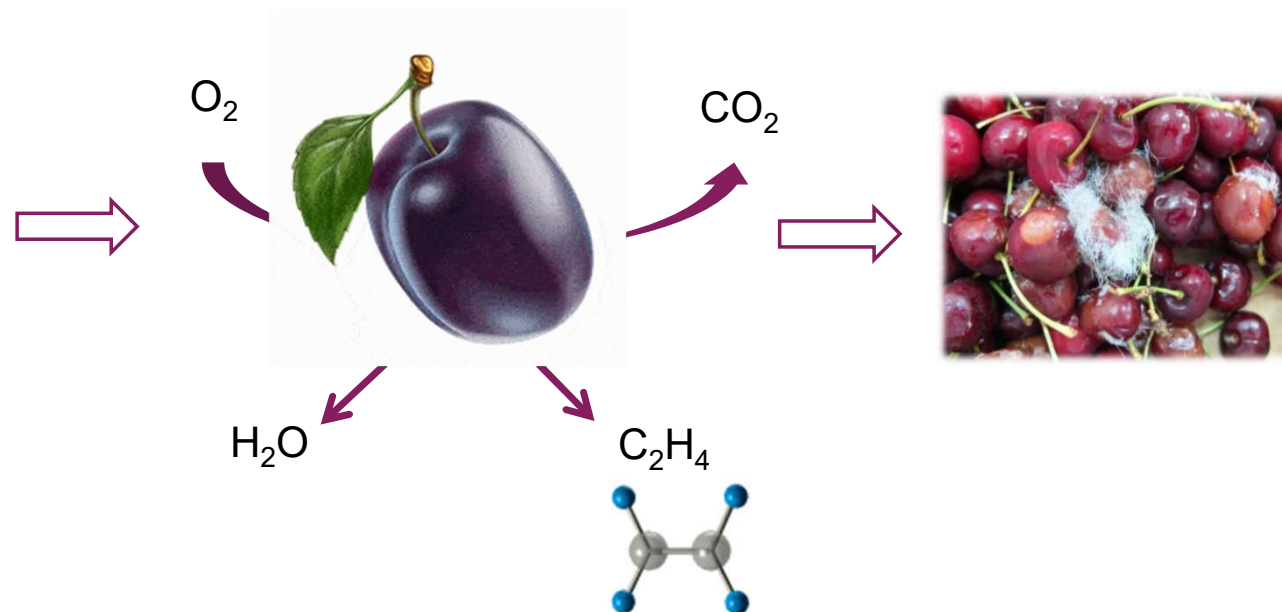


## Fisiología de la maduración



✓ Organismos vivos

✓ Productos perecederos





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Cooperación para  
Crecimiento

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INTENSIDAD RESPIRATORIA



### • TEMPERATURA



TEMPERATURA



INTENSIDAD RESPIRATORIA

### TIPO DE PRODUCTO

Espárrago > plátano > pera > manzana

15 °C

### GRADO DE DESARROLLO

Órganos jóvenes (en crecimiento activo) > Órganos maduros





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Conexión para  
Crecimiento

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

## Fisiología de la maduración



### FRUTOS CLIMATÉRICOS



Aquellos que pueden madurar fuera de la planta, una vez alcanzada la madurez fisiológica



### FRUTOS NO CLIMATÉRICOS

Aquellos que necesariamente deben madurar en la planta antes de ser cosechados





Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

## FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE ETILENO



— Climatérico 'Fortune'  
 - - - Climatérico -suprimido 'Angelelno'

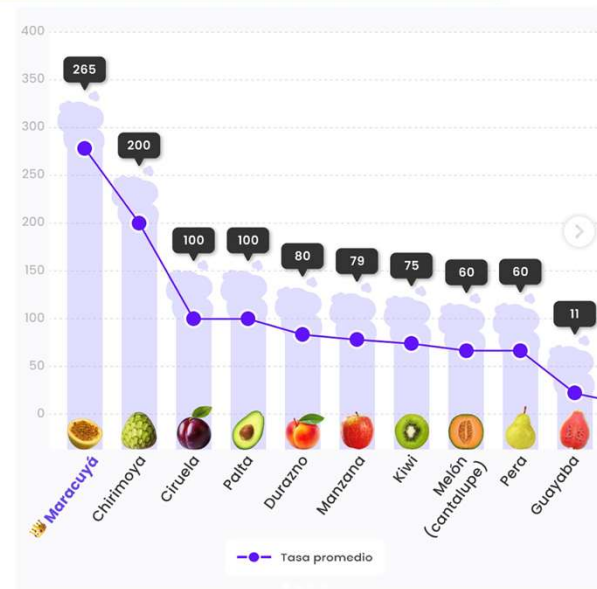
TEMPERATURA

10 °C = NO COMPORTAMIENTO CLIMATÉRICO

ÉPOCA DE RECOLECCIÓN



Tempranas = Más Etileno  
 Tardías = Menos Etileno



20 °C





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
Otrora Europa

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

## DETERMINACIÓN DE ETILENO



F-900\_Portátil



Sensor Sense\_En Línea



Sistema de tubo\_Colorimétrico





Interreg  
España - Portugal



TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



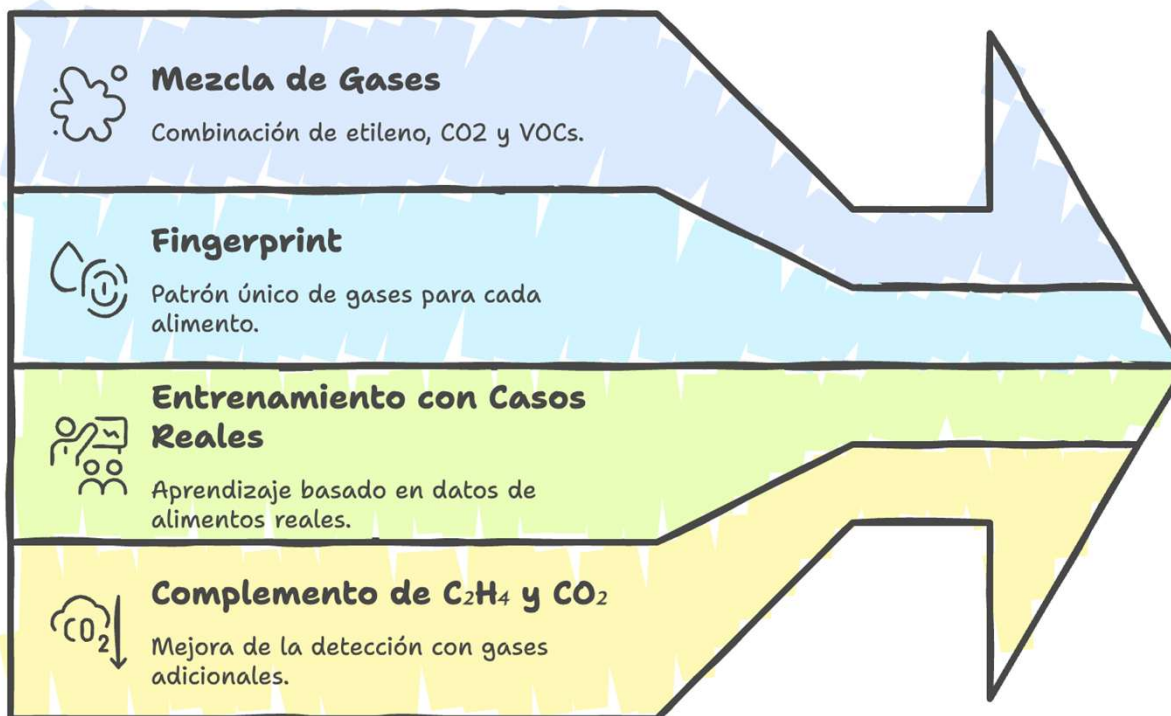
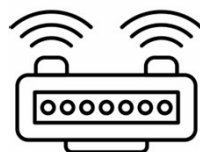
Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

## Identificación de Estrés Alimentario



Detección de Estrés y Fermentación





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Conexión para  
Crecimiento

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

Sensores

C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Etileno

Marcador de maduración → riesgo de sobremaduración

CO<sub>2</sub>

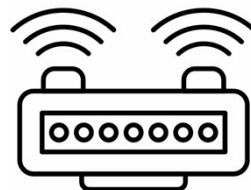
CO<sub>2</sub>

Acumulación por respiración + ventilación insuficiente

VOCs

VOCs

Huella aromática → estrés, fermentación, infecciones incipientes





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Concertado por el  
Fondo Europeo



# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



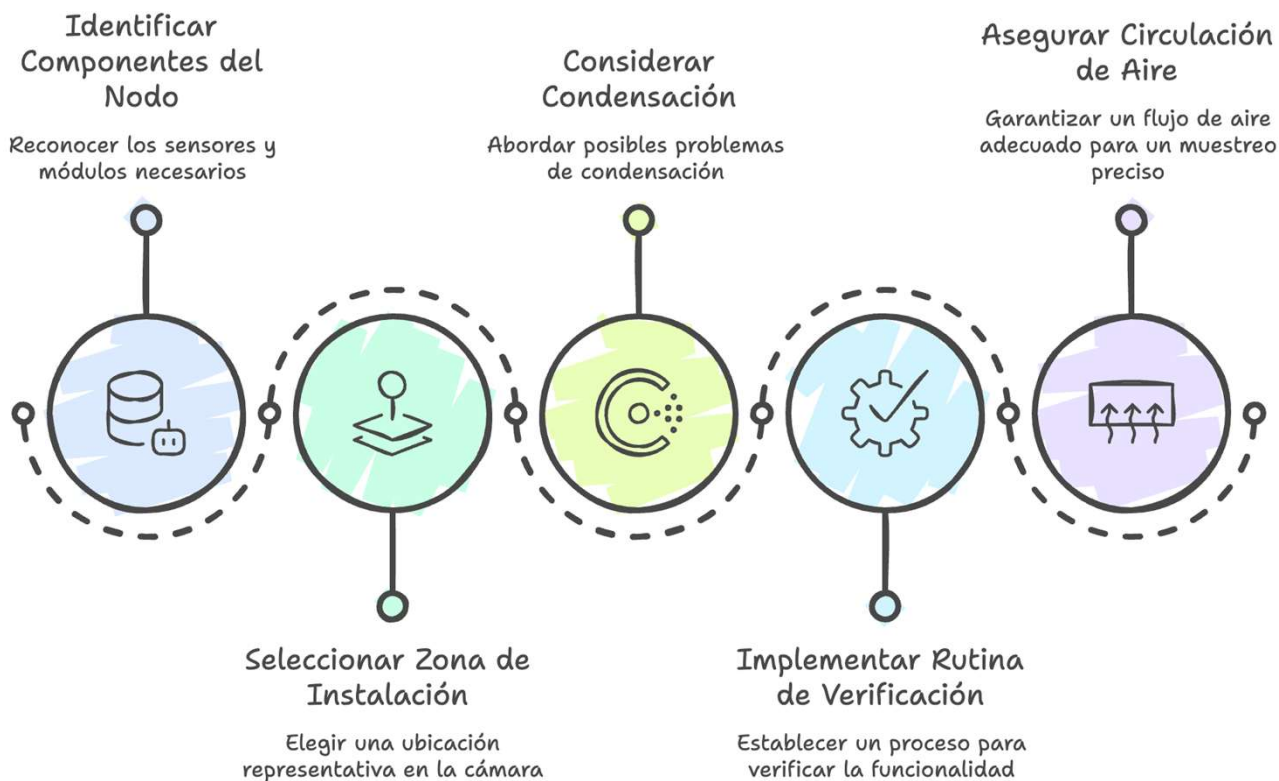
Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

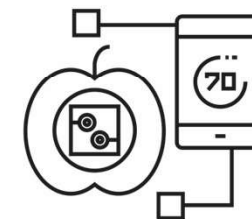
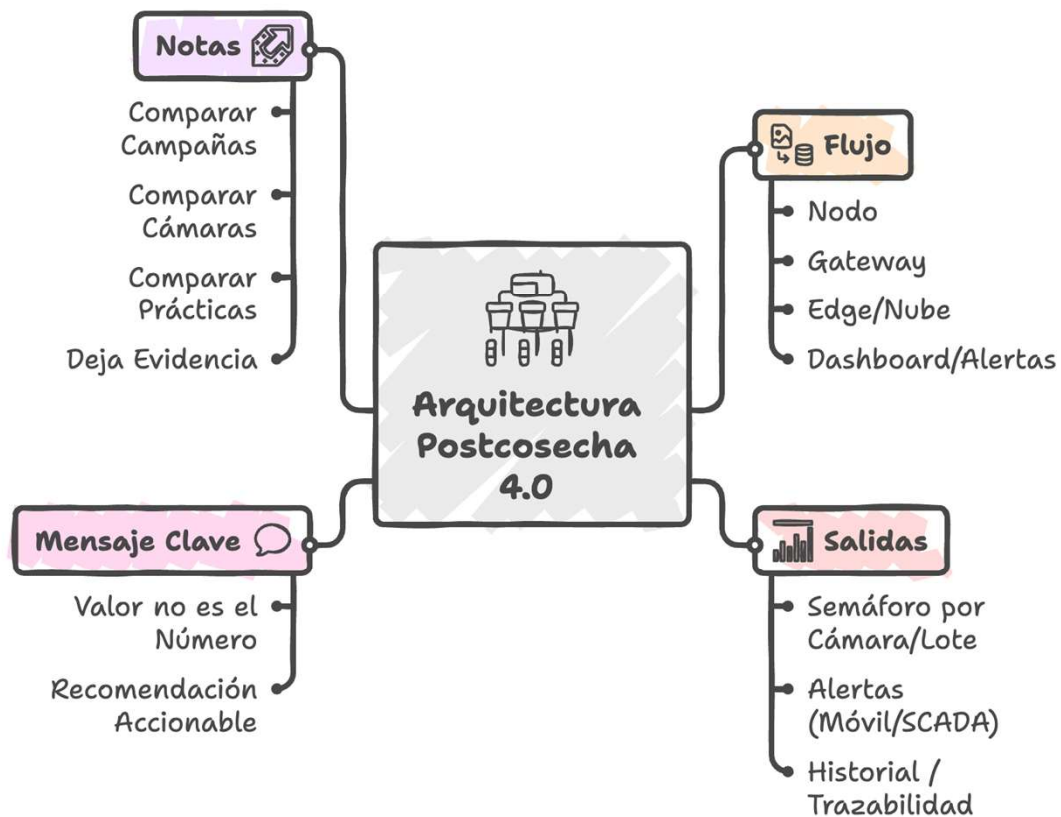
Resultados Preliminares

## Proceso de Instalación del Nodo Sensor





## Arquitectura Postcosecha 4.0: Flujo y Componentes





Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
Otras Entidades



Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares



**Presentar un sistema Postcosecha 4.0 para fruta de hueso en Extremadura, basado en un sensor de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y VOCs para monitorizar cámaras frigoríficas y apoyar decisiones operativas**



## Sensor de gases



Dr. Jesús Lozano

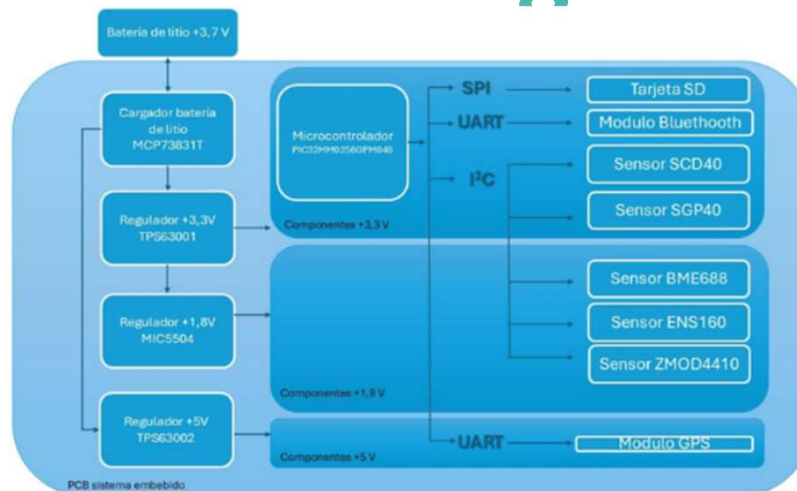


Tabla 1. Sensores del prototipo

Sensor	Tipo	Señales
BME688	MOX	Temperatura (°C), Humedad Relativa (%), Presión (Pa) y Resistencia (Ohms)
ENS160	MOX	Cuatro resistencias (Ohms), TVOCs (ppb), eCO2 (ppm), AQI
SGP40	MOX	Resistencia (Ohms), VOC_Index
ZMOD4410	MOX	14 resistencias(ohms), TVOCs (mg/m3), eCO2(ppm), IAQ, EtOH (ppb)
SCD40	NDIR	CO2 (ppm), Temperatura (°C) y Humedad relativa (%HR)





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Conexión para  
Europa

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

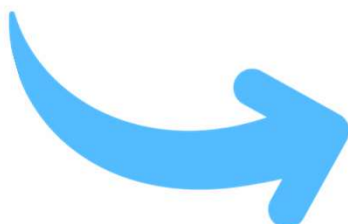
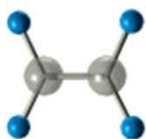
# Calibración y Validación



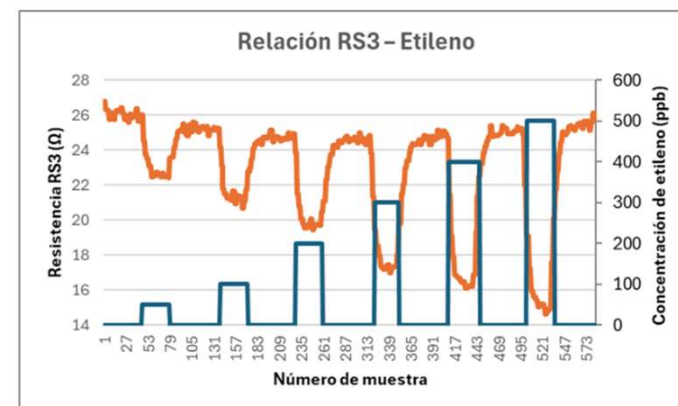
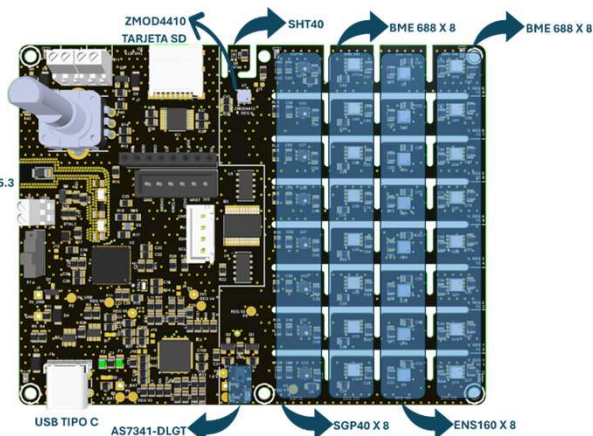
Experimentation



10-100 ppm  
50-500 ppm



CONECTIVIDAD  
Bluetooth Low Energy 5.3



ENS160



Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Consejo Europeo para  
Chilka Europa

TID4AGRO

Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares

# In vivo



**Ciruelas Prime Time**



Evolución (3 días)

Distinción (Frescas/5 días)

Distinción (Frescas/Podridas/5 días)

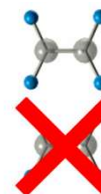
**Monitorización del estado fisiológico y del umbral de entrada a senescencia**



**Plátano**

Con Etileno

Sin Etileno



✓ 24 horas



✓ Ambiente





# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas

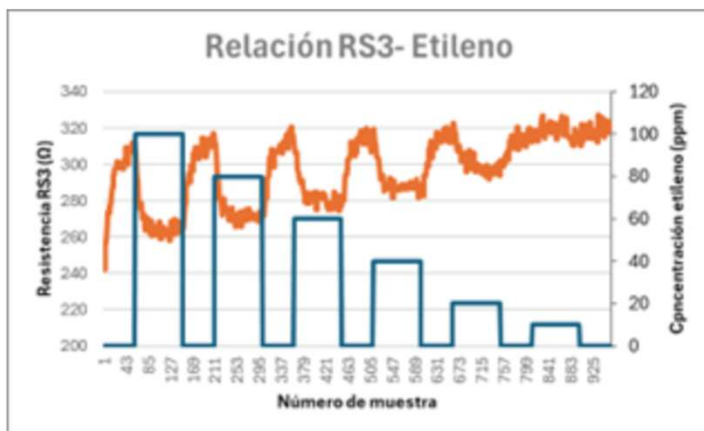


## Introducción

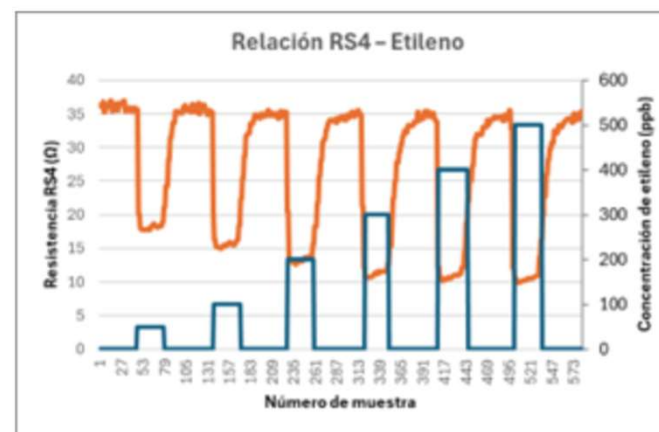
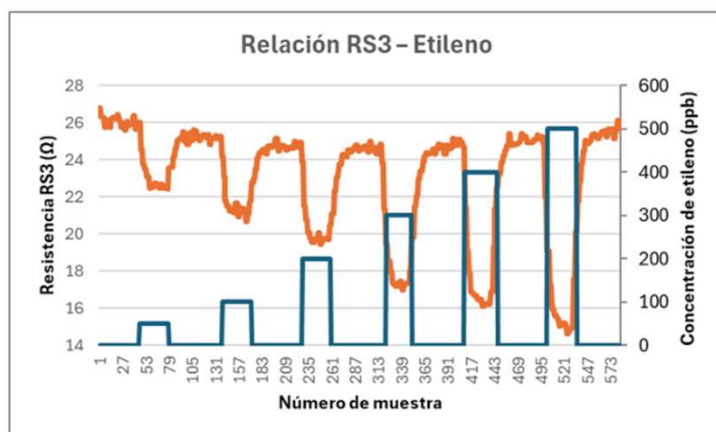
## Objetivos

## Diseño Experimental

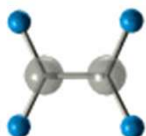
## Resultados Preliminares



10-100 ppm



50-500 ppm





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Crecimiento para  
toda Europa



# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas

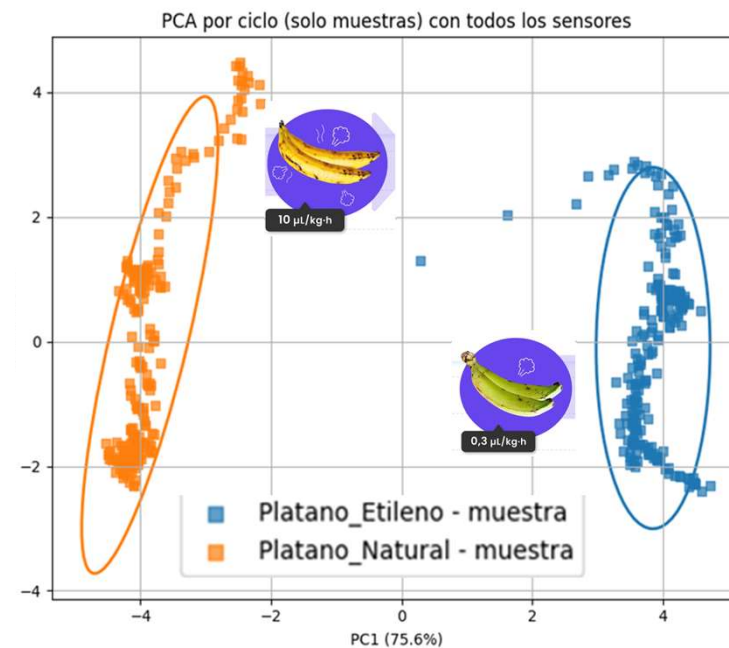
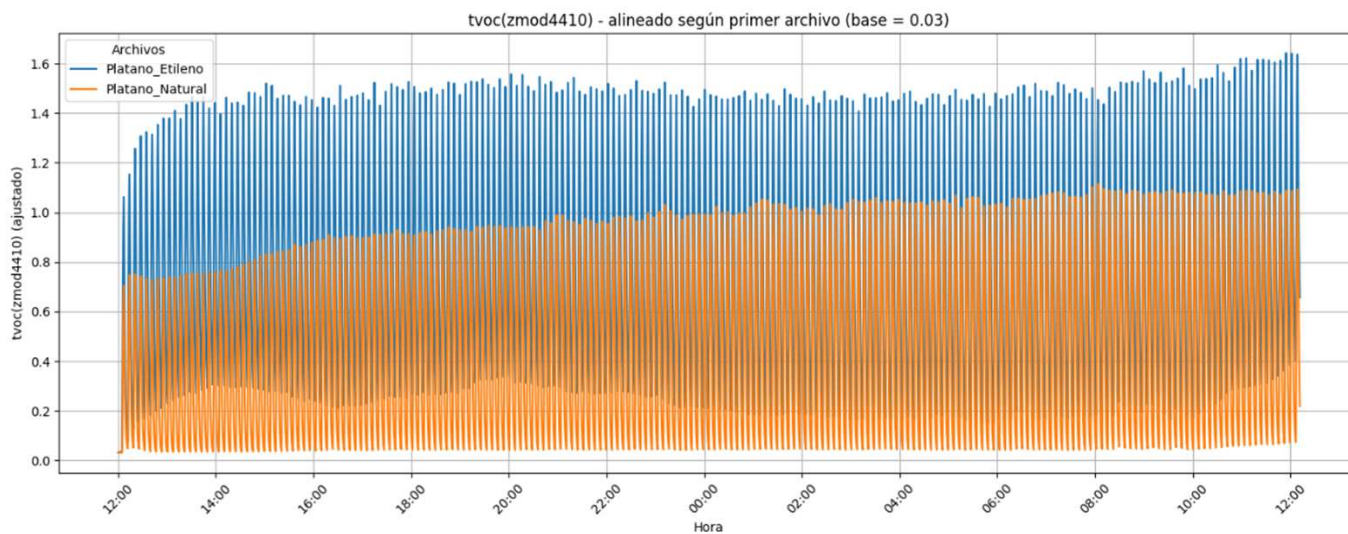


Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares





Interreg  
España - Portugal



Co-financiado por  
la Unión Europea  
Conexión entre las  
Ciudades Europeas

TID4AGRO

# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas

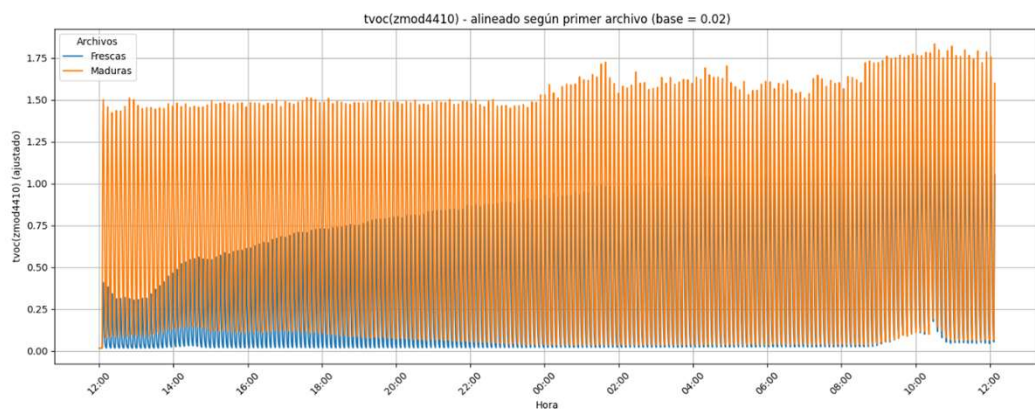


Introducción

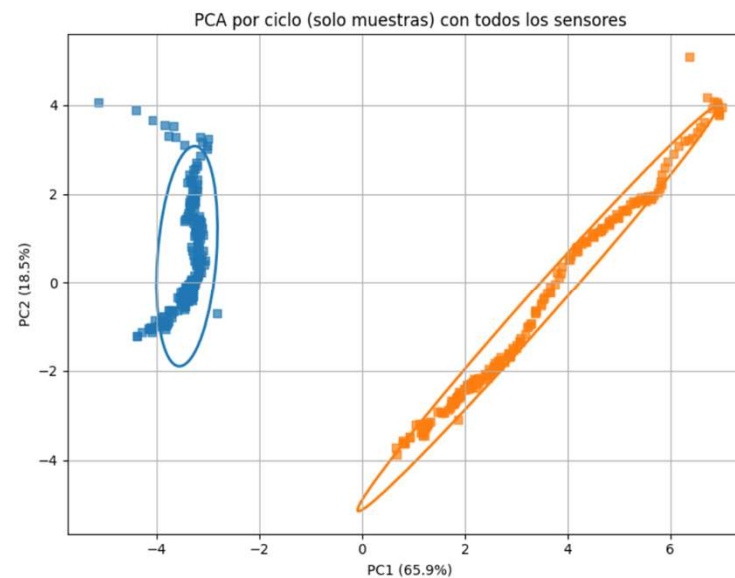
Objetivos

Diseño Experimental

Resultados Preliminares



## Ciruela 'Prime Time'





Interreg  
España - Portugal



Comissió Interregional per la Unió Europea  
Co-financiada pela União Europeia

TID4AGRO

# Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas

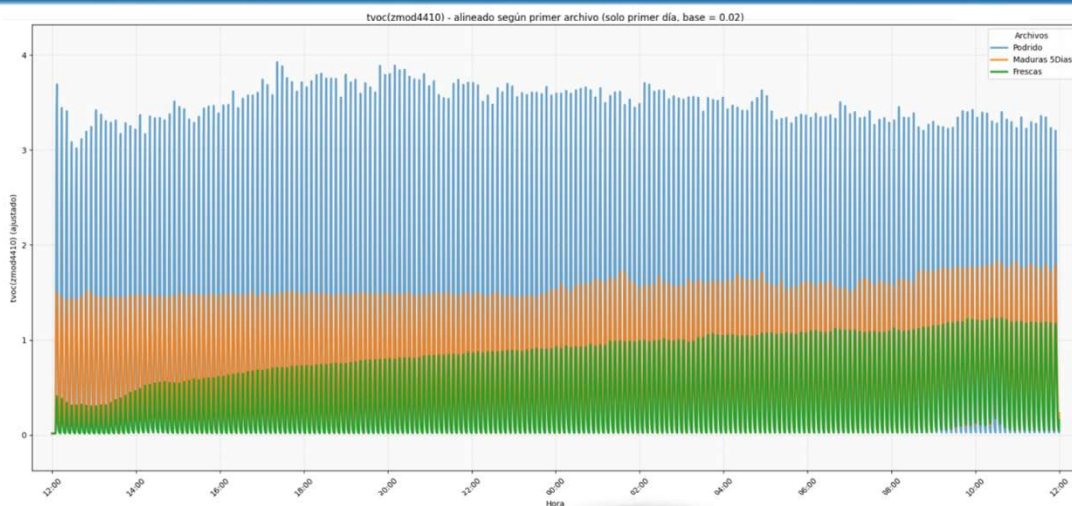


Introducción

Objetivos

Diseño Experimental

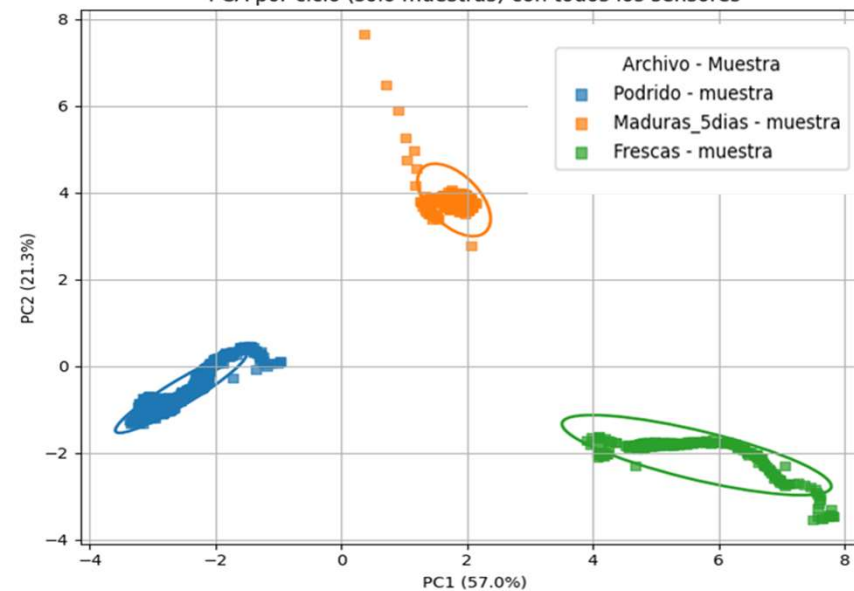
Resultados Preliminares



## Ciruela 'Prime



PCA por ciclo (solo muestras) con todos los sensores





## Trabajos futuros\_2026

1. Ampliar la **VALIDACIÓN** con más frutas (laboratorio)
2. **MODELOS DE REDES NEURONALES\_Pedro Clemente (UEX)**
3. **ESCALADO INDUSTRIAL** a cámaras de refrigeración
4. **VALIDADCIÓN** a nivel industrial



Interreg  
España - Portugal



Co-financiada por  
la Unión Europea  
Co-financiada por  
Obriga Europeia



Calidad Postcosecha 4.0: desarrollo de un sensor de etileno, CO<sub>2</sub> y COVs para el control en cámaras frigoríficas



# AGRADECIMIENTOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
DE EXTREMADURA



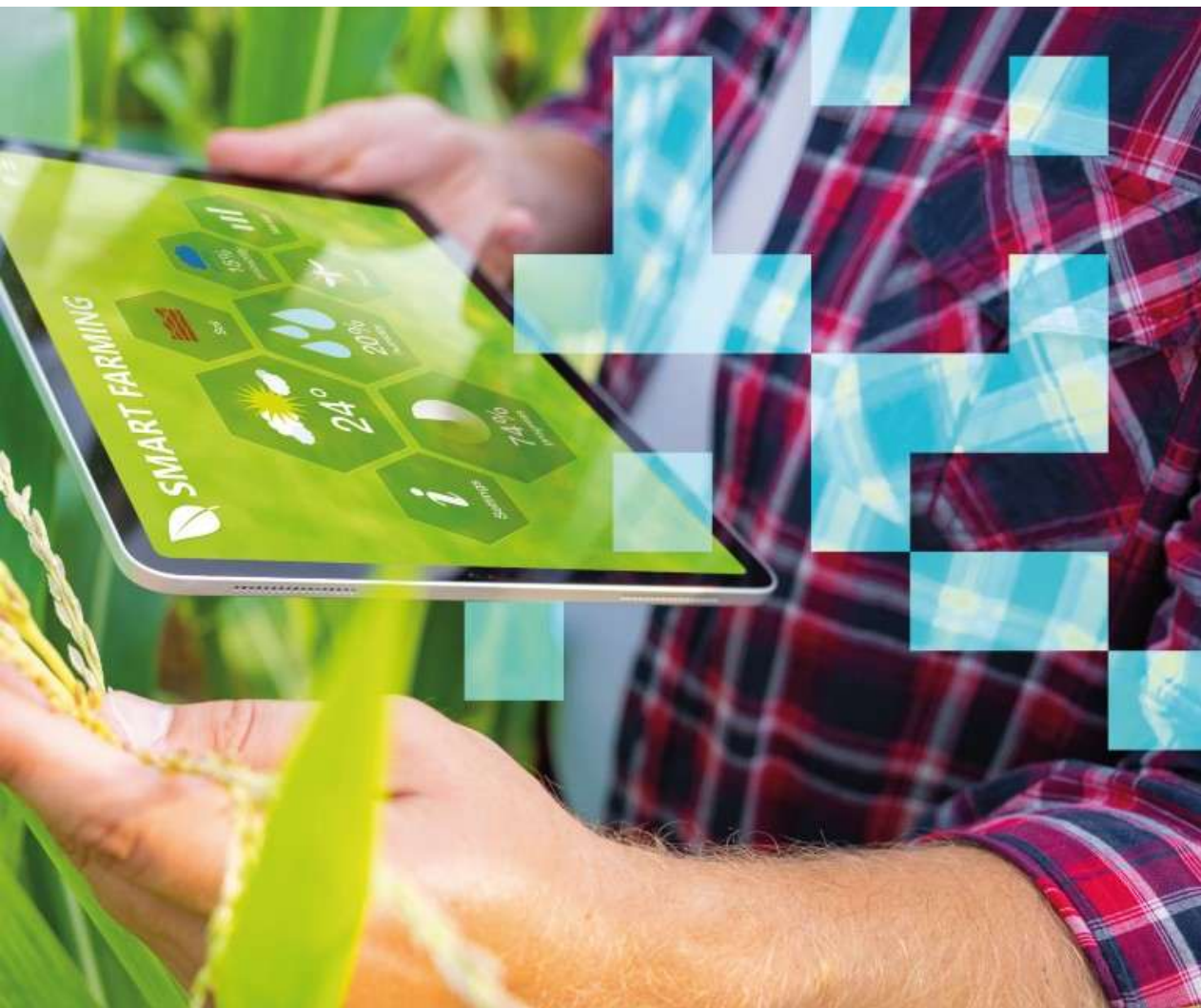
**Dr. Cortés-Montaña**



**Dr. Jesús Lozano**



**Cristina Brugera**



Interreg  
España – Portugal



Gracias por su atención

Manuel Joaquín Serradilla Sánchez

Responsable del Área de Postcosecha, Valorización Vegetal y Nuevas Tecnologías

Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (INTAEX)

E-mail: [manuel.serradilla@juntaex.es](mailto:manuel.serradilla@juntaex.es)

<http://cicytex.juntaex.es>

[www.tid4agro.eu](http://www.tid4agro.eu)



Interreg



Cofinanciado por la Unión Europea  
Cofinanciado pela União Europeia

España - Portugal



**JORNADA  
SOLUCIONES DIGITALES PARA  
EL SECTOR AGROINDUSTRIAL:  
EL PROYECTO  
TRANSFRONTERIZO  
TID4AGRO**



Jueves, 29 de  
enero de 2026



Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)



**Fabian Gordillo Lemus**

**Gerente de la Soc. Coop. Virgen de la Estrella**



Interreg



Cofinanciado por  
la Unión Europea  
Cofinanciado pela  
União Europeia

España - Portugal



# JORNADA SOLUCIONES DIGITALES PARA EL SECTOR AGROINDUSTRIAL: EL PROYECTO TRANSFRONTERIZO TID4AGRO



Jueves, 29 de  
enero de 2026



Auditorio Principal de FEVAL  
Paseo de FEVAL, S/N, 06400  
Don Benito (Badajoz)

