



**Análisis Tecnológico aplicado al  
Control de los Sistemas de  
Agricultura Inteligente.**

**M<sup>a</sup> Francisca Rubio Palomino**

**Máster en Ingeniería de Telecomunicación**

**Sistemas de Telecomunicación**



# Índice

Propuesta

Objetivos

AnalisisDatos

AnalisisDiseño

AnalisisComparativo

AnalisisCasos

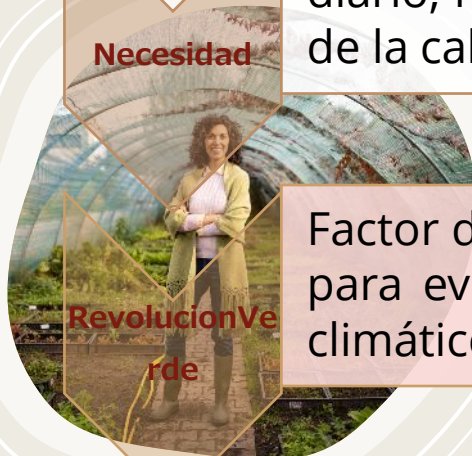
Conclusiones





## Necesidad

Requerir del gran potencial de las tecnologías facilitadoras del trabajo diario, minimizadoras de pérdidas o acrecentadoras del rendimiento y de la calidad del producto



## Revolución Verde

Factor decisivo la **digitalización** (revolución verde) de las zonas rurales para evitar el despoblamiento, dar respuesta a los retos del cambio climático y a un mercado globalizado.

## Reto

Analizar y evaluar los sistemas inalámbricos para su implementación entre la población agrícola con el fin de brindarles herramientas tecnológicas.



## Tecnologías

Tecnologías facilitadoras digitales (**Big Data**, IoT, **Blockchain**, Inteligencia Artificial); Tecnologías como **drones**, imágenes por satélite, sensores, robots, etc: Tecnologías como **Internet de las Cosas** (IoT) desarrolladas en redes 3G y 4G

Baja latencia, alto ancho de banda, alta resiliencia y soporte  
Conectividad e interoperabilidad de los datos



# Objetivos

Realizar una **comparativa** que permita analizar las tecnologías y soluciones aplicadas a la agricultura inteligente.

Aprender las **técnicas** más idóneas para su aplicación en el contexto agrícola.

Proponer **diseños idóneos** para sistema de control, teniendo en cuenta los requerimientos del terreno y necesidades de los usuarios

Capacitar a la comunidad agrícola sobre el manejo del sistema óptimo mediante **manuales de usuario**.





Determinar de forma óptima los resultados de la cosecha, mejorar la calidad de los cultivos, estimar el porcentaje de fertilizantes y predecir con exactitud el rendimiento y la producción de los cultivos.



Variable necesarias( riego, siembra, etc) se precisa un control sobre cada dato que intervenga en el suelo detectando cualquier aumento o disminución con el fin de dar un aviso sobre los cambios que estén fuera de los rangos de aceptación para cada cultivo en específico.

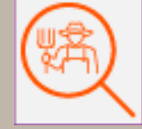


Creación de un ecosistema donde se puedan compartir datos útiles, accesibles y fiables mediante la colaboración. Indicadores estadísticos:, Microdatos:, Datos geospaciales

**Global Open Data for Agriculture and Nutrition (GODAN)**



Interoperabilidad de datos promovida con el uso de lenguajes comunes, compatibles y estandarizados en interfaces abiertos, API-Agro, FIWARE, IOF2020,



El procesamiento y análisis de estas bases de datos implican la utilización de hardware potente y software que permita hacer uso de una programación con la capacidad de manipular la información



## Captación

**Gestión de la variabilidad intraparcularia mediante sensores con divisiones se realizan diagnósticos con el fin de obtener información**

**Sistemas de información geográfica (SIG)** combinada con los sistemas de posicionamiento global (GPS) **mapas, imágenes donde se integran los datos para mostrar de las mediciones georreferenciadas.**

**Imágenes multiespectrales aéreas campos de gran extensión técnicas imágenes aéreas satelitales o con un UAV (dron o vehículos aéreos no tripulados) mapas del estado del suelo y los cultivos**

## Infraestructura \_Dispositivos

Sensores agrícolas de recogida de datos( temperatura, humedad, ph, etc),

Cámaras como dron o fijas.  
**Cámara multiespectral, termográfica, espectro visible**

## Exploración\_Datos

Experimentación, datos sujetos a un minucioso examen con la utilización de procedimientos estadísticos para el diseño de los experimentos y el análisis de los datos.

Definición del problema, Establecimiento de objetivos, Selección de tratamientos, Diseño experimental, Toma correcta de datos, Análisis, Interpretación, Presentación de resultados

Análisis de datos agrícolas ha supuesto un crecimiento debido a que han emergido un mayor número de maquinarias, equipos y sistemas de monitoreo y control de datos



## Componentes\_Principales

Estructura física: **Sistema de sensores, Sistema de dron, Sistema de cámaras, Nodo de procesamiento local, Servidor en la nube**

Adquisición de datos, **adquisición de datos IoT(protocolos), adquisición de datos estándar(protocolos)**

Procesamiento, **Procesamiento de imágenes o vídeo, Carga de datos, Sistema de apoyo a la toma de decisiones, Extracción de datos**

Análisis de datos, **monitorización del campo, invernadero**

## Sensorización\_Terrestre

Sensores de temperatura, humedad,, flujo de aire, CO2, presión, luz y humedad( tecnologías de detección). Características fiabilidad, memoria, portabilidad, durabilidad, cobertura y eficiencia computacional.

Fotoelectricidad, electromagnetismo, conductividad y ultrasonidos, se utilizan para estimar la textura y estructura del suelo, el nivel de nutrientes, la vegetación, la humedad, el vapor, la temperatura, etc. Características, Ancho de banda bajo, Bajo consumo de energía, Alta disponibilidad de los datos, Escalabilidad

## IoT-WSN

IoT se dividen en siete categorías principales, Sistema Global de Comunicaciones Móviles o GSM),Redes de área personal inalámbricas (WPAN), Redes de área regional inalámbricas (Cognitive Radio/WRAN), Redes de malla, Redes punto a punto (P2P) y Redes de área amplia de baja potencia (LPN/LPWAN).

IoT friendly- WSN, adoptando estándares más genéricos en términos de comunicación, permitiendo el acceso remoto a Internet e implementando algoritmos inteligentes para el meta-procesamiento de los datos con el fin de mejorar la supervisión y/o el control

Extensiones agrícolas, la alta temperatura y la alta humedad son dos fenómenos muy comunes

Invernaderos, la humedad relativa puede superar el 80% durante largos periodos de tiempo

## Sensorización\_Remota

Beneficios de los satélites para la monitorización de la agricultura consistente en una información en tiempo real, una frecuencia temporal y una alta resolución temporal.

Se ha mejorado con la incursión de satélites y constelaciones

Volumen de datos procesamiento alto  
Solución varias agencias preprocesan y ofrecen datos en diversas plataformas

Sensores a bordo de plataformas en satélites o ser aeroportados por aviones o drones

Internet of Space Things,  
**MEO,LEO, VLEO**



# AnálisisDiseño



**CLOUD, Edge Computing,** computación de borde o la computación en la niebla se consideran la columna vertebral de la computación en la nube  
Diseño de IoT basado en la nube, plataforma basada en cuatro capas:  
**Almacenamiento en la nube, Pasarela, Computación en la niebla, Módulos de hardware**

**BIG DATA,** métodos de supervisión de cultivos en diferentes etapas. Las redes neuronales proporcionan un módulo de detección y entrenamiento de datos

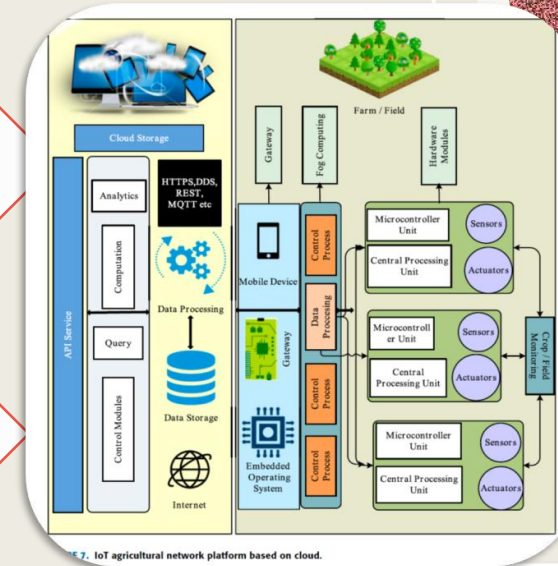
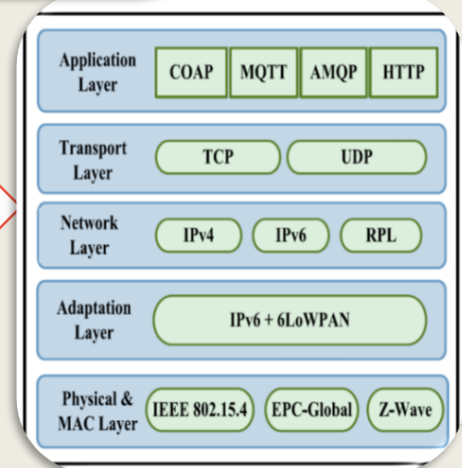


Fig. 5.7. IoT agricultural network platform based on cloud.

## REDES Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

Redes: arquitectura, plataforma, topologías y protocolos.

Los protocolos inalámbricos más utilizados son: IEEE 802.11 WIFI, 2G/3G/4 G-Mobile Communications Standards, LoraWan, WiMax, Low Rate Wireless Personal Area Networks, Bluetooth, RFID, y ZigBee



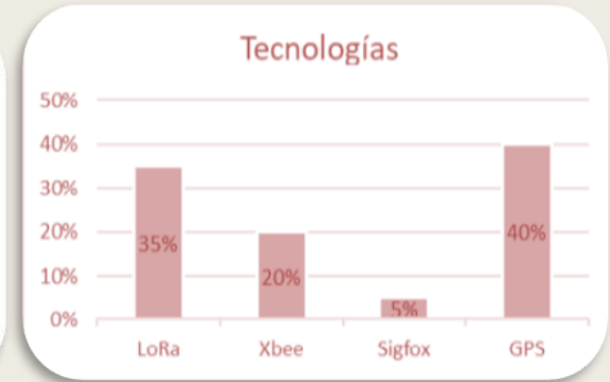
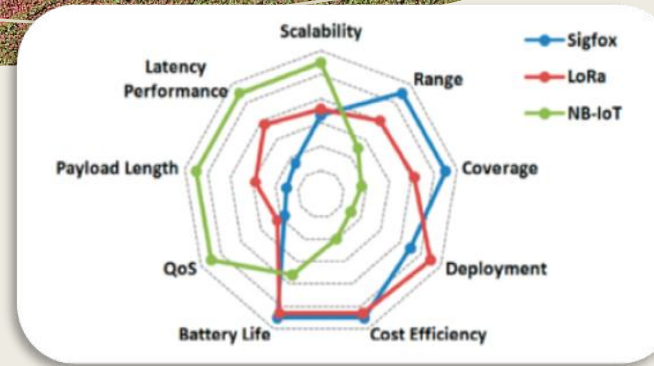
**ROBÓTICA,** Agribots realizan funciones elementales y se controlan mediante IoT

Agricultura 5.0 implica el uso de robots y algunas formas de IA



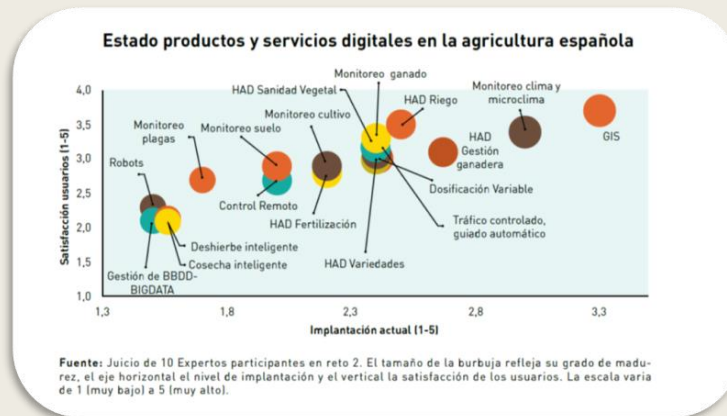


GIS, monitoreo del clima y microclima, Herramientas informáticas de Ayuda a la Decisión (HAD), apps y plataformas de servicios



**Tecnologías para las aplicaciones de la IoT, para intercomunicar diferentes dispositivos y protocolos**

## Estado de Productos y Servicios Digitales en la Agricultura Española

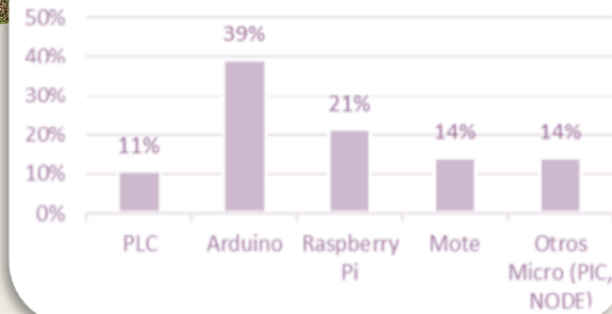


Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee y las redes celulares  
LPWAN más populares son SigFox, LoRa y NB-IoT  
GPS, LoRa, Xbee y SigFox  
Zigbee, WiFi, Bluetooth y GSM

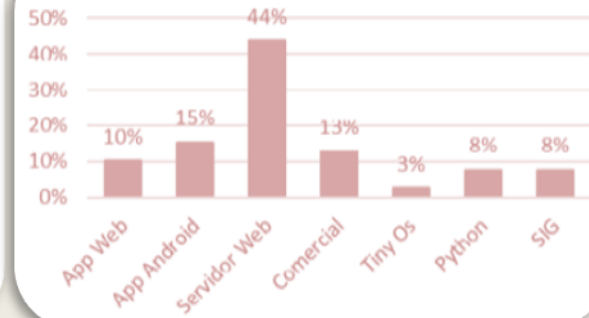


Dispositivos de medición de temperatura y humedad, identificación por radio frecuencia (RFID), luminosidad, nivel de acidez (pH), intensidad de rayos ultravioleta, sensores de nivel, sensores espectrales, sensores de oxígeno disuelto, sensores de movimiento, sensores de flujo, sensores de contenido de agua, sensores de dióxido de carbono y por cámaras.

### Sistema embebido



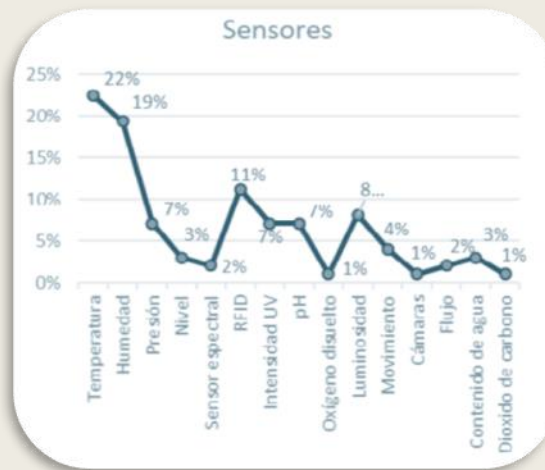
### Programa (software) utilizado



## Sistemas Embebidos

## Software Implementado

## Sensores

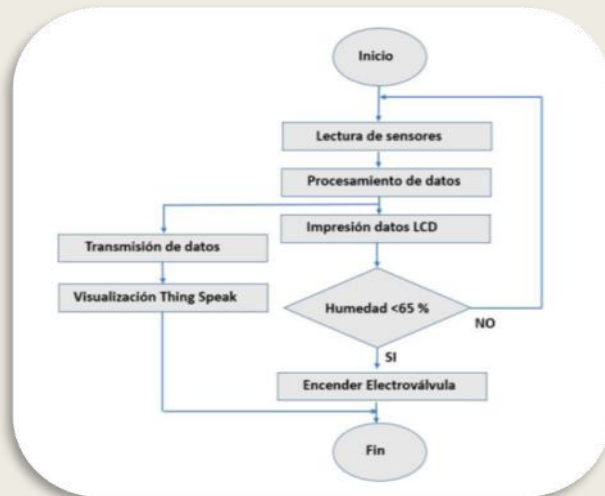


Controlador lógico programable (PLC), Arduino (microcontrolador), Raspberry Pi (sistema embebido con sistema operativo), sensores de nodo (Mote), controlador programable de interrupciones (PIC), NODE (microcontrolador)

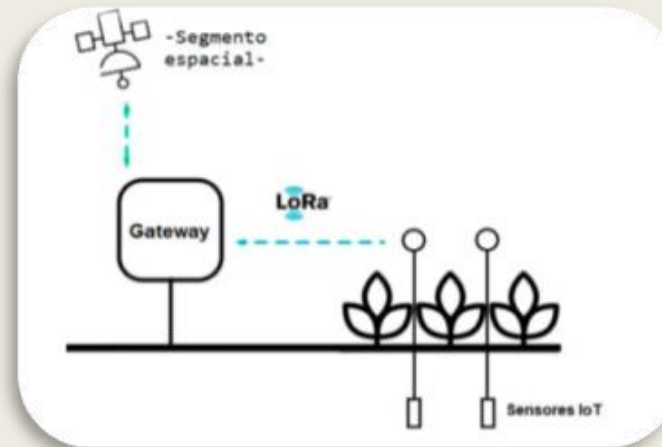
Aplicaciones webs, aplicaciones móviles, servidores web, programas comerciales, sistema operativo Tiny, Python, SIG (sistemas de información geográfica).



Invernadero Sistemas de control y automatización del riego

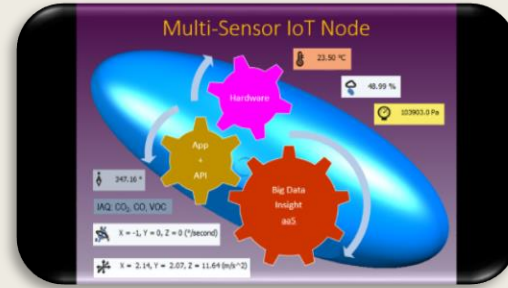


Áreas extensas y remotas en zonas rurales



Algoritmos de aprendizaje automático: **Detección de líneas curvas y rectas en campos de maíz**, **Detección de variedad y estado de maduración de ciruelas**, **Detección de plagas en tomates**





Redes 5G: Proyecto ATHOS 5G, **máquina recolectora** dotada de inteligencia artificial, Proyecto 5G FieldLab , Proyecto de plantación de kiwis, **Root-AI**(robot móvil autónomo), VineRobot(robot agrícola terrestre no tripulado), **DronFruit** (gestión de frutales mediante drones y visión artificial), Prueba experimental para evaluar el estado de concentración de nitrógeno en la planta del arroz, **BeanIoT**, Agri-Gaia an AI ecosystem

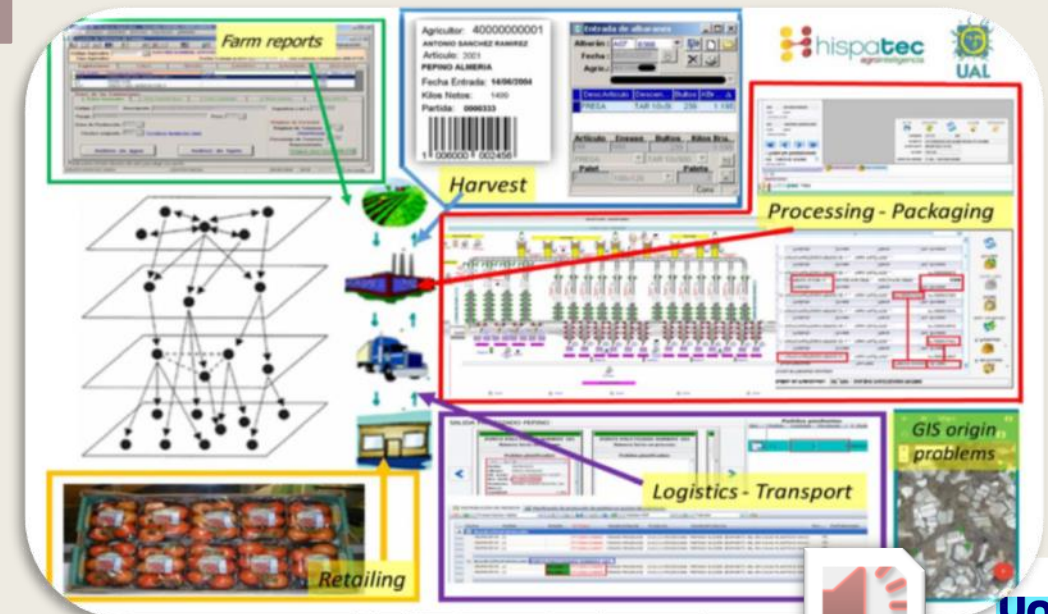


**Blockchain, tecnología en el ámbito de las cadenas de valor , IBM Food Trust**

Machine Learning

Deep Learning (DL)

**IA (Artificial Intelligence)**



### ¿Qué es la agricultura inteligente?

La agricultura inteligente (AI) representa la unión de las modernas tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la agricultura, lugar a lo que puede narse una Tercera Revolución Verde (TRV).

Las nuevas tecnologías al alcance del agricultor, ligadas con la AI, van a comportarse como:

- "ojos suplementarios" (captadores instalados sobre los equipos o sobre los satélites) encargados de observar las parcelas y generar información para la elaboración de las bases de datos,
- "memoria suplementaria" para el almacenamiento y análisis (Sistemas de Información Geográfica)
- "brazos suplementarios" capaces de accionar en el momento preciso los mecanismos necesarios para modificar las condiciones de trabajo de los equipos.

Mejora de toma de decisiones o raciones y gestión de la ración más eficientes.

### Las bases de la agricultura inteligente:

- ◊ **variabilidad espacial y temporal del suelo**
- ◊ **factores que afectan al cultivo**

**son aspectos ya tenidos en cuenta a lo largo de la historia de la agricultura**

Las nuevas tecnologías al alcance del agricultor, ligadas con la AI, van a comportarse como:

- "ojos suplementarios" (captadores instalados sobre los equipos o sobre los satélites) encargados de observar las parcelas y generar información para la elaboración de las bases de datos,
- "memoria suplementaria" para el almacenamiento y análisis (Sistemas de Información Geográfica)
- "brazos suplementarios" capaces de accionar en el momento preciso los mecanismos necesarios para modificar las condiciones de trabajo de los equipos.

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

Organizadas en relación toma de decisiones:

- 1) **Control y monitoreo**
  - Monitorización del Medio clima, cultivo, instalacion
  - Capturar un volur informacion con precision y frecuencia
  - Poner a disposici profesional de la agri y ganaderia o a tr máquinas, intelligen actúan automática

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo



### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

### El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo

El empleo de estos supone una inversión y persona agrícola. Por eso de embarcarse en las tecnologías, deberá tener en cuenta qué objetivo



# Conclusiones

**Objetivos** objetivos planteados se han cumplido, comparar y analizar, aprender técnicas idóneas, proponer diseños y capacitar a la comunidad agrícola

**TICs** TICs papel fundamental para mantener informados a quienes se dedican a la agricultura sobre las innovaciones agrícolas, las condiciones meteorológicas, la disponibilidad de insumos, etc. Acceso un gran número de servicios, la digitalización de las actividades agrícolas, crecimiento económico de las zonas rurales

**Tecnologías** Tecnologías más utilizadas vinculadas con sensores, IoT, Cloud, Apps de gestión, sistemas de guiado-control tráfico, robótica, inteligencia artificial y tecnologías RFID

**Agricultura 4.0** agricultura 4.0 es necesario regular los aspectos de intercambio de datos que garantice la equidad, la ética y los principios europeos del ecosistema digital.

**Reto** reto está en difundirlas, implementarlas, demostrar su utilidad y hacerlo transversalmente y de forma generalizada, además de promover acciones acordes con las tecnologías disponibles, Impulso de proyectos pilotos y acciones demostrativas proyectos pilotos y acciones demostrativas





**Muchas Gracias**

