



www.fundacionsahed.com

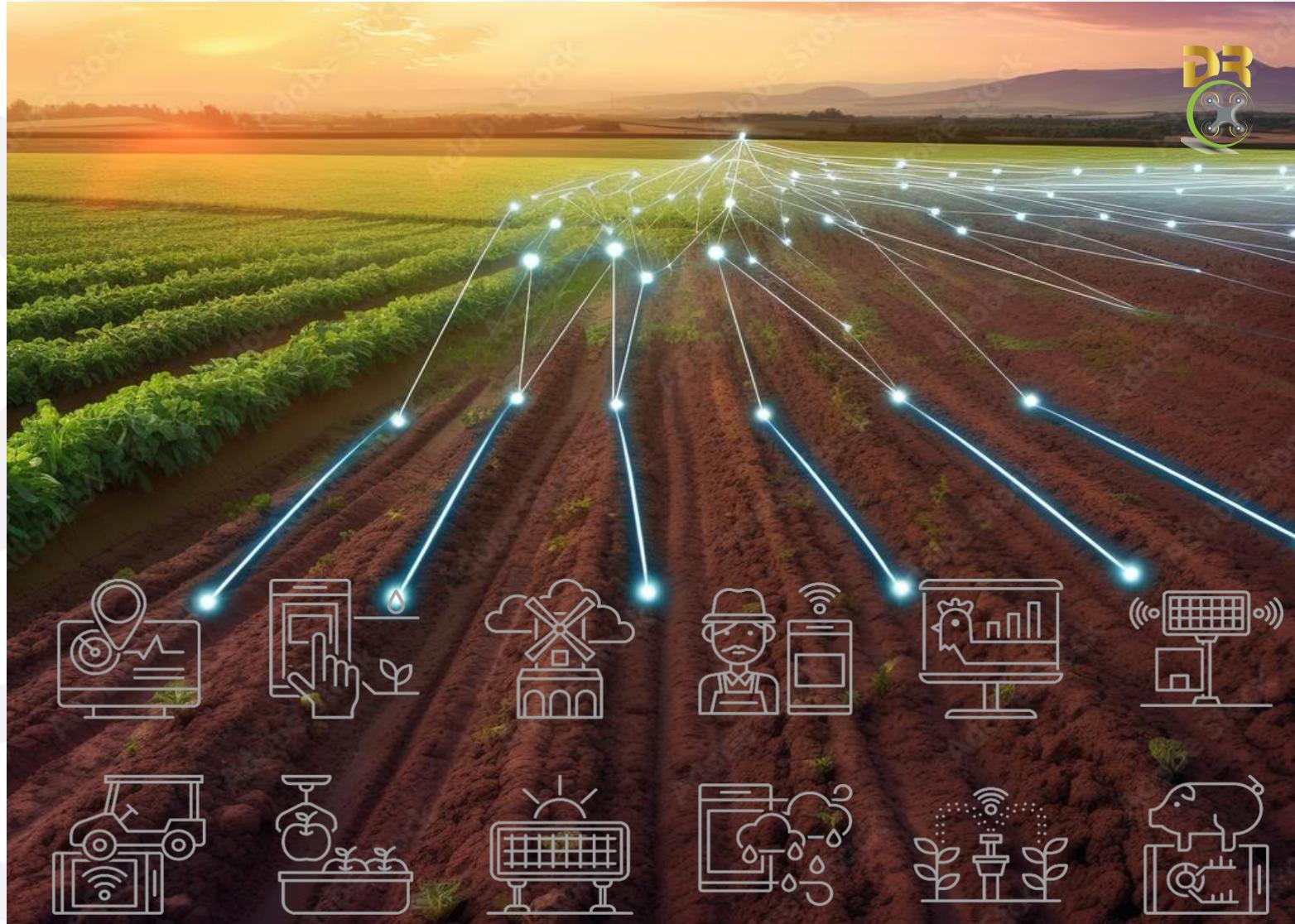
[Linkedin](#) [Twitter](#) [Instagram](#) [Facebook](#) sahedcolombia

TENDENCIAS, USOS Y APLICACIONES DE LA AGROINDUSTRIA 4.0



El conocimiento
es de todos

Minciencias



 **Sahed**


SGR
Sistema General de Regalías


**Gobernación de
Córdoba**
Ahora le toca al pueblo

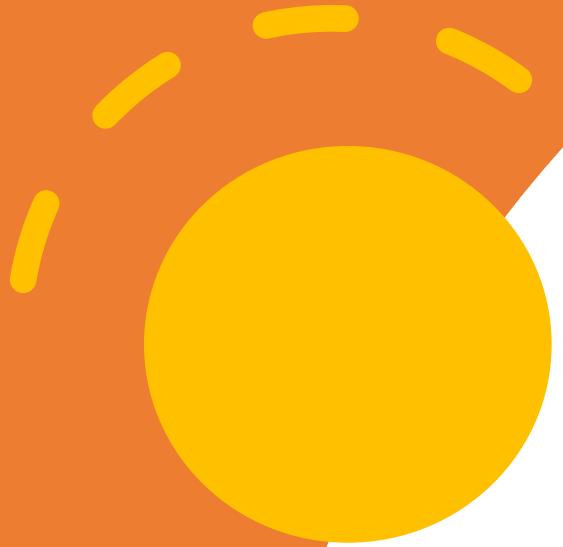

El conocimiento
es de todos Minciencias


BioHor-N



CONTENIDO

1. Agricultura Digital
 - a. Definiciones
 - b. Desarrollos Tecnológicos
2. Tendencias actuales
 - a. Sensores
 - b. Drones
 - c. Imágenes satelitales
 - d. Tecnologías de Conectividad
 - e. Manejo de datos asistido por software
 - f. Big Data, Data Analytic, IoT (Internet of Things), Blockchain, IA y Machine Learning
3. Automatización de procesos y robots
 - a. Sensores y dashboard
 - b. Agrobots
 - c. Drones spayer



CLAUDIA MILENA SERPA IMBETT

- Científica, académica y emprendedora. Docente Universidad del Sinú - Montería. CEO de DR-Innova SAS
- Ingeniera Física y Magister en Ciencias – Físicas (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín). Doctora en Ingeniería (Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Medellín). Pasantía Universidad de Campinas. Posdoctorado en Agricultura Digital.
- Investigador Asociado en MINCIENCIAS.
- Evaluadora de artículos científicos de revistas indexadas en bases de datos internacionales en el área de fotónica, fibras ópticas y procesamiento de luz.
- Autora y coautora de más de 20 artículos científicos y ponencias en conferencias nacionales e internacionales, además ha participado en procesos de patentamiento nacionales e internacionales relacionadas con fibras ópticas especiales para telecomunicaciones y sensores especializados.
- Actualmente Directora científica de los proyectos: "*HYPERCORN - Sistema de supervisión predictivo para la detección temprana de hongos en cultivos maíz como herramienta para toma decisiones fitosanitarias anticipadas que eviten pérdidas del cultivo en Córdoba – CRIEE de Córdoba y MINCIENCIAS*" , y "*Procesamiento de Espectros e Imágenes multiespectrales de índice de vegetación a partir de técnicas de Segmentación e Inteligencia Artificial para la caracterización espacio-temporal y de calidad de forraje – POSDOCTORADO MINCIENCIAS – Entidad Operadora AGROSAVIA (en proceso)*"

CARACTERISTICAS DE LA TECNOLOGÍA

- ✓ Tecnología digital óptica basada en espectrofotómetros, cámaras multiespectrales en drones y mediciones meteorológicas.
- ✓ Monitoreo de cultivo para predicción de hongos.

HYPERCORN - Sistema de supervisión predictivo para la detección temprana de hongos en cultivos maíz como herramienta para toma decisiones fitosanitarias anticipadas que eviten pérdidas del cultivo en Córdoba

Proyecto CRIEE – MINCIENCIAS, 2023



CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA

- Caracterización espacio-temporal de forrajes usando espectrómetros ópticos y medidas de índice de vegetación.
- Técnicas de procesamiento de imágenes, espectros e IA.

Procesamiento de Espectros e Imágenes multiespectrales de índice de vegetación a partir de técnicas de segmentación e inteligencia artificial para la caracterización espacio-temporal y de calidad de forraje

Proyecto Posdoctorado – MINCIENCIAS, AGROSAVIA 2024



1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la agricultura digital?
- ¿Qué es la agricultura de precisión?
- ¿Qué es la agricultura 4.0?

La **Agricultura Digital** es una agricultura basada en datos del sistema (cultivo), donde los datos recopilados se pueden analizar y procesar con el uso de sistemas informáticos para la toma de decisiones en procura de una mayor eficiencia, rendimiento y sostenibilidad del cultivo.

Definición tomada de: Saiz-Rubio, V. (2023). Digital Agriculture. In: Zhang, Q. (eds) Encyclopedia of Smart Agriculture Technologies. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89123-7_13-1

Datos del cultivo se recopilan con dispositivos de medición:

- **Sensores de variables física o químicas** (Humedad, Temperatura, Radiación, PH, Clorofila u otro valor relacionado con el estado biológico de la PLANTA, o e AMBIENTE).
- **Sensores Remotos** que consisten en cámaras ópticas que detectan luz y que son parte de sistemas satelitales, o pueden ser portadas por sistemas mecánicos (trípodes, robots o drones).



1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la Agricultura Digital?
- ¿Qué es la Agricultura de Precisión?
- ¿Qué es la Agricultura 4.0?

Los **datos digitales** que se obtienen en sistemas de visualización es información que se **procesa**. En algunos casos es comprensible en forma de imágenes, mapas o gráficos cartesianos; en otros deben ser convertidos para que puedan ser interpretados por productores u otros profesionales de la agricultura. El objetivo es que puedan tomar decisiones acertadas y ágiles para el tratamiento del cultivo; objetivo final del uso de la **Agricultura Digital**.

1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la Agricultura Digital?
- ¿Qué es la Agricultura de Precisión?
- ¿Qué es la Agricultura 4.0?

La **Agricultura Digital** incluye principios de la **Agricultura de Precisión**. El objetivo de la **Agricultura de Precisión** es utilizar insumos mínimos para lograr una tarea en el lugar correcto y en el momento correcto; es decir, usando sólo lo que se necesita, dónde y cuándo se necesita con el objetivo de maximizar las ganancias a través del aumento de la productividad del cultivo.

1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la **Agricultura Digital**?
- ¿Qué es la **Agricultura de Precisión**?
- ¿Qué es la **Agricultura 4.0**?

Cuando las tecnologías digitales se incorporan a la **Agricultura de Precisión**, las granjas se convierten en escenarios de toma de datos que deben ser procesados, tratados e interpretados para ejecutar acciones en búsqueda que conlleve a mejorar la eficiencia, la producción y la sostenibilidad.

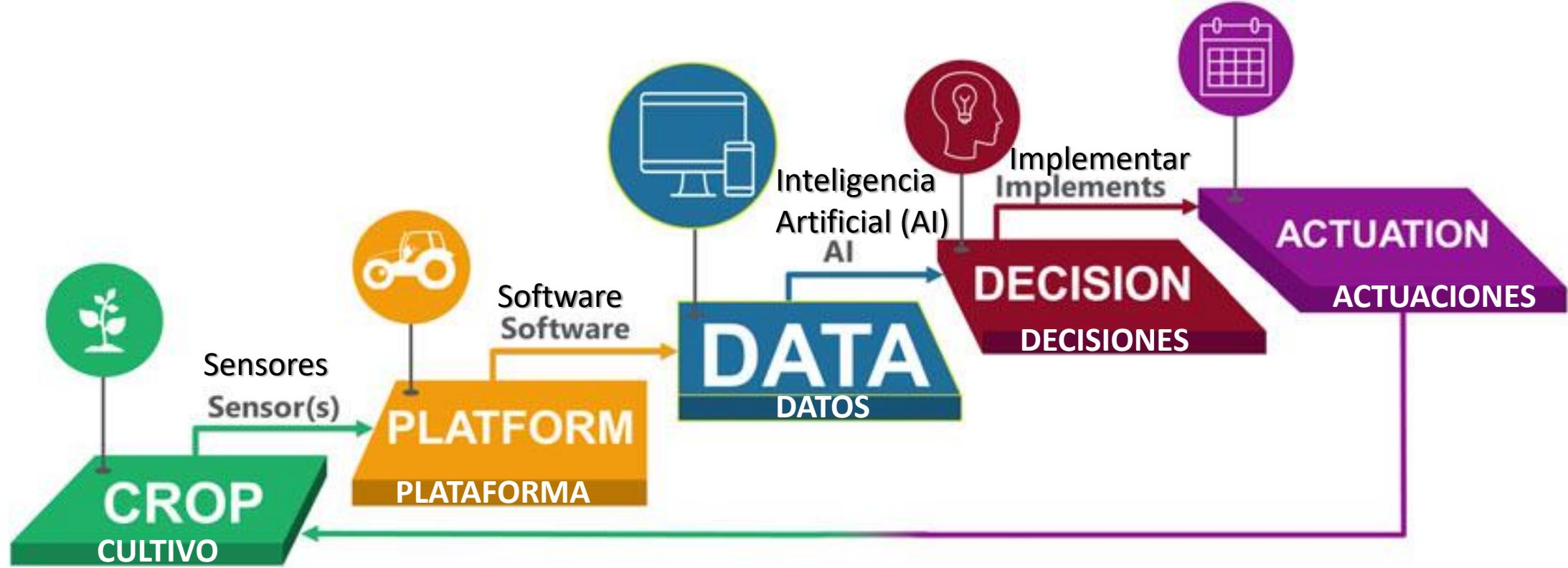


Figura 1. Sistema completo de agricultura digital: desde los datos no procesado hasta la actuación (ejecución de acciones). Adaptado de: Saiz-Rubio V, Rovira-Más F (2020) From smart farming towards agriculture 5.0: a review on crop data management. *Agronomy* 10(207):21. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>

1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la Agricultura Digital?
- ¿Qué es la Agricultura de Precisión?
- ¿Qué es la Agricultura 4.0?

Agricultura 4.0 es un conjunto de tecnologías centradas en la digitalización de los procesos agrícolas. Se trata de equipos, software y sistemas soportados en la telemática y la gestión de datos con tecnologías digitales 4.0 que buscan mejorar el proceso de producción de principio a fin, haciéndolo más rápido, económico y sostenible.

1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la Agricultura Digital?
- ¿Qué es la Agricultura de Precisión?
- ¿Qué es la Agricultura 4.0?

Tecnologías digitales 4.0 son: Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), Big Data, la Inteligencia Artificial (AI) y la Robótica para ampliar, agilizar y hacer más eficientes las actividades que afectan a toda la cadena de producción que garantice la seguridad alimentaria, dando lugar a las Smart Farming.



IoT



DRONES



BIG DATA

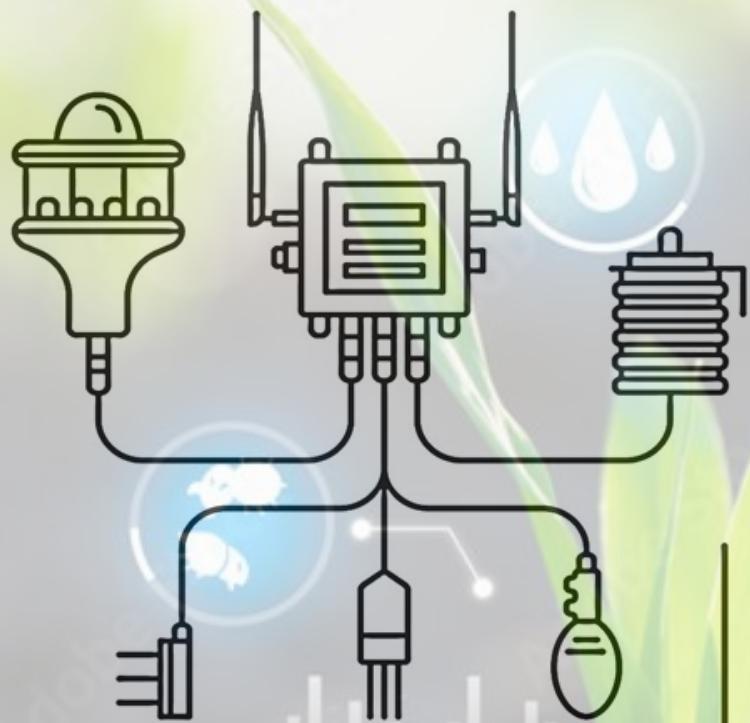
ROBOTS



SMART FARMING



SMART FARMING



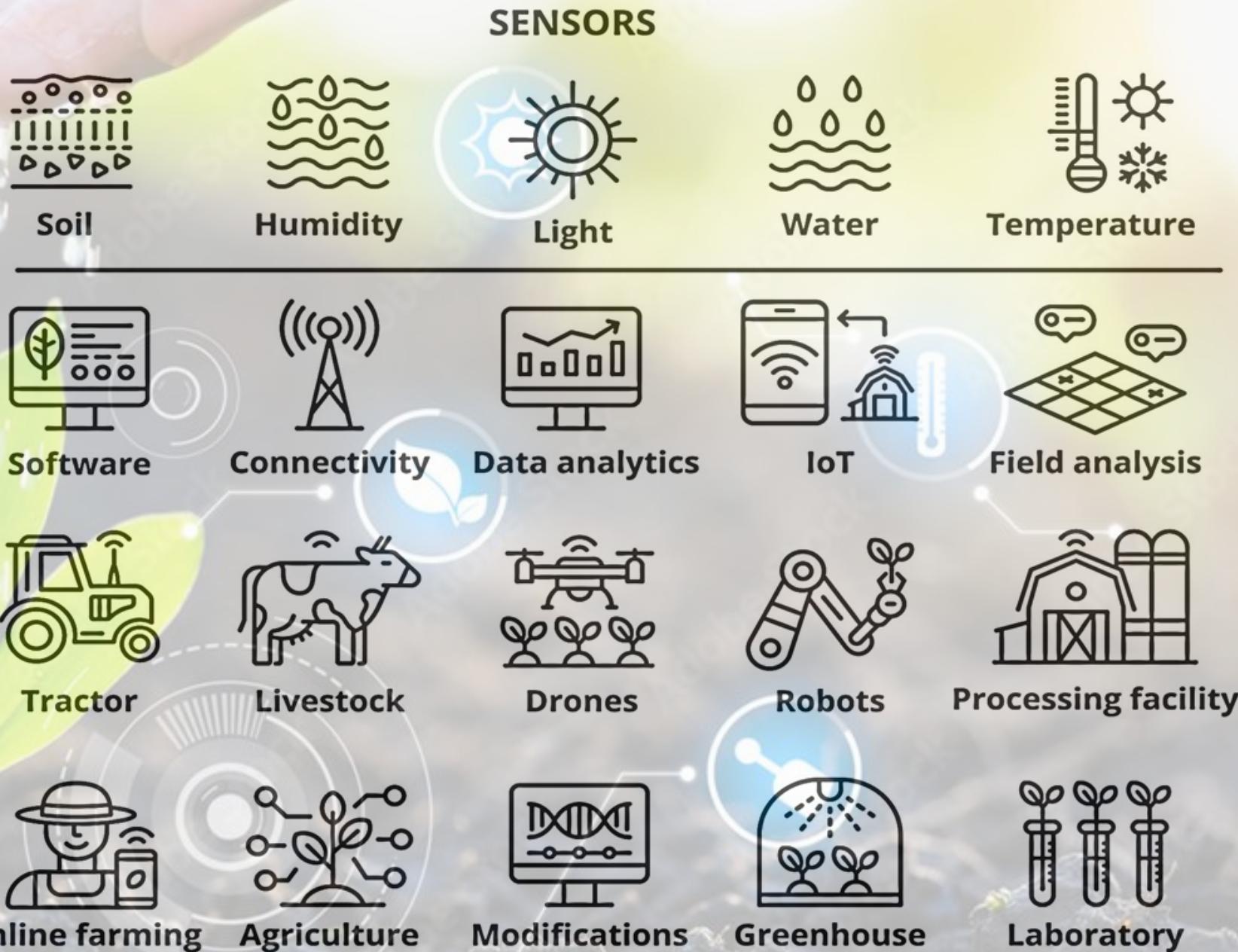
LOCATION



GPS



Satellite



1. Agricultura Digital

a. Definiciones

- ¿Qué es la Agricultura Digital?
- ¿Qué es la Agricultura de Precisión?
- ¿Qué es la Agricultura 4.0?

- ✓ ¿Realidad Tecnológica?
- ✓ ¿Cómo se articula con la realidad económica y las necesidades de los agricultores de diferentes tamaños (pequeño, medio o grande) que pueden encontrar una solución viable en la agricultura digital?
- ✓ ¿Cómo realizar una valoración de las expectativas y del valor del servicio tecnológico?

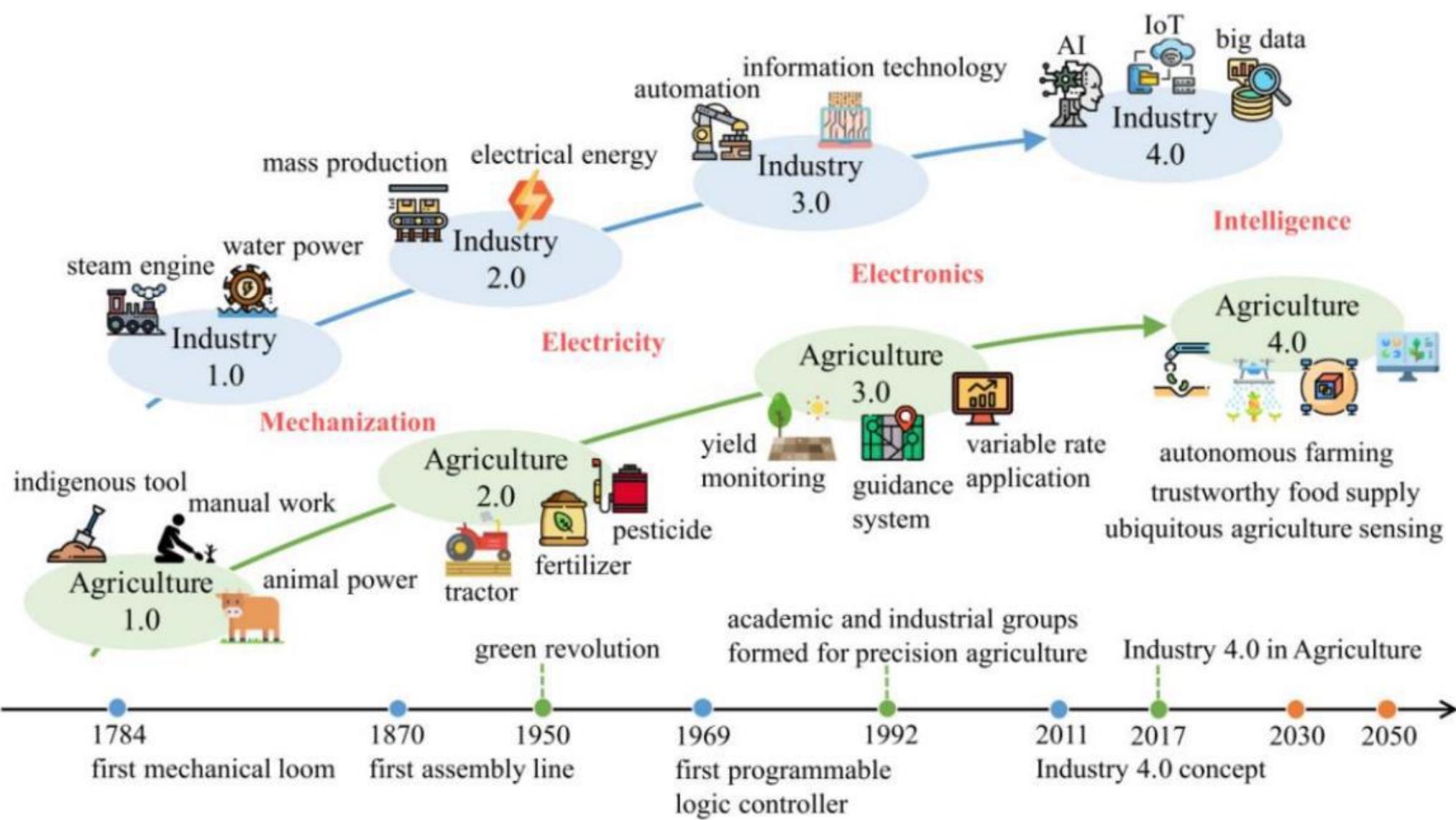


Figura 2. Agricultura Digital: ¿Por que se adopta?

Conectando los procesos de manejo del agua, energía y alimentos para un sistema integrado de alimentos sostenibles. Tomado de: Marco Brini . Digital Agriculture Works

	Digital agricultural technologies										
	Management								Novel foods	Connectivity	
Ecosystem services	Big data	AI and machine learning	Robotics and automation	Genetics	Sensors	CEA	UAV and remote sensing	Precision agriculture	Cellular ag	Blockchain	Other
Air quality improvement	—	1	—	—	1	—	1	1	—	—	—
Biodiversity enhancement	4	2	2	7	3	—	3	4	—	1	—
Biomass production	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Climate regulation	7	4	5	12	9	2	3	10	7	2	1
Disease reduction	2	—	—	5	1	—	—	1	1	3	3
Energy efficiency	—	—	—	1	1	—	—	—	2	—	—
Herbicide and pesticide reduction	3	5	3	7	4	—	3	6	1	—	—
Land footprint reduction	4	3	3	4	5	1	2	7	3	1	—
Nitrogen fixation	—	1	1	2	—	—	—	1	1	—	—
Nutrient management improvement	14	7	8	10	18	2	8	26	6	3	8
Pest reduction	—	4	2	6	4	1	3	3	—	—	—
Pollination enhancement	—	1	1	1	1	—	1	1	—	—	—
Soil health improvement	—	4	3	3	4	1	3	4	1	—	—
Waste reduction	3	1	2	4	2	—	1	4	1	4	4
Water management	2	4	4	2	6	2	3	5	1	2	1

Colouring of cells show count percentiles, the darkest colours representing the 90th percentile of all recorded values in the table. AI, artificial intelligence, CEA, Controlled-environment agriculture, UAV, unmanned aerial vehicle.

Figura 3. Qué tecnología de agricultura digital y para qué? Mapeo de Tecnologías y Servicios. Tomado de: Marco Brini . Digital Agriculture Works

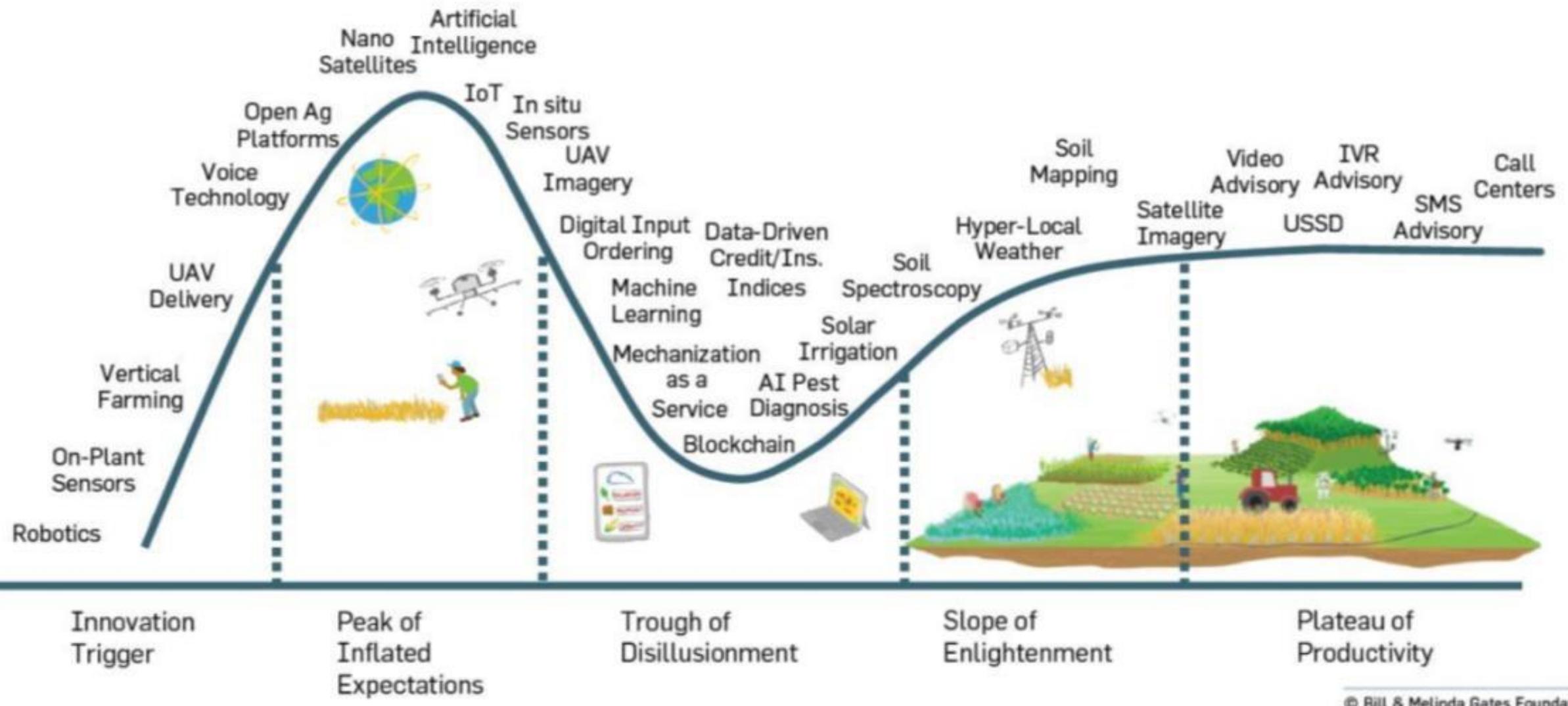


Figura 4. Pequeños agricultores: Expectativas. Tomado de: Marco Brini . Digital Agriculture Works



Figura 5. ¿Cuál solución de agricultura digital es más necesitada por un agricultor con finca medio-grande? : Expectativas. Tomado de: Marco Brini . Digital Agriculture Works

1. Agricultura Digital

b. Desarrollos Tecnológicos

(Imágenes Satelitales, Drones, Apps y Dashboard, Agrobots, Sensores, IoT, Data Analytic, BigData, Inteligencia Artificial, Machine Learning,)

- 1. Sensores y Robots** (Sensores ópticos de Imágenes, Sensores de Temperatura, Humedad, Radiación, Robots etc)
- 2. Sistemas de Visualización** (Apps y Dashboard)
- 3. Procesamiento de Datos** (Data Analytic, Big Data)
- 4. Sistemas de procesamiento de datos** (IA y Machine Learning)



ROBÓTICA



1. Agricultura Digital

b. Desarrollos Tecnológicos

(Imágenes Satelitales, Drones, Apps y Dashboard, Agrobots, Sensores, IoT, Data Analytic, BigData, Inteligencia Artificial, Machine Learning,)

ETAPA 1: Medición: Sensores del Cultivo o Ambiente y Sensores Remotos (Imágenes Satelitales o de drones)

ETAPA 2: Captura digital y transmisión de datos: Bluetooth, WiFi, GSM u otra tecnología de comunicación inalámbrica para que la captura digital del sensor sea transmitida a un laptop o celular.

1. Agricultura Digital

b. Desarrollos Tecnológicos

(Imágenes Satelitales, Drones, Apps y Dashboard, Agrobots, Sensores, IoT, Data Analytic, BigData, Inteligencia Artificial, Machine Learning,)

ETAPA 3: Sistema de Visualización y Almacenamiento de Datos (Dashboard, Apps, Conformación de Big Data)

ETAPA 4: Análisis de Información: Herramientas de procesamiento de información basadas en Data Analytic, algoritmos de Inteligencia Artificial o Machine Learning.

1. Agricultura Digital

b. Desarrollos Tecnológicos

(Imágenes Satelitales, Drones, Apps y Dashboard, Agrobots, Sensores, IoT, Data Analytic, BigData, Inteligencia Artificial, Machine Learning,)

ETAPA 5: Actuación: Ejecución de Decisiones basadas en procesamiento de datos digitales.

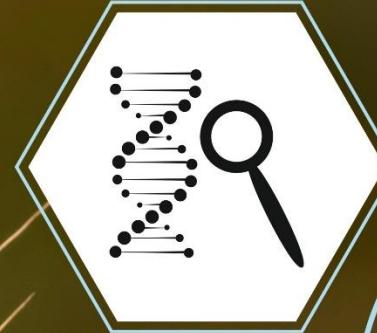


¿Conoces la
Agricultura 4.0?





Agriculture 4.0





ROBÓTICA



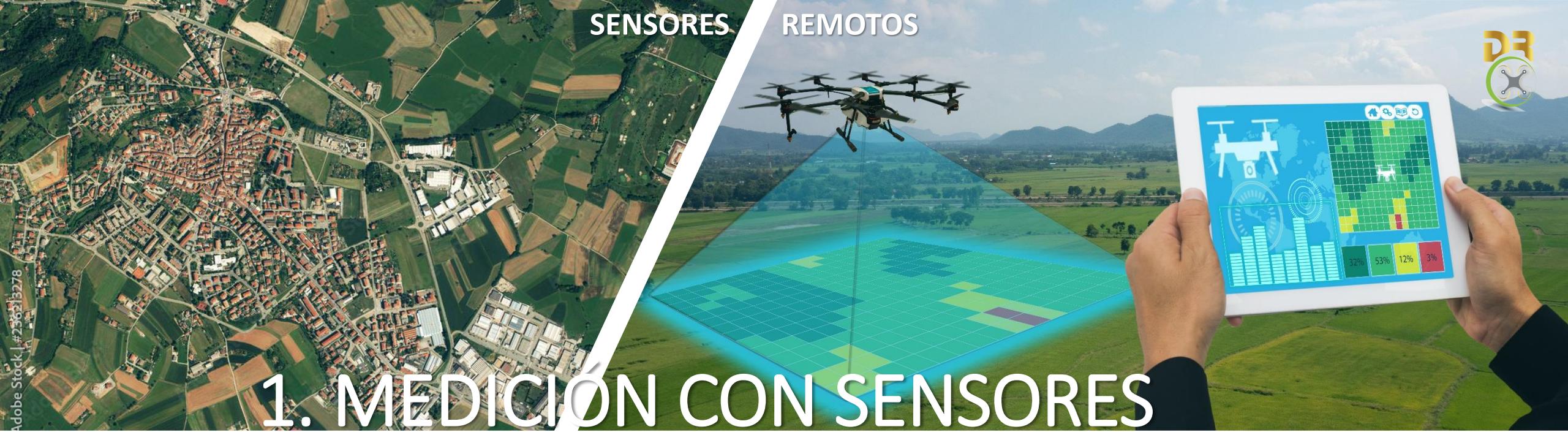
IA Y MACHINE LEARNING



BIG DATA



DRONES



1. MEDICIÓN CON SENSORES



2. CAPTURA DIGITAL Y TRANSMISIÓN DE DATOS



3. SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS





4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN



5. ACTUACIÓN



Conoce los elementos de la Agricultura
4.0 y proyectos en Córdoba



Entrenamiento Especializado en Procesos de Manufactura y 4a. Revolución Industrial.

Conferencia:
Tendencias, Usos y Aplicaciones en la Agroindustria
4.0.

Viernes 15 y 22 de septiembre – 8:30 am – 4:30 pm



Gobernación de
Córdoba
Ahora le toca al pueblo



El conocimiento
es de todos

Minciencias

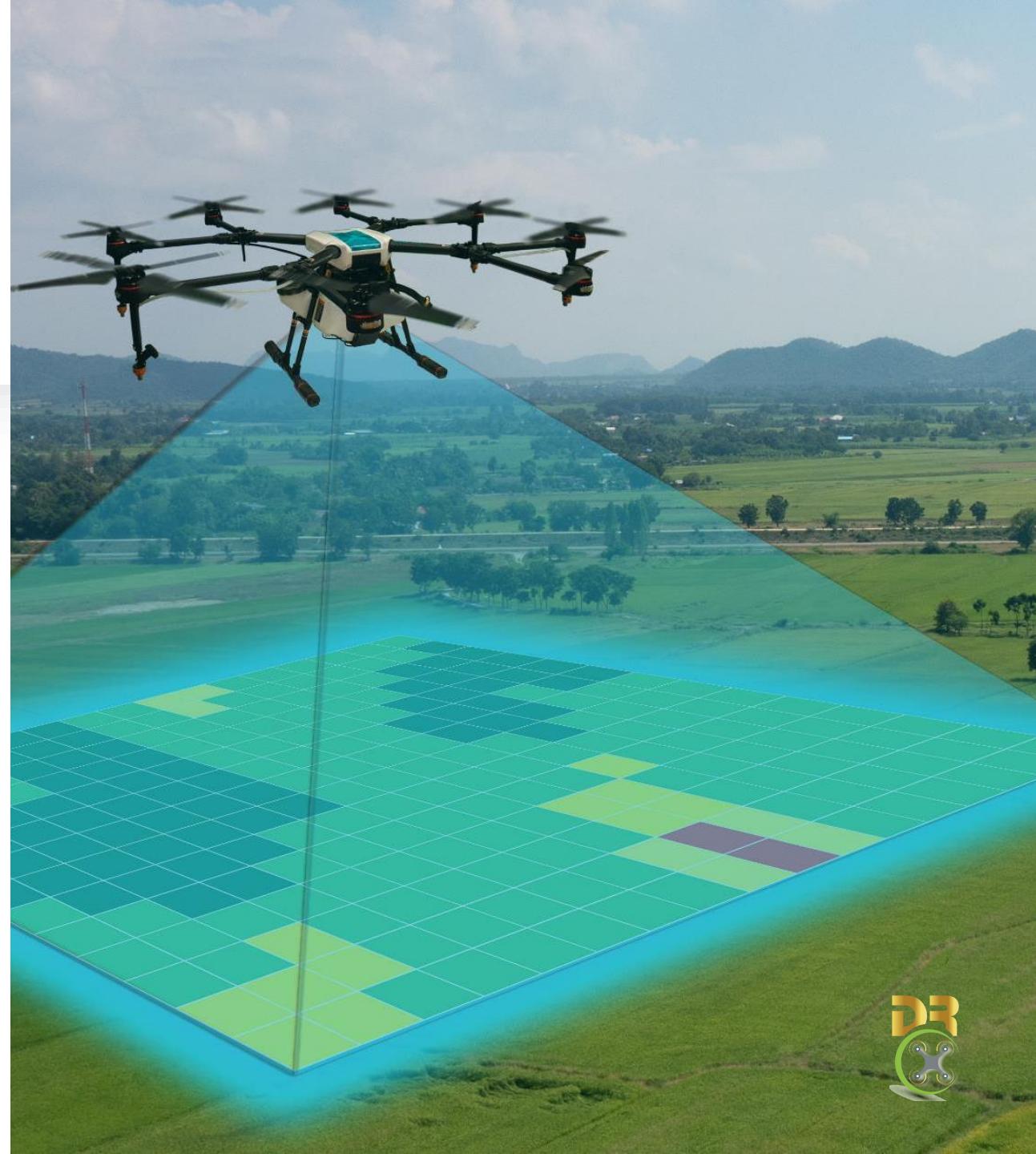


UNIREMINGTON
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1996



VIDEOS SUGERIDOS

- **La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0:**
<https://www.youtube.com/watch?v=37IeRmeGLUo>
- **Agricultura 4.0 - Transformación digital del agro:**
<https://www.youtube.com/watch?v=KPWCp77glms>
- **Agricultura 4.0 para afrontar el futuro:**
<https://www.youtube.com/watch?v=WccvffGgDms>
- **Agricultura 4.0 | Descubre todo al respecto:**
<https://www.youtube.com/watch?v=gOJWVM4lwrl>





HYPERCORN - Sistema de supervisión predictivo para la detección temprana de hongos en cultivos maíz como herramienta para toma decisiones fitosanitarias anticipadas que eviten pérdidas del cultivo en Córdoba

Proyecto CRIEE – MINCIENCIAS, 2023



Procesamiento de Espectros e Imágenes multiespectrales de índice de vegetación a partir de técnicas de segmentación e inteligencia artificial para la caracterización espacio-temporal y de calidad de forraje

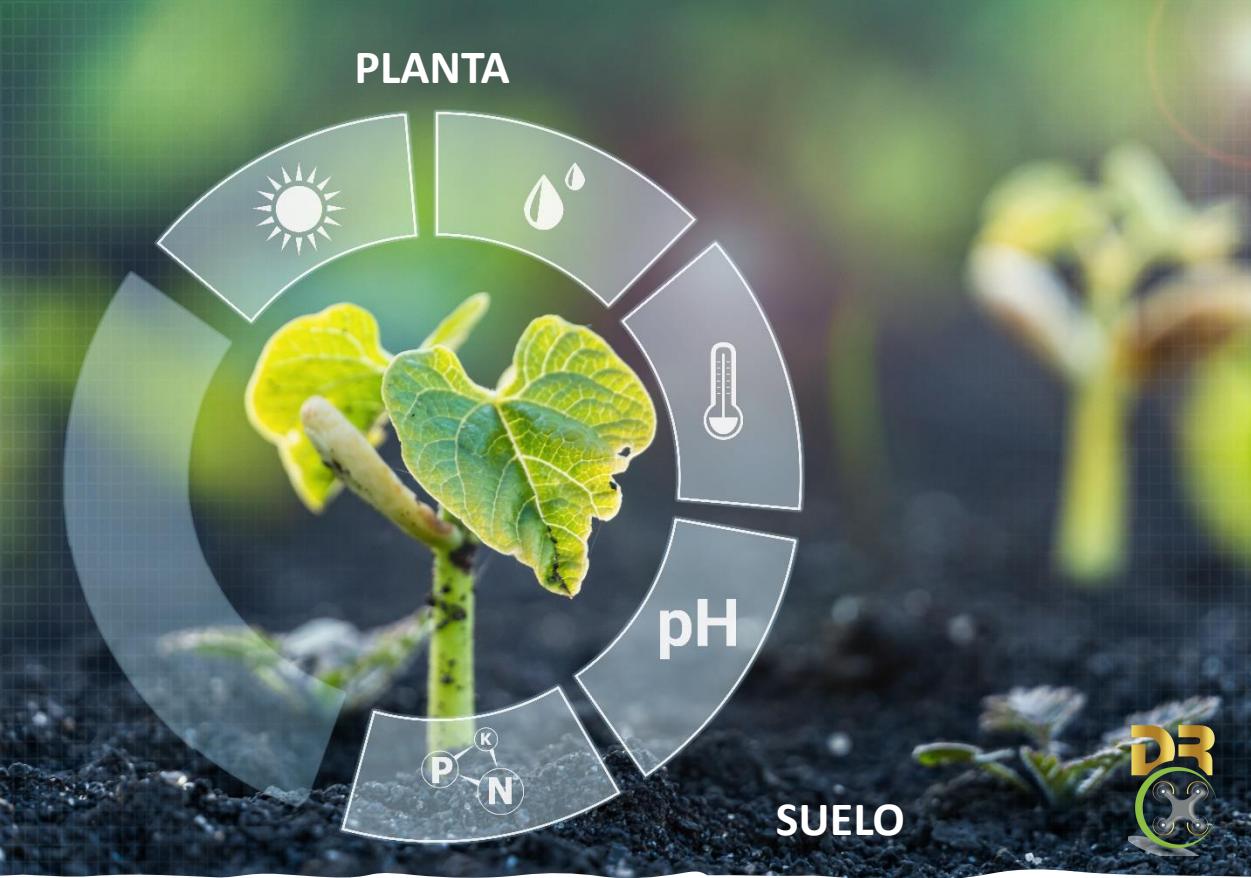
Proyecto Posdoctorado – MINCIENCIAS, AGROSAVIA 2024

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

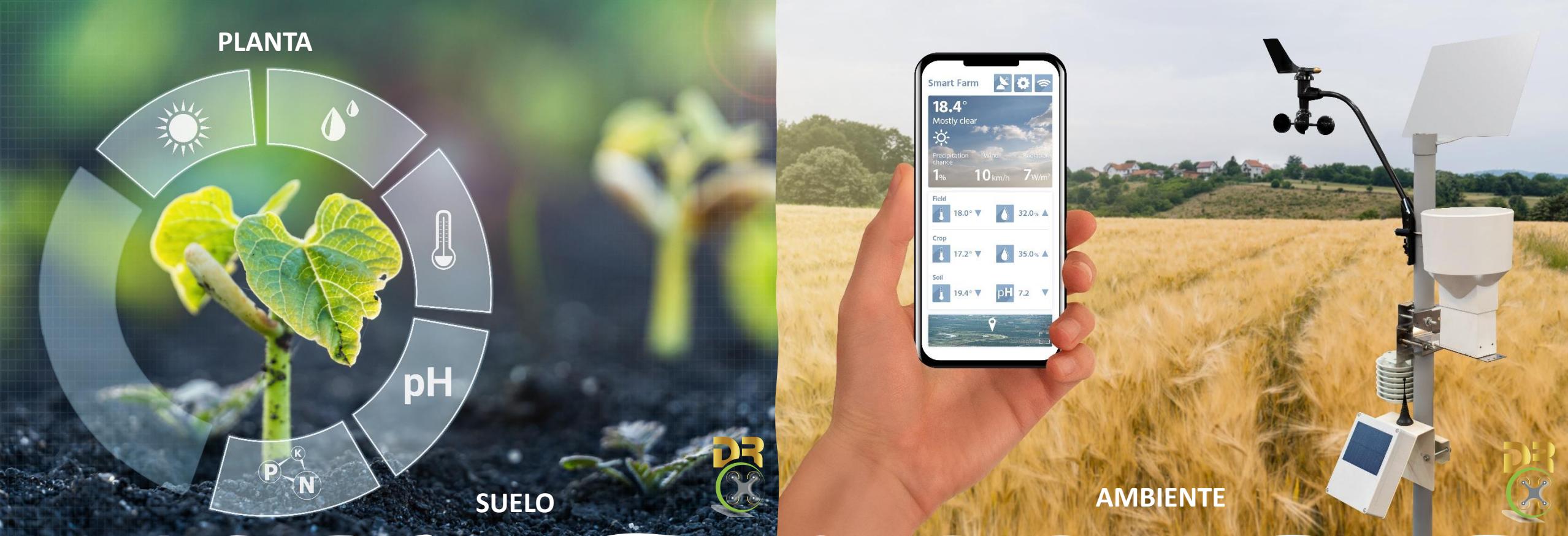
Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno (Definición: Oxford Language).

Un dispositivo capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas (variables de instrumentación), y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: intensidad lumínica, temperatura, distancia, aceleración, inclinación, presión, desplazamiento, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una variable eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica , etc.



Sensores para la captura de mediciones en la planta, suelo y ambiente

- Sensores de Temperatura (oC), Humedad (%), Radiación solar, PH, Fosforo, Nitrógeno.
- La tendencia es que dicha información sea transmitida de manera remota, a dispositivos de visualización con propósito de monitoreo.



Sensores para la captura de mediciones en la planta, suelo y ambiente

- En Agricultura 4.0 se usan sensores IoT o sensores inteligentes que son elementos electrónicos que llevan integrado un circuito, o se adapta para que sea compatible con los estándares de comunicación habituales en el mundo de Internet de las cosas (IoT, Internet of Things)

Estándares para conectividad IoT

Se han desarrollado varios estándares para la conectividad IoT, enfocados en la conectividad a internet: Estos incluyen los siguientes:

- **Bluetooth de baja energía** (red inalámbrica de área personal)
- **IEEE 802.11ah** (amplía el rango de conectividad para redes **Wi-Fi**)
- **Thread** (protocolo de red de baja potencia diseñado para productos IoT)
- **Zigbee** (Protocolo inalámbrico basado en IEEE 802.15.4)
- **Z-Wave** (Protocolo automatización de dispositivos de hogar)

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Pensados para el aumento de la productividad de cosechas en las fincas, y se constituyen uno de los elementos fundamentales para el desarrollo de la Agricultura 4.0; resaltando que es uno de los elementos con más expectativas en los actores involucrados en esta tecnología.

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Aplicaciones

- Optimización de insumos.
- Mitigación de riesgos agronómicos a través de análisis y monitoreo con cámaras especializadas adaptadas en su estructura.

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Acciones llevadas a cabo con drones

- Pulverización con drones para fumigación dirigida, y optimización en la aplicación de insumos.
- Monitoreo con cámaras especializadas para la detección temprana de plagas, enfermedades, deficiencias de nutrientes; protección de la cosecha contra el robo.

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. **Drones**
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

¿Qué es un drone?

Pequeño vehículo aéreo no tripulado, utilizado en el ámbito militar (para reconocimiento táctico desde gran altura, vigilancia del campo de batalla o guerra electrónica) y civil (vigilancia de manifestaciones, control de la contaminación y de incendios forestales, etc.) (Definición: Oxford Language)

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Definiciones comunes en Inglés y Español

- Vehículo aéreo no tripulado (VANT),
- UAV (del inglés unmanned aerial vehicle),
- RPAS (del inglés Remotely Piloted Aircraft System).

TIPOS DE DRONES



Adobe Stock | #51014514

| #227977773



CUADRUCOPTEROS



OCTOCOPTEROS



ALA FIJA



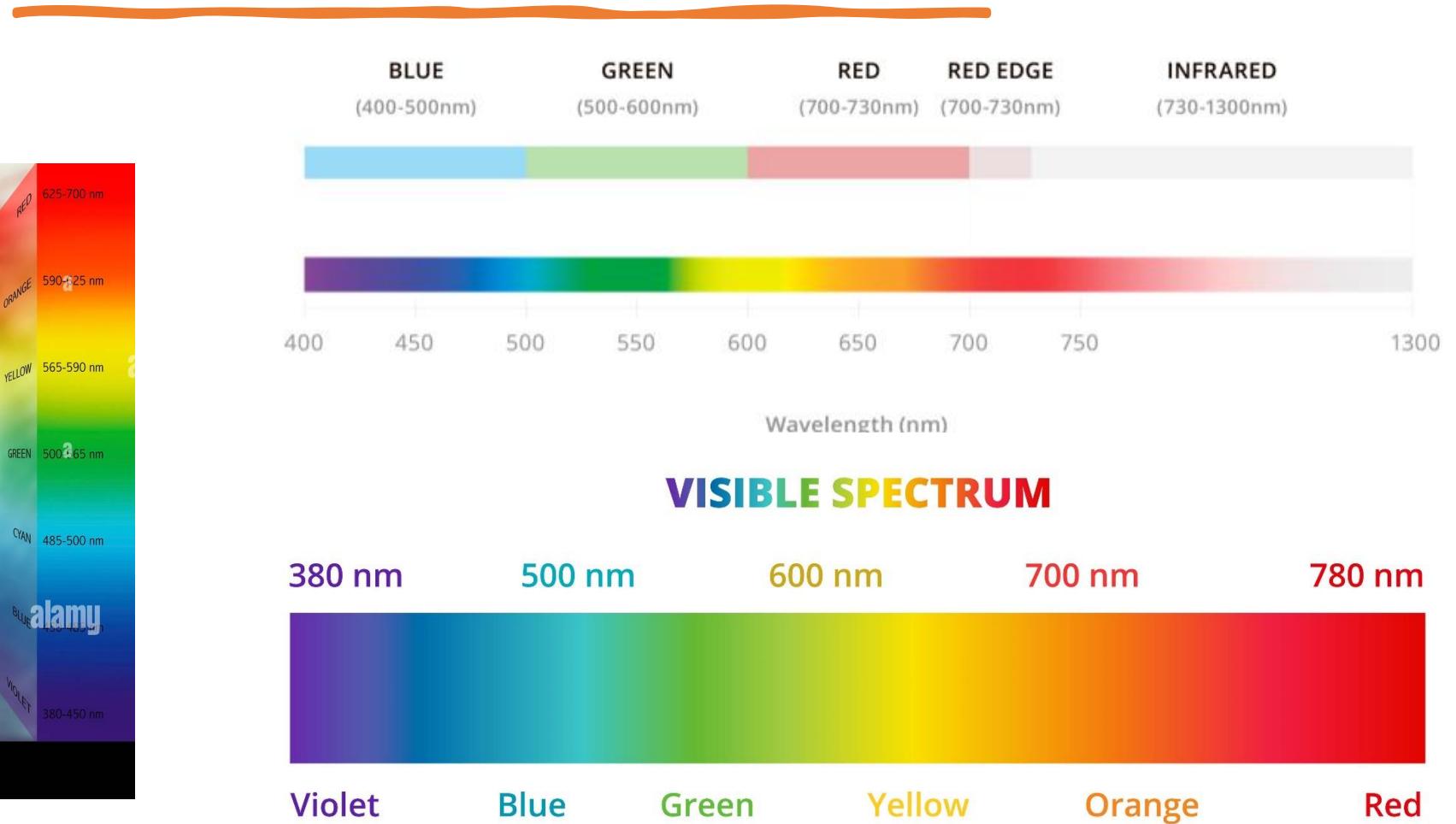
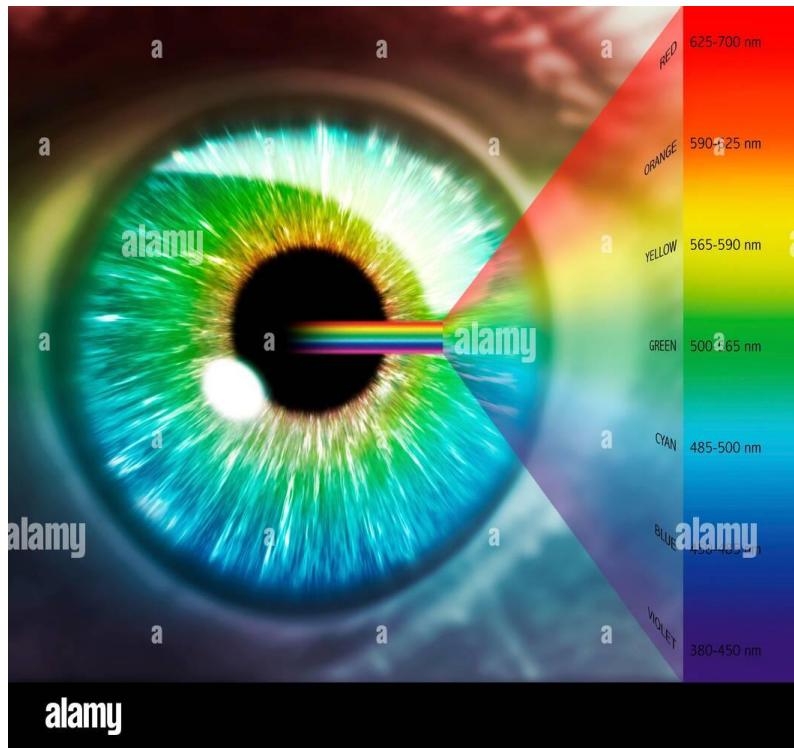
+ Cámara conformada
con sensores infrarrojo
térmico

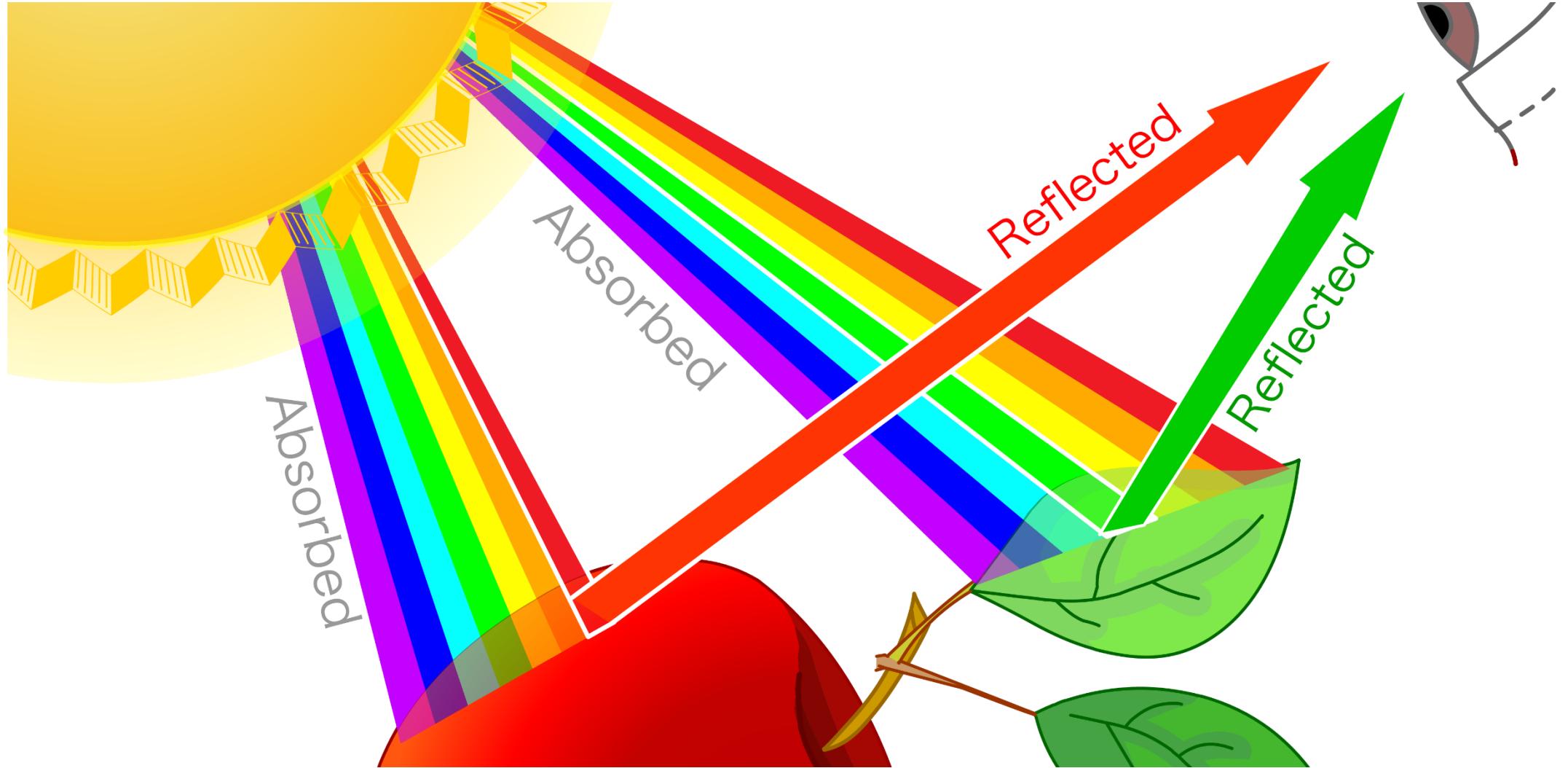
DRONES CON CÁMARAS ADAPTADAS A SU ESTRUCTURA



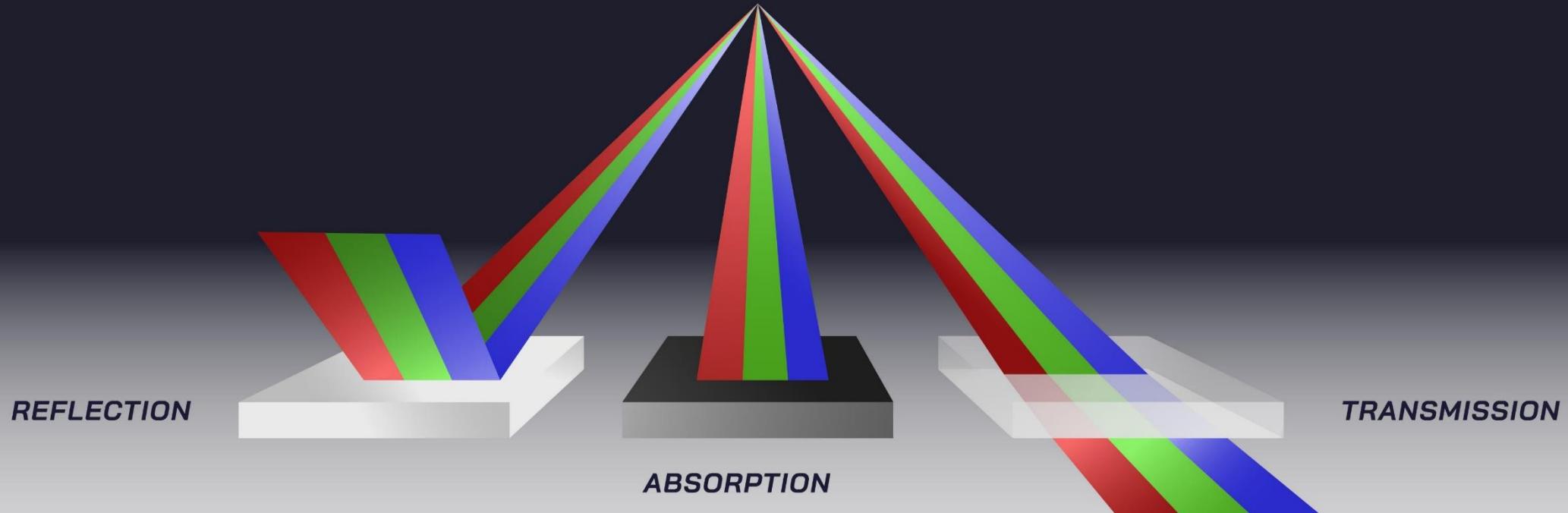
Cámara convencional + Cámara
conformada con sensores
infrarrojo ópticos

Espectro óptico

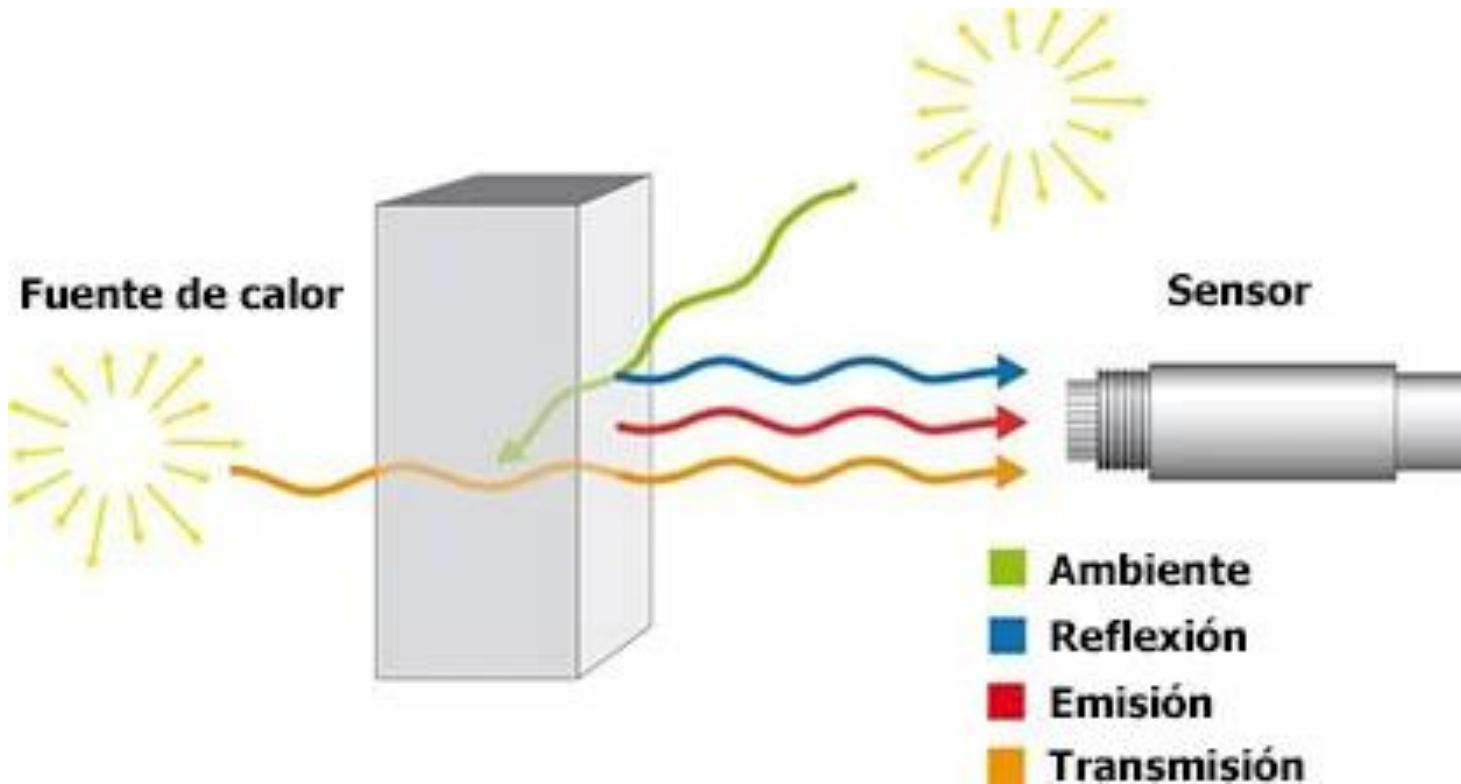




PROPERTIES OF LIGHT



Espectro Infrarojo



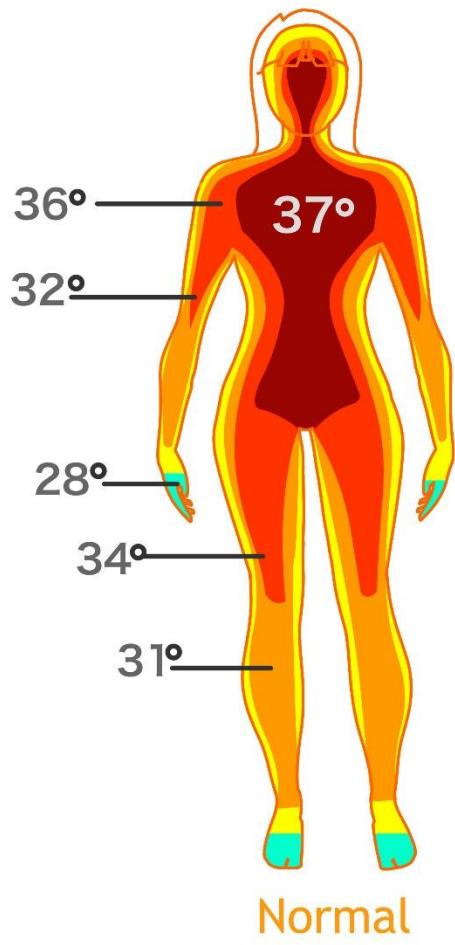
- <https://www.flukeprocessinstruments.com/es/servicio-y-soporte/centro-de-conocimiento/tecnolog%C3%ADas-infrarroja/%C2%BFqu%C3%A9-es-infrarrojo%3F>

Espectro Térmico

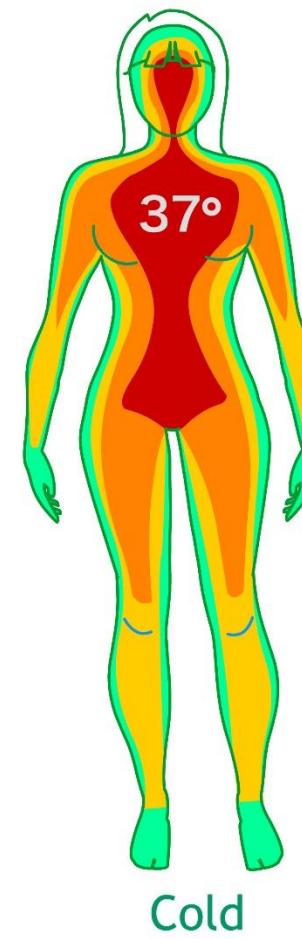
Body
Temperature



Warm

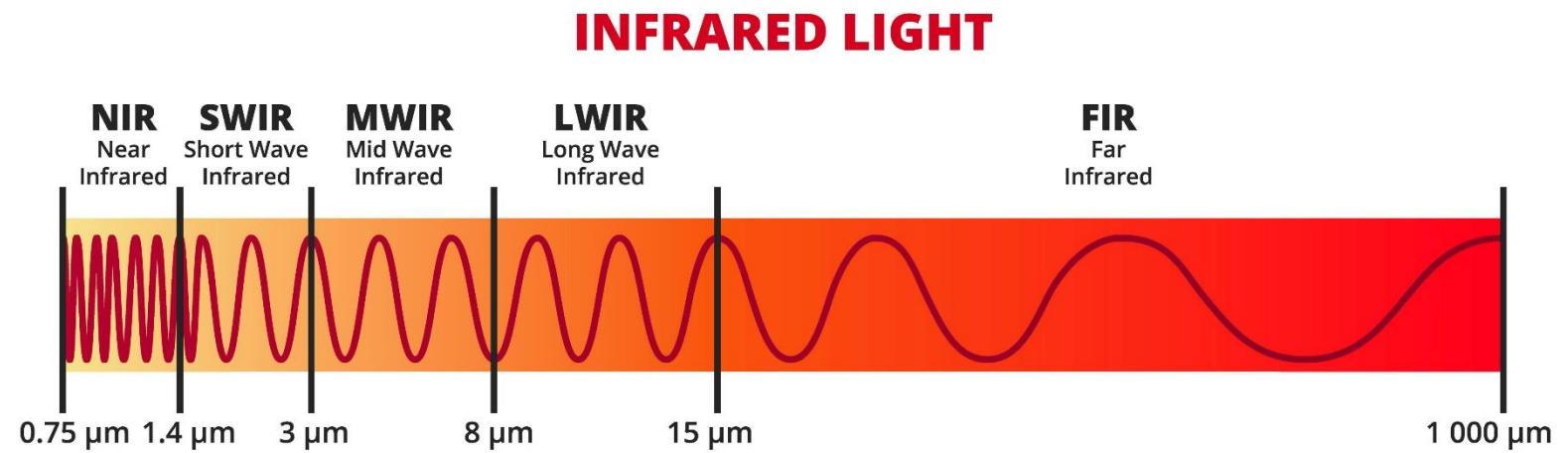


Normal



Cold

Espectro Infrarojo





Drones + Cámaras

Imagenes RGB

Imagenes espectrales
/multiespectrales

Imágenes de índice de
vegetación

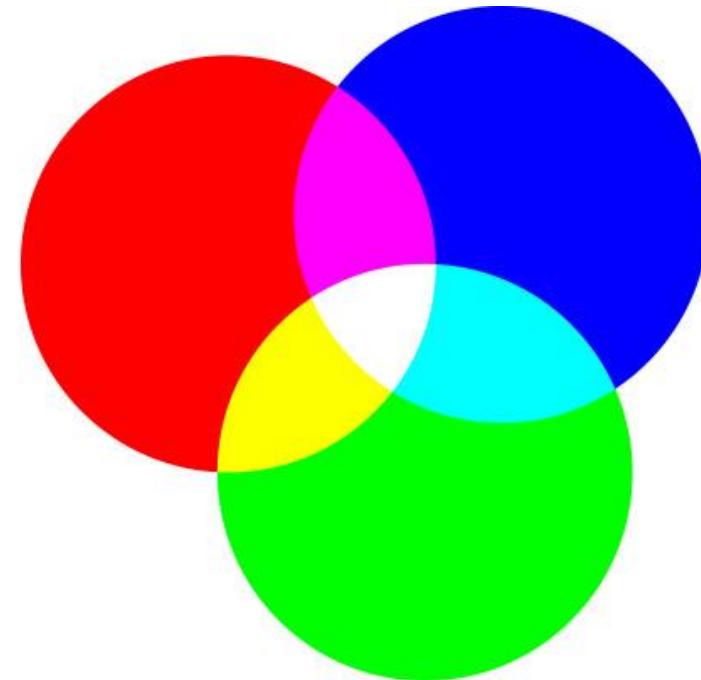
Imagenes
Hiperespectrales

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

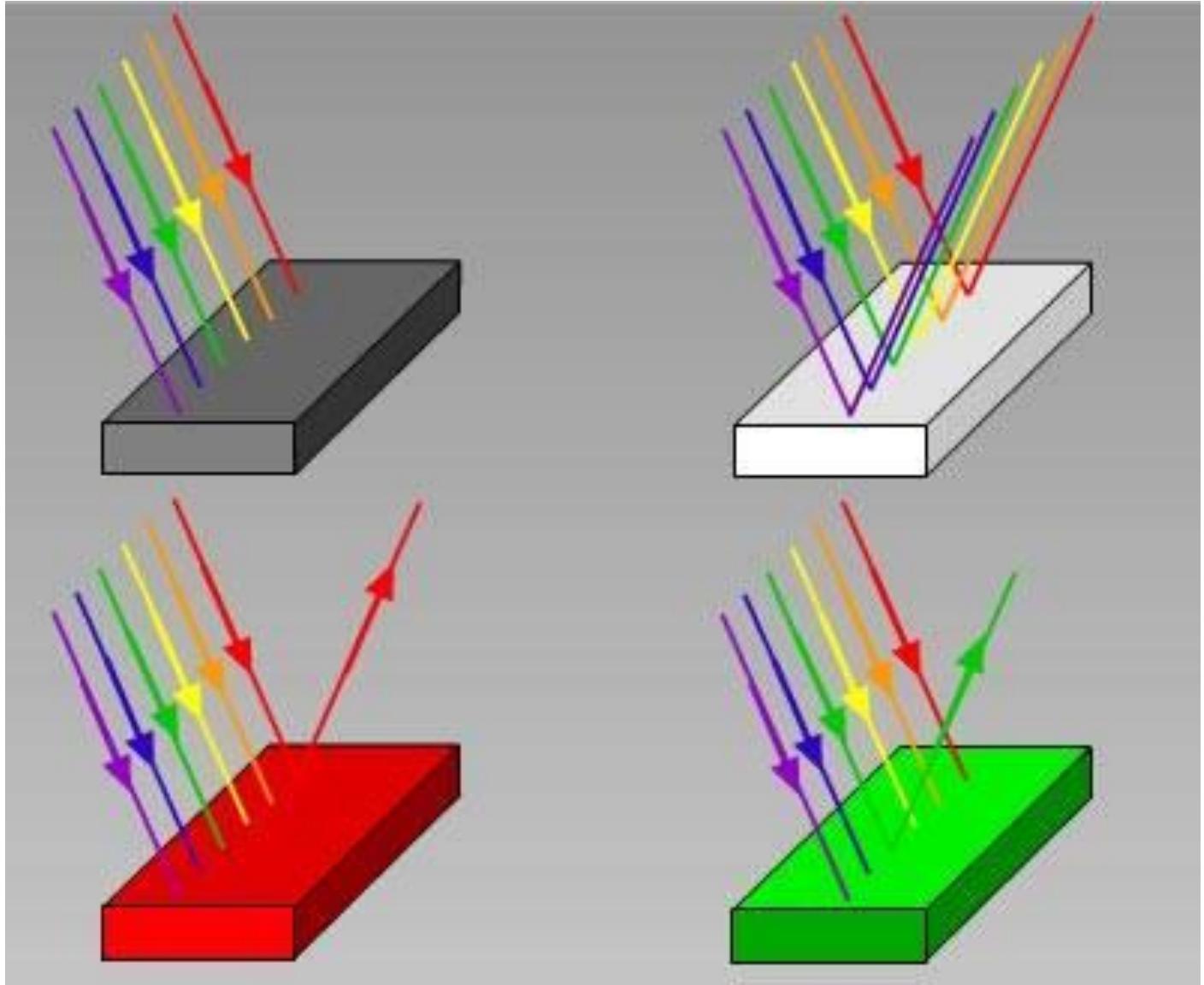
- **Imágenes RGB:** RGB (sigla del inglés red, green, blue; en español, ‘rojo, verde, azul’) es la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz. (Definición tomada de Wikipedia)
- **Modelo RGB:** RGB es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los (3) tres colores de luz primarios.

RED –
GREEN -
BLUE



Absorción y Reflexión

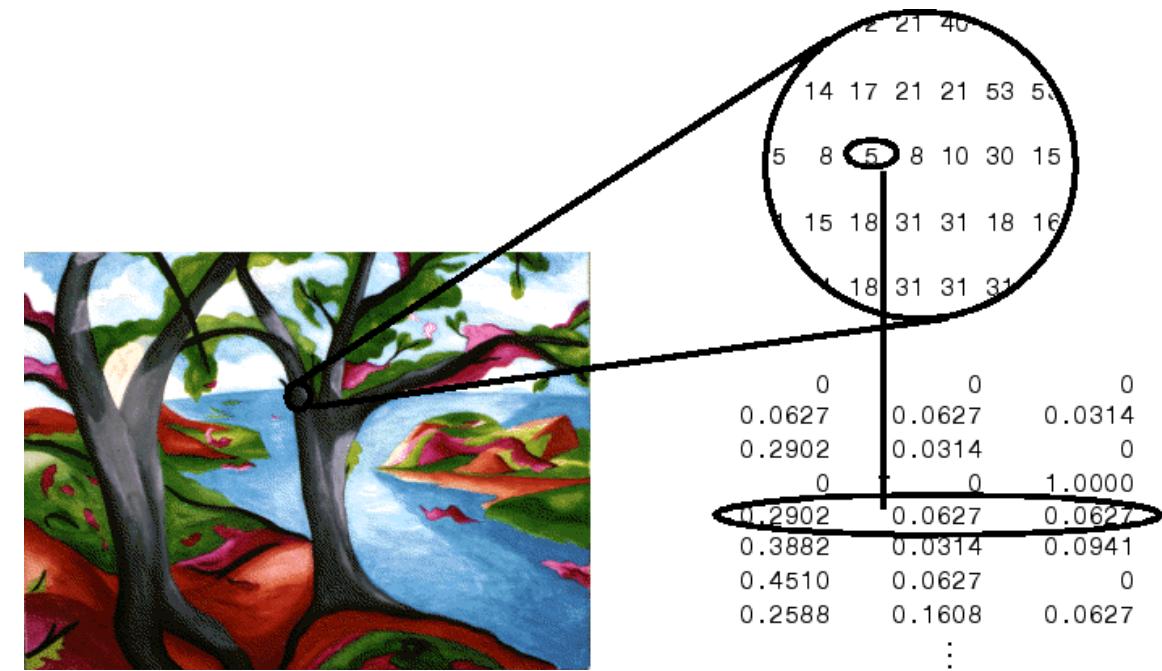
- **Objeto Negro:**
Absorción
- **Objeto Blanco:**
Reflexión
- **Objeto Rojo:** Refleja
Rojo y absorbe el resto
de longitudes de onda
- **Objeto Verde:** Refleja
Verde y absorbe el resto
de longitudes de onda.



Cámara RGB



ALMACENAMIENTO COMPUTACIONAL
(Ejemplo de Matlab que indica los tres (3) valores R-G-B)



2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

- **Imágenes espectrales/multiespectrales**

Capturadas con un sensor que detecta la luz reflejada a una longitud de onda específica del espectro electromagnético. Azul (~400 nm), Verde (~500 nm), Rojo (600 nm), Infrarojo (~800 nm).

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

- **Imágenes multiespectrales:**

Capturadas con múltiples sensores (individuales, de 2-20 sensores) espectrales que detectan la luz reflejada a cada una longitud de onda específica.

CAMARA MULTIESPECTRAL



Imagen Espectral a cada longitud de onda tomada con un sensor. El conjunto conforma la imagen multispectral.

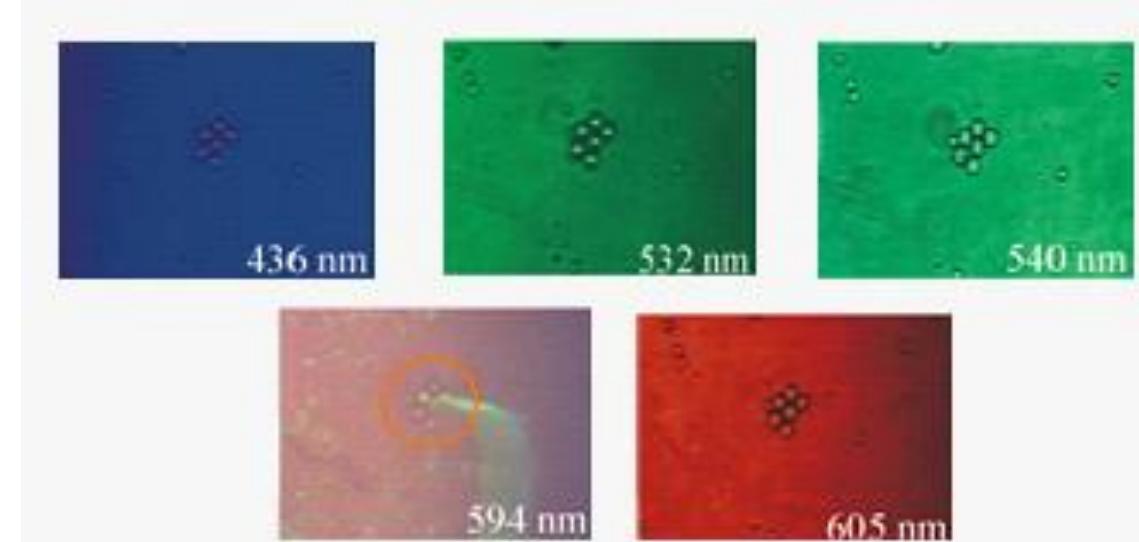
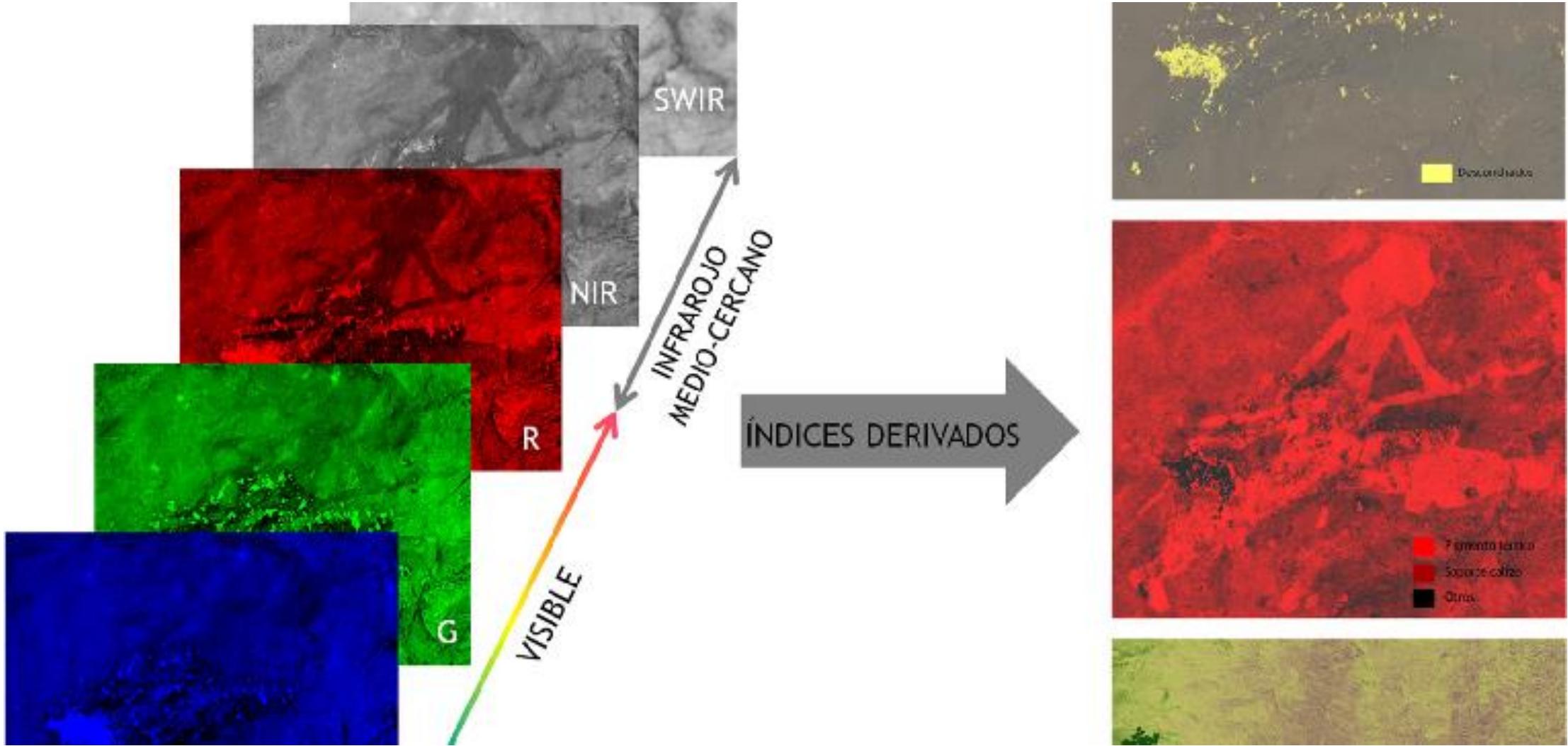


Figura 2: Fluido biológico al microscopio
(Fuente: Headwall Photonics)



2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Imágenes de índice de vegetación o índices derivados

Obtenida a partir de la combinación de imágenes multiespectrales, es decir se usan al menos dos (2) imágenes espectrales capturadas cada una a una longitud de onda específica

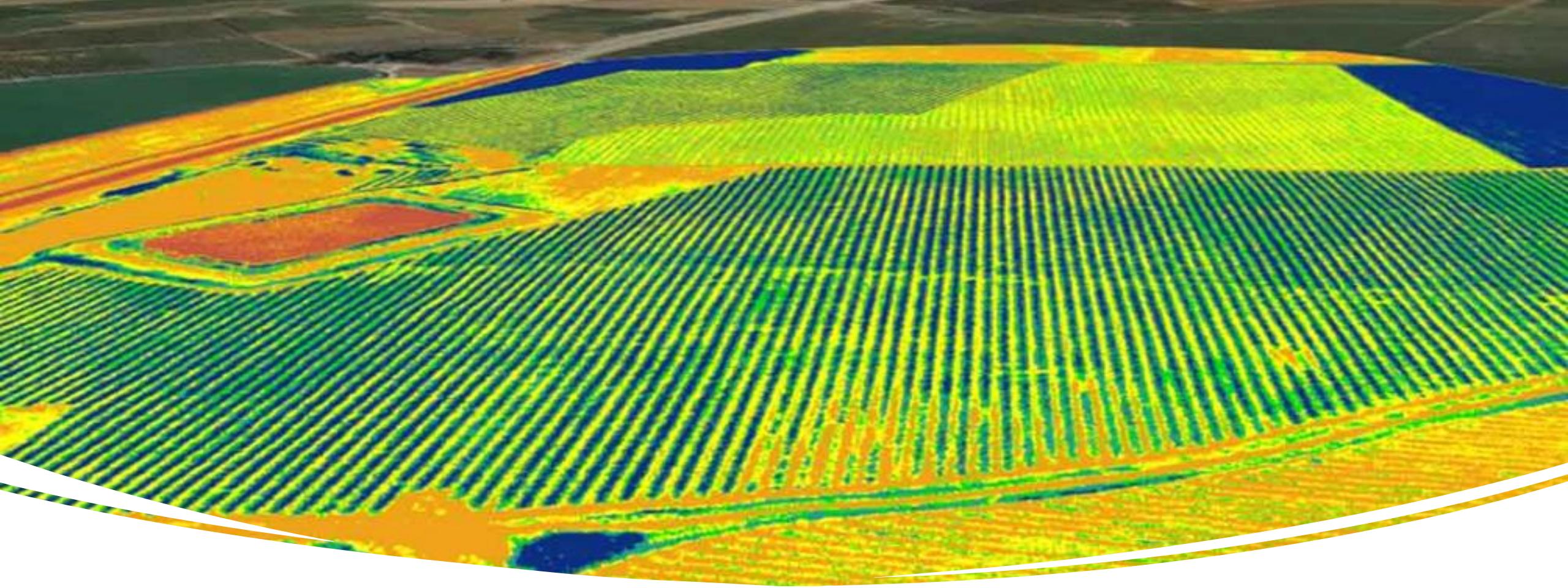
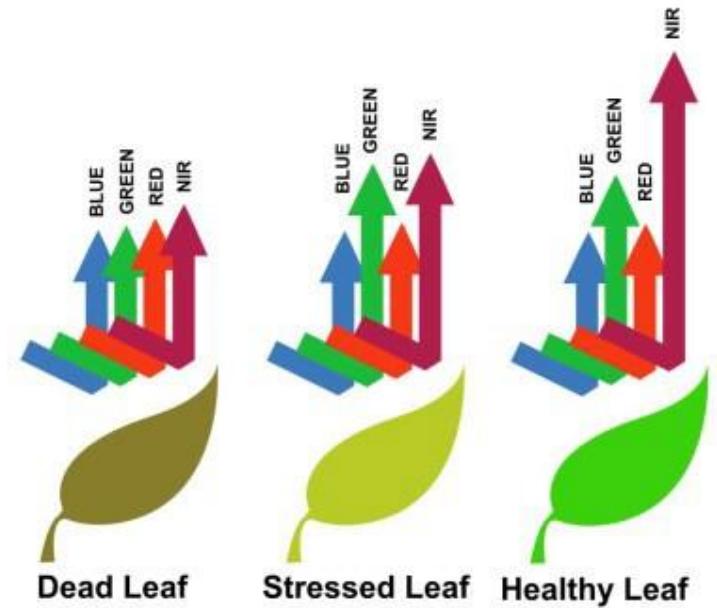
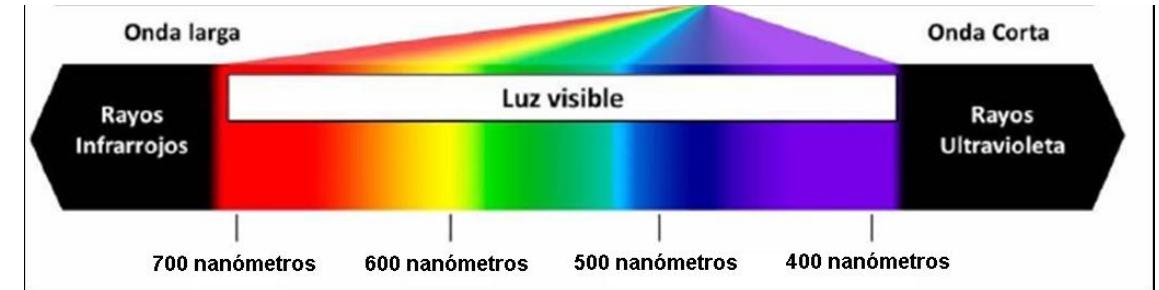
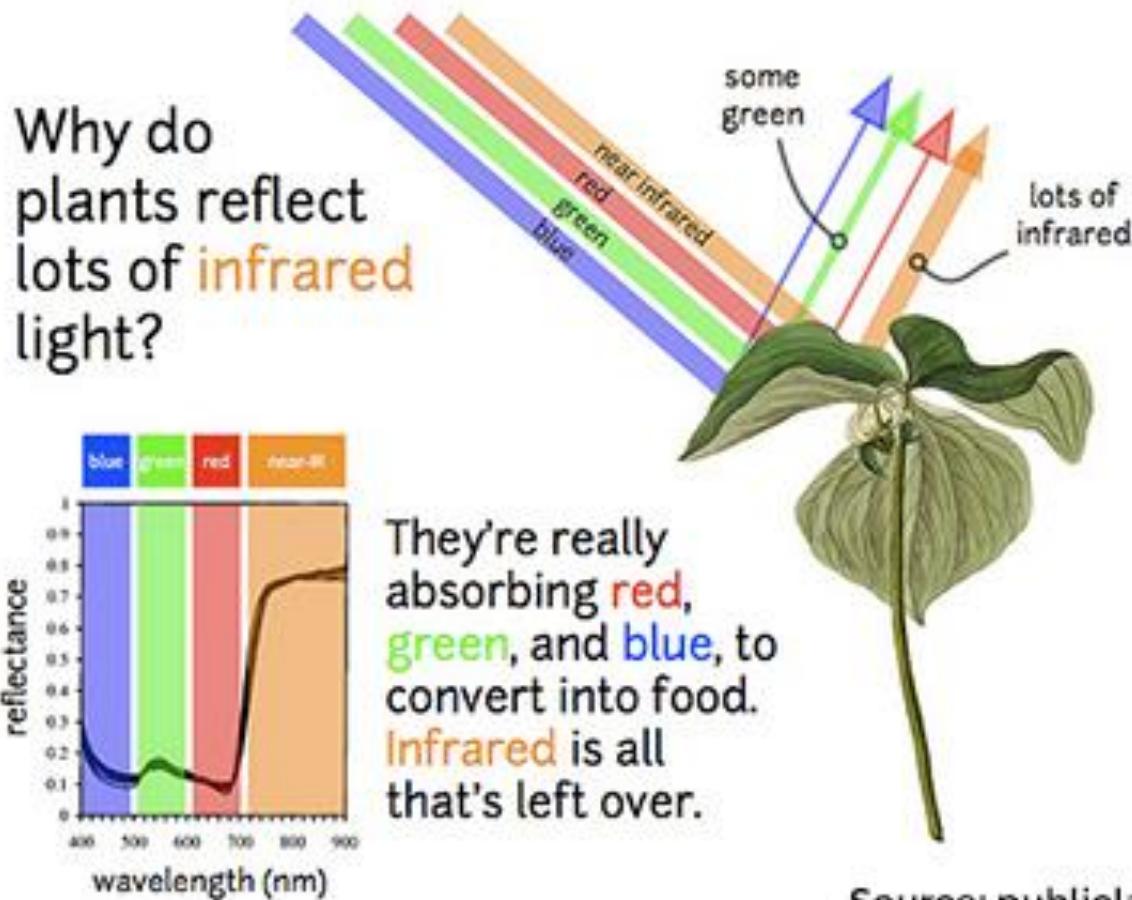
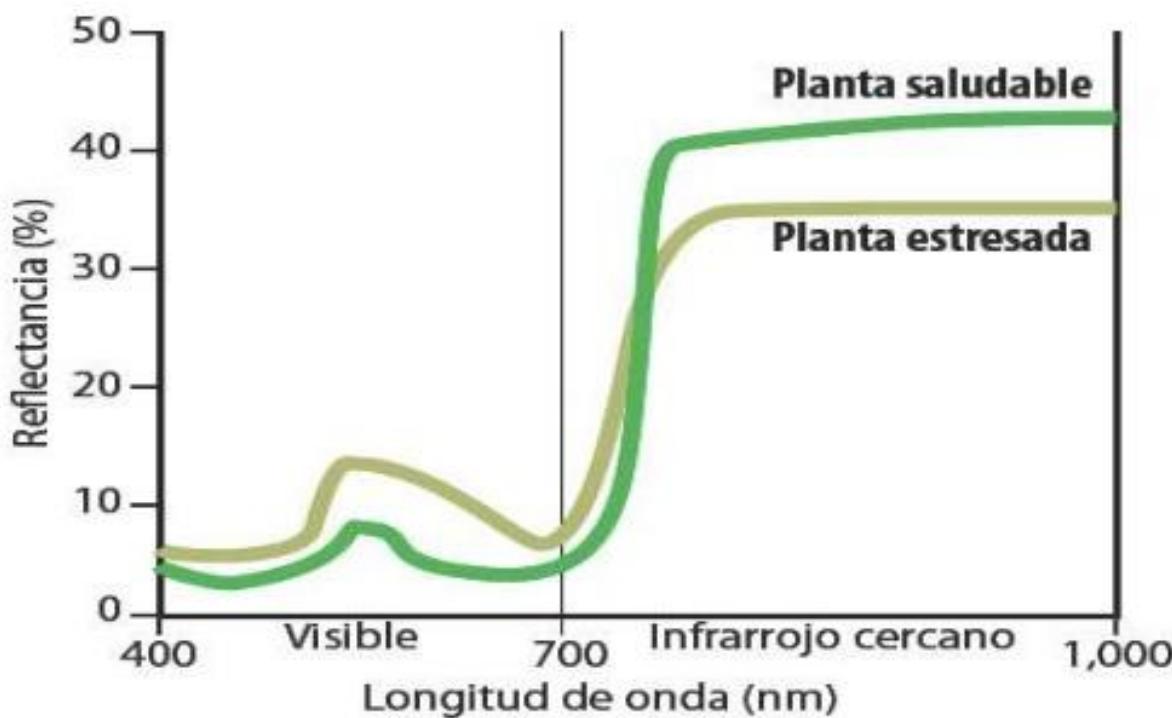


Imagen de Índice de Vegetación

¿De donde proviene el concepto físico de índice de vegetación?



¿De donde proviene el concepto físico de índice de vegetación?

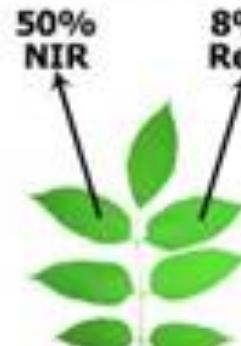


Ejemplo de espectro típico de reflectancia mostrando el comportamiento de una planta vigorosa y otra en condiciones de estrés. *Fuente: CIMMYT.*

NVDI: Normalized Difference Vegetation Index.
NIR=Infrarojo cercano (850 nm) y Red: Rojo (650 nm).

Indice de la salud de la planta

Healthy Vegetation Reflectance



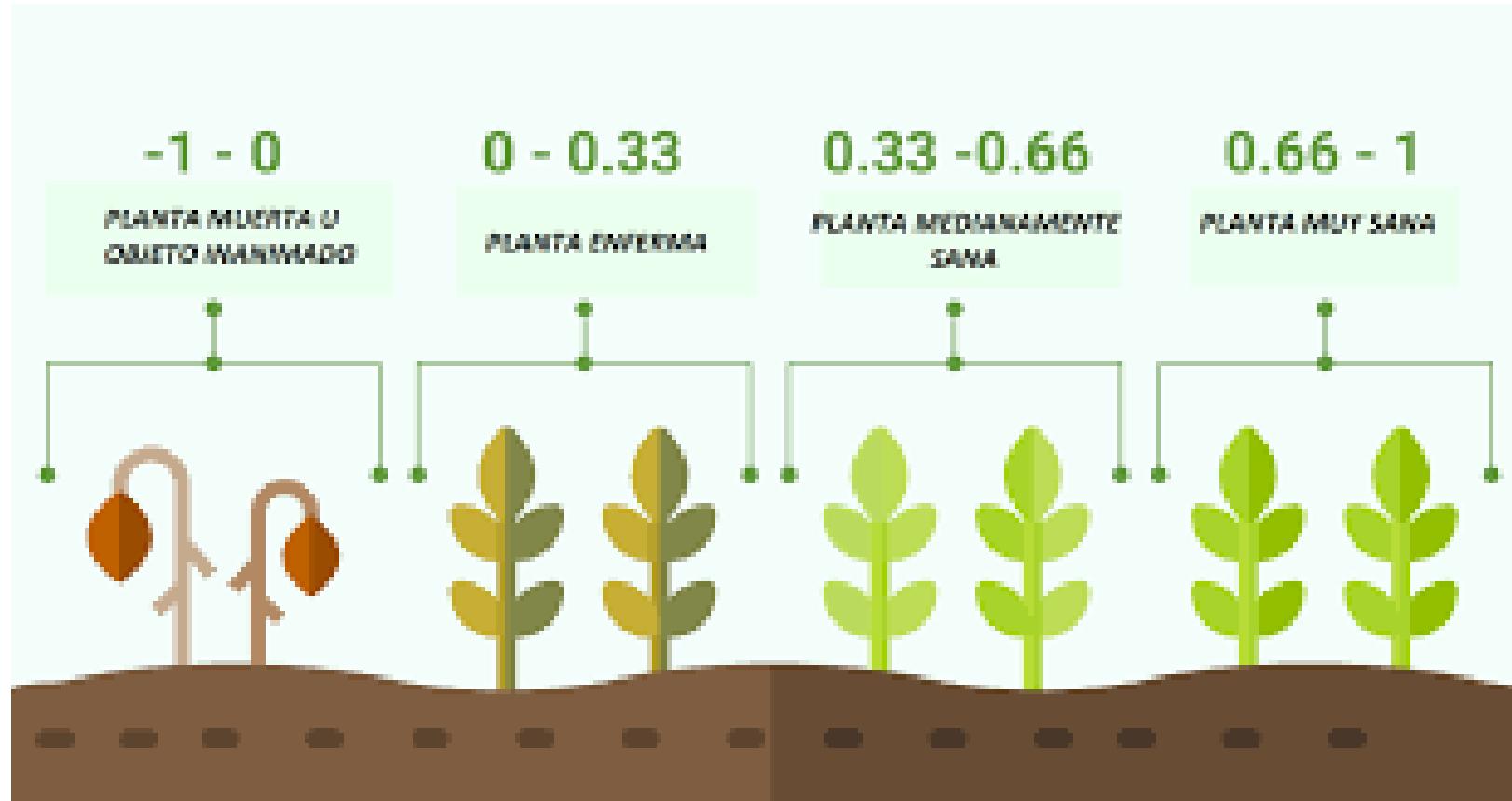
Stressed Vegetation Reflectance



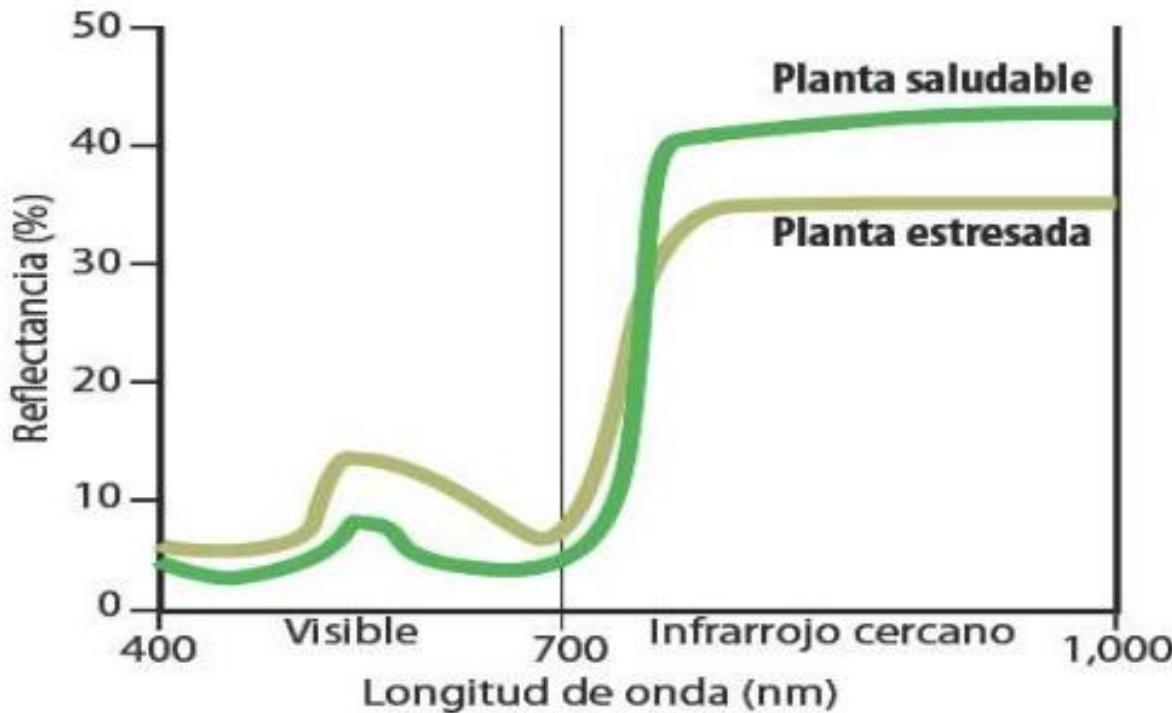
$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$

(Fonte: <http://odis.ca/ndvi.html>)

NDVI



¿De donde proviene el concepto físico de índice de vegetación?



NDRE: Normalized Difference Red Edge. NIR=Infrarojo Lejano (850 nm) y RE: Red Edge (715 nm).

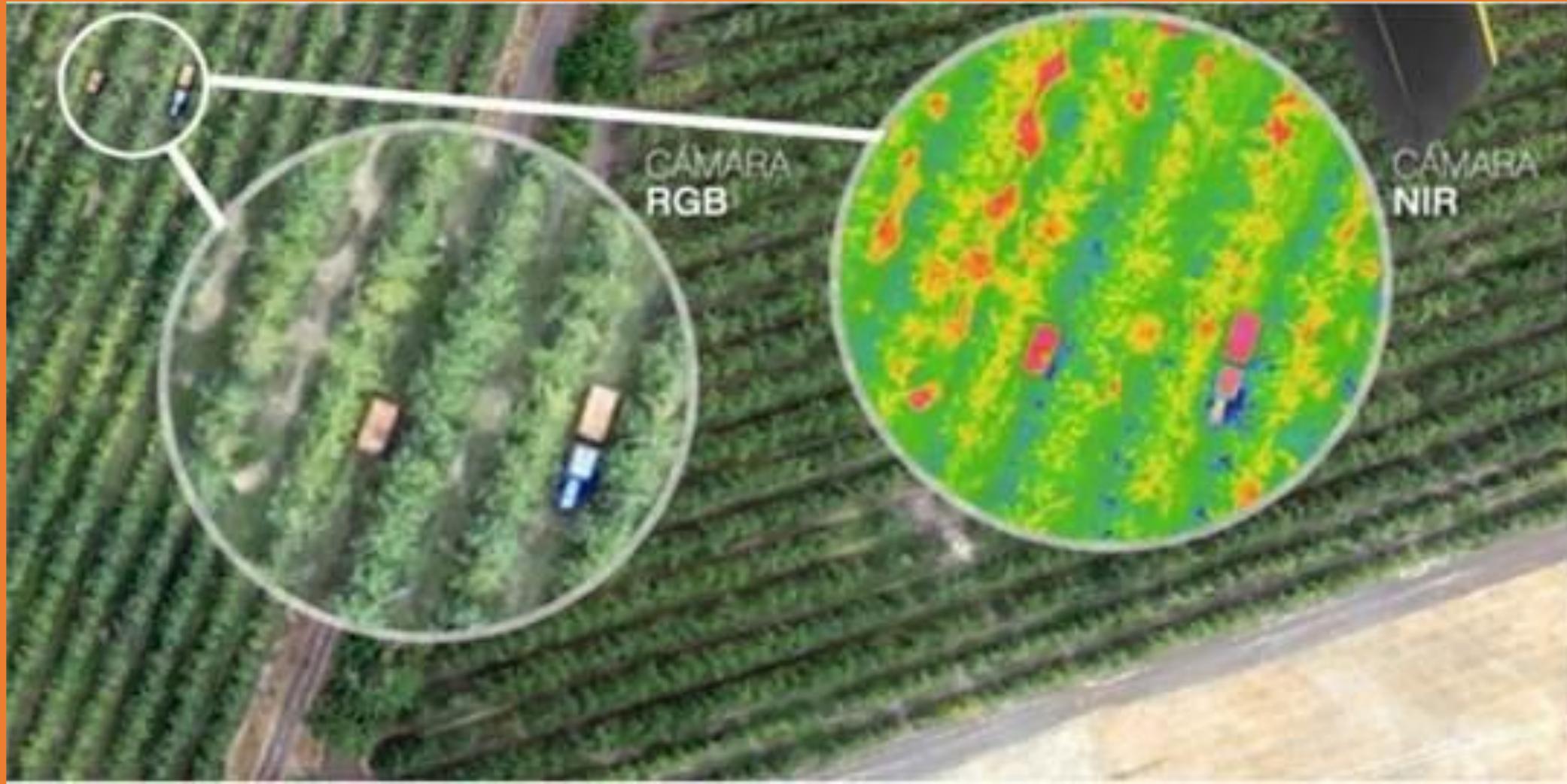
Medida de la cantidad de Clorofila

$$\text{NDRE} = \frac{(\text{NIR} - \text{RE})}{(\text{NIR} + \text{RE})}$$

Ejemplo de espectro típico de reflectancia mostrando el comportamiento de una planta vigorosa y otra en condiciones de estrés. *Fuente: CIMMYT.*



$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$



Indices de Vegetación

- Nota: ρ son las bandas espectrales de las bandas de luz infrarroja cercana (NIR), roja, verde y azul, respectivamente; ρ_i denota reflectancia en la longitud de onda de la banda i en nanómetros.

Vegetation Index	Formulas
Three gradient difference vegetation index (TGDVI)	$TGDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\lambda_{NIR} - \lambda_R} - \frac{\rho_R - \rho_G}{\lambda_R - \lambda_G}$
Triangular vegetation index (TVI)	$TVI = 60(\rho_{NIR} - \rho_G) - 100(\rho_R - \rho_G)$
Modified triangular vegetation index (MTVI2)	$MTVI2 = \frac{1.5[(1.2(\rho_{NIR} - \rho_G) - 2.5(\rho_R - \rho_G))]}{\sqrt{(2\rho_{NIR} + 1)^2 - (6\rho_{NIR} - 5\sqrt{\rho_R}) - 0.5}}$
Red edge NDVI	$NDVI_{Red-edge} = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red-edge}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red-edge}}$
Red-edge chlorophyll index	$CI_{Red-edge} = \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{Red-edge}} - 1$
MERIS Terrestrial Chlorophyll Index	$MTCI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red-edge}}{\rho_{Red-edge} - \rho_{Red}}$
Water Index (WI)	$WI = \rho_{900} / \rho_{970}$
Normalized difference water index (NDWI)	$NDWI = \frac{\rho_{860} - \rho_{1240}}{\rho_{860} + \rho_{1240}}$
Normalized difference infrared index (NDII)	$NDII = \frac{\rho_{819} - \rho_{1600}}{\rho_{819} + \rho_{1600}}$
Disease water stress index (DSWI)	$DSWI = \frac{\rho_{803} + \rho_{549}}{\rho_{1659} + \rho_{681}}$

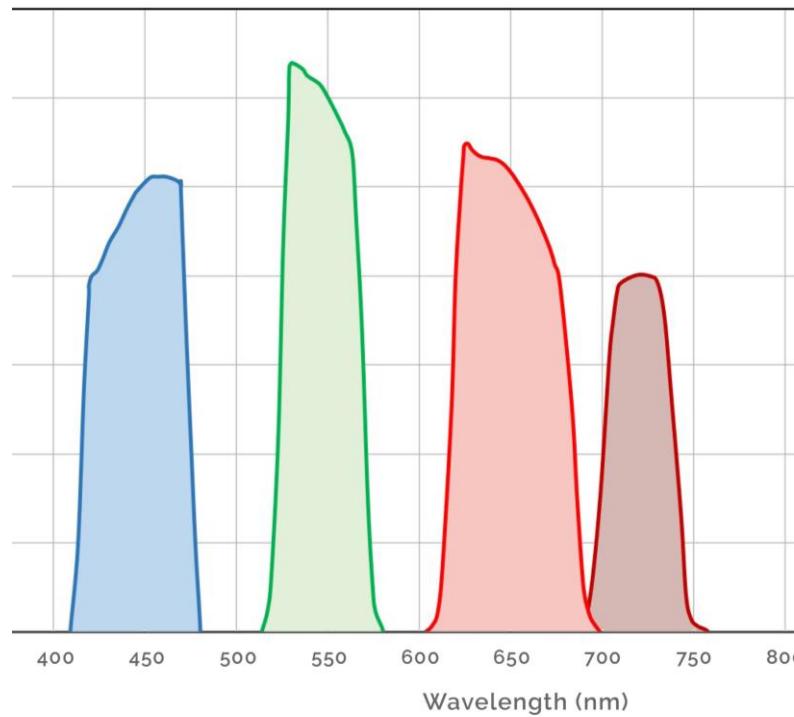
Table 3. Vegetation indices compiled from the literature.

Optimization of soil-adjusted vegetation index (OSAVI)	$OSAVI = (1 + 0.16) \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R + 0.16}$
Renormalized difference vegetation index (RDVI)	$RDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\sqrt{\rho_{NIR} + \rho_R}}$
Ratio vegetation index (RVI)	$RVI = \frac{\rho_{NIR}}{\rho_R}$
Soil-adjusted vegetation index (SAVI)	$SAVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{(\rho_{NIR} + \rho_R + L)} (1 + L), L = 0.5$

Vegetation Index	Formulas
Atmospherically-resistant vegetation index (ARVI)	$ARVI = \frac{\rho_{NIR} - RB}{\rho_{NIR} + RB}$ $RB = R - \gamma(B - R), \gamma = 1$
Difference vegetation index (DVI)	$DVI = \rho_{NIR} - \rho_R$
Enhanced vegetation index (EVI)	$EVI = 2.5 \cdot \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + 6\rho_R - 7.5\rho_B + 1}$
Green normalized difference vegetation index (GNDVI)	$GNDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_G}{\rho_{NIR} + \rho_G}$
Modified nonlinear vegetation index (MNLI)	$MNLI = \frac{1.5(\rho_{NIR}^2 - \rho_R)}{\rho_{NIR}^2 + \rho_R + 0.5}$
The second modified SAVI (MSAVI2)	$MSAVI2 = \frac{2\rho_{NIR} + 1 - \sqrt{(2\rho_{NIR} + 1)^2 - 8(\rho_{NIR} - \rho_R)}}{2}$
Modified simple ratio (MSR)	$MSR = \frac{\rho_{NIR}/\rho_R - 1}{\sqrt{\rho_{NIR}/\rho_R} + 1}$
Normalized difference vegetation index (NDVI)	$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$
Nonlinear vegetation index (NLI)	$NLI = \frac{\rho_{NIR}^2 - \rho_R}{\rho_{NIR}^2 + \rho_R}$

Indices de Vegetación





Contact us—let's do som
Sentera, LLC
6636 Cedar Ave South, Ste 2;
Minneapolis, MN 55423
©2017 Sentera LLC. All rights reserved.



Cámaras
multiespectrales
para la
capatación de
índices de
vegetación

2. Tendencias actuales

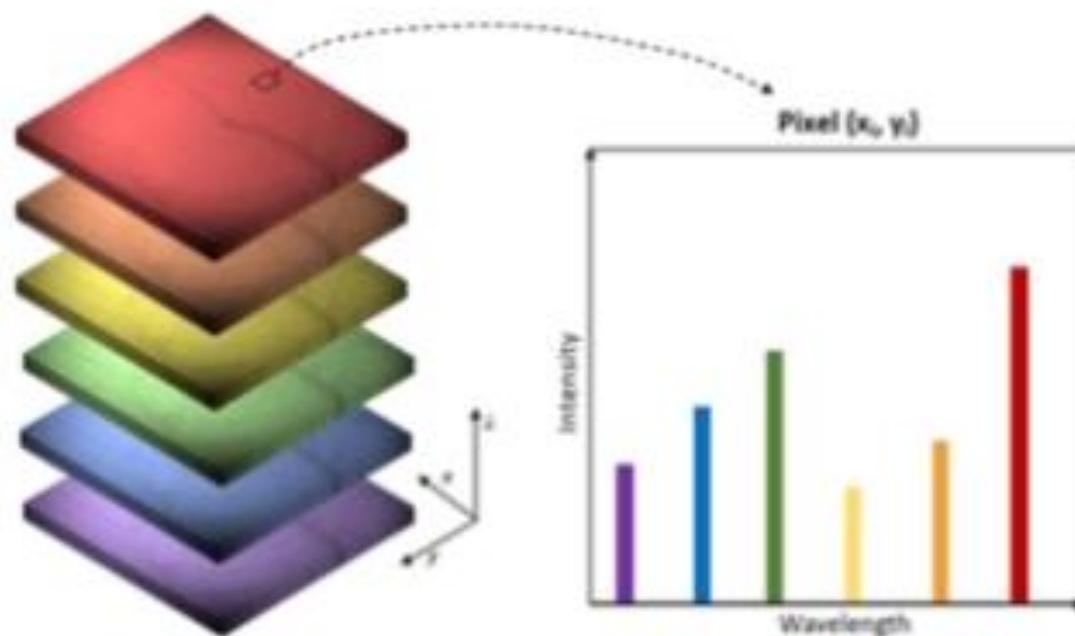
- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Imágenes hiperespectrales:

Obtenida a partir de la combinación de muchas imágenes espectrales, es decir se usan más de veinte (20) imágenes espectrales capturadas cada una a una longitud de onda específica. A partir de la imagen hiperespectral puede ser obtenida la huella espectral o “firma espectral” en cada pixel, si se asume que cada pixel ubica una planta.

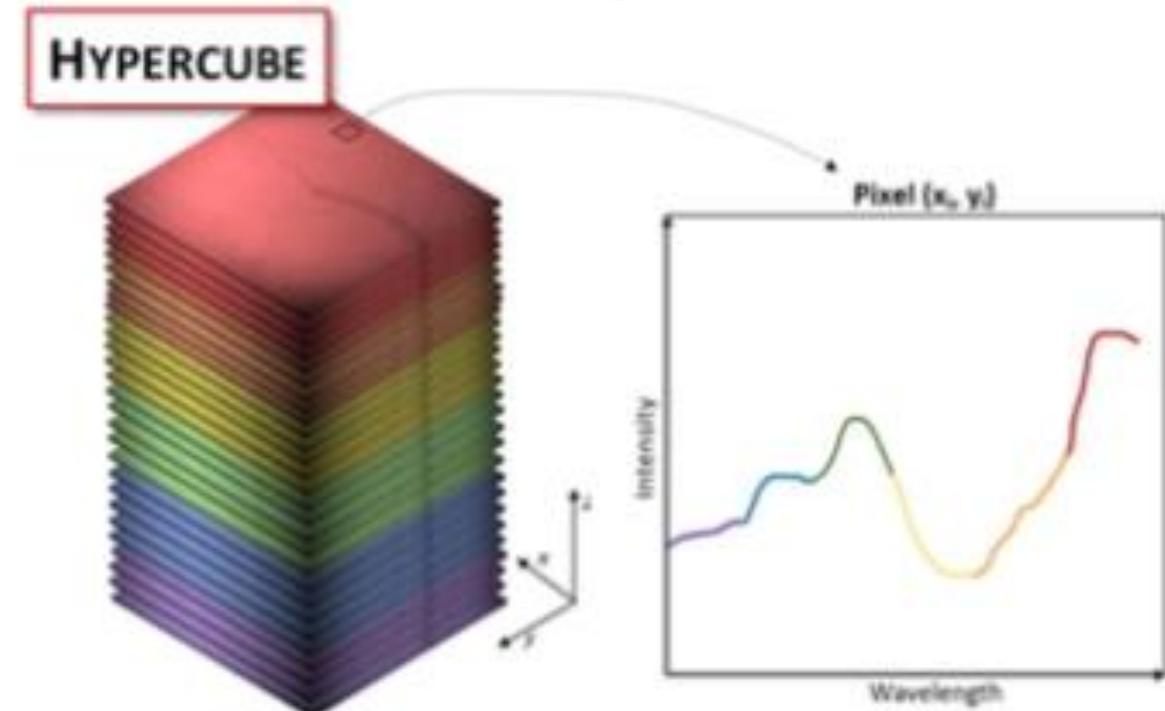
MULTISPECTRAL IMAGING

- N separated bands



HYPERSPECTRAL IMAGING

- Continuous spectrum



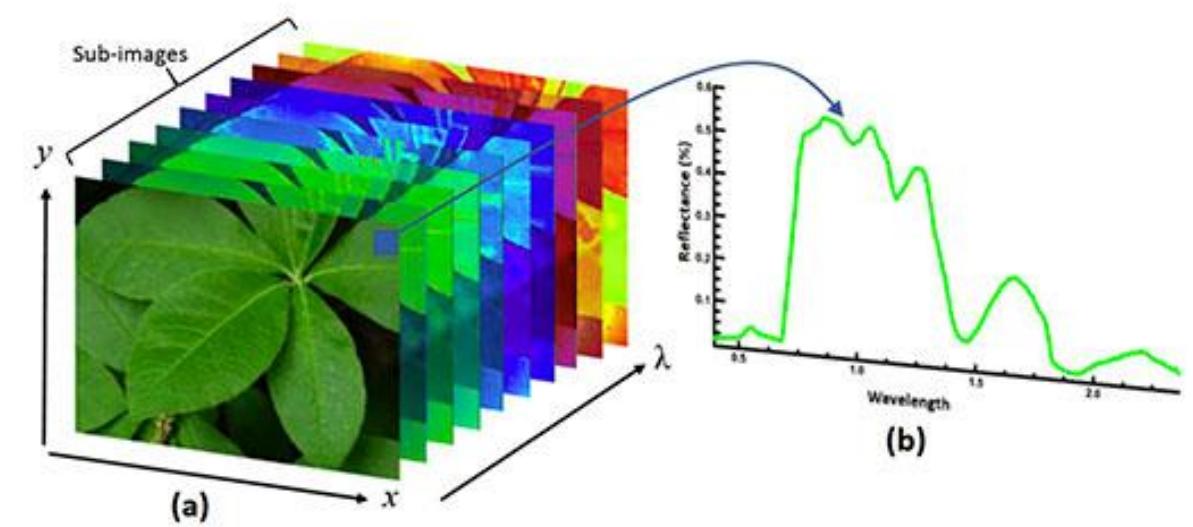
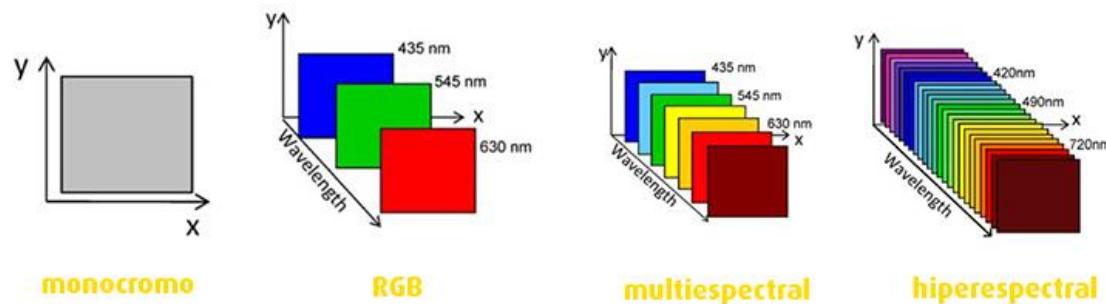


Multispectral Images
From 2 to 10 bands



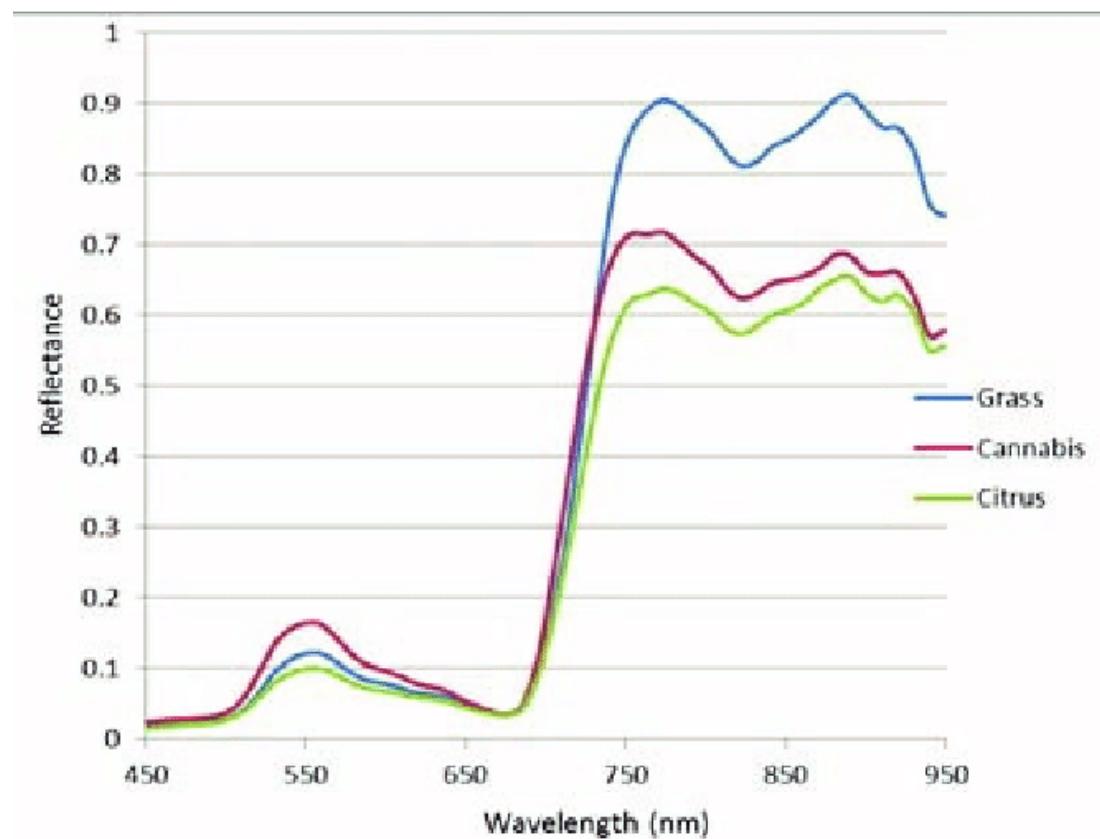
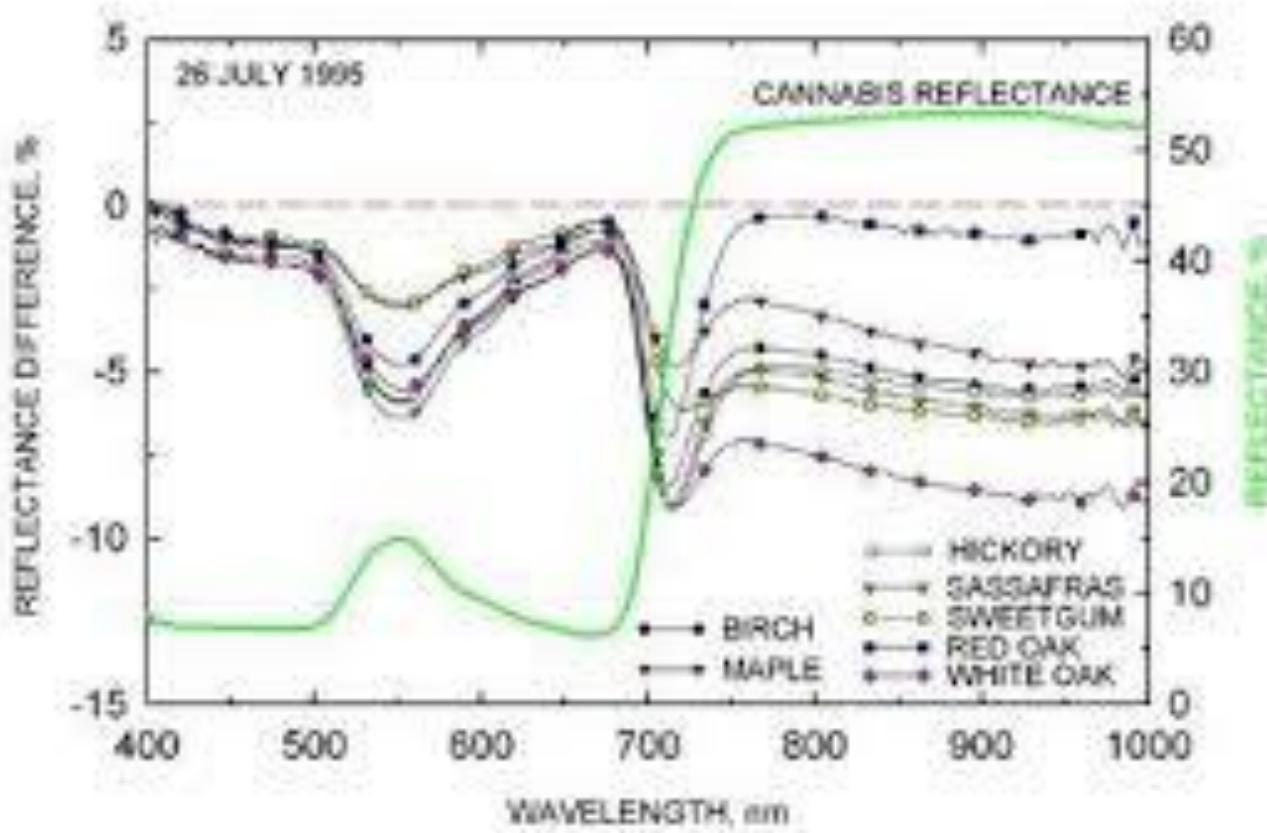
Hyperspectral Images
Hundreds of bands

TECNOLOGÍA HIPERESPECTRAL



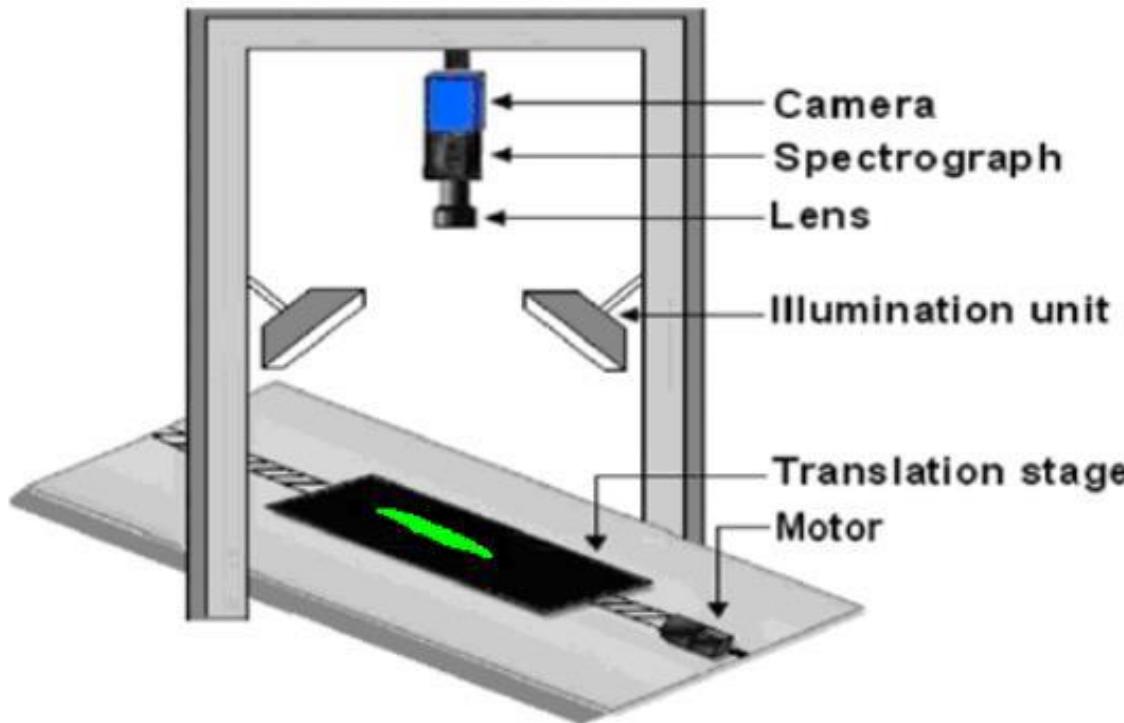
"Close range hyperspectral imaging of plants: A review. Biosystems Engineering. Puneet Mishra, Mohd Shahrimie, Ana Herrero et al"

Identificación de Vegetación con Tecnología Hiperespectral



Reflectancia del Cannabis respecto a otros cultivos como hierba y cítricos usando registros con cámaras hyperspectrales (Fuente: Identification of Cannabis using Hyperspectral Image: Article in Israel Journal of Plant Sciences · December 2012 DOI: 10.1560/IJPS.60.1-2.77)

Detección de enfermedades con Tecnología Hiperespectral



Ejemplo de sistema de adquisición de imágenes hiperespectrales para detección de pyricularia en semillas de arroz

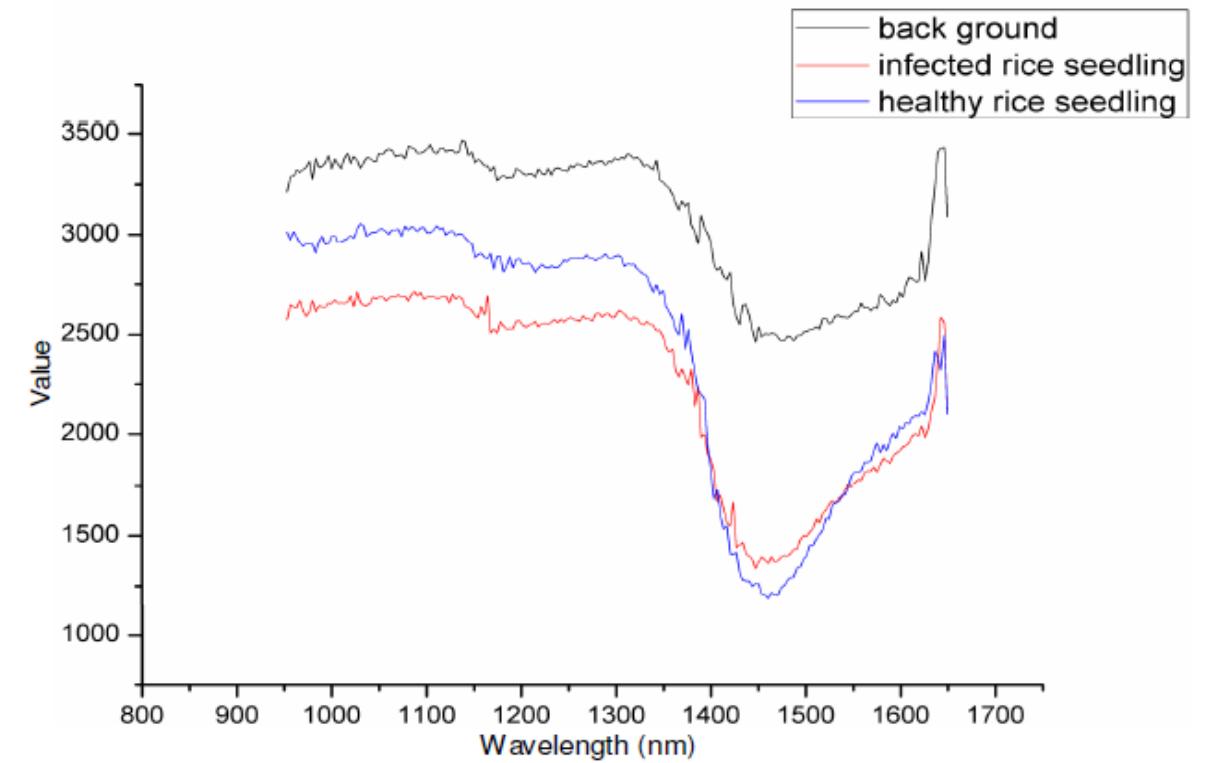
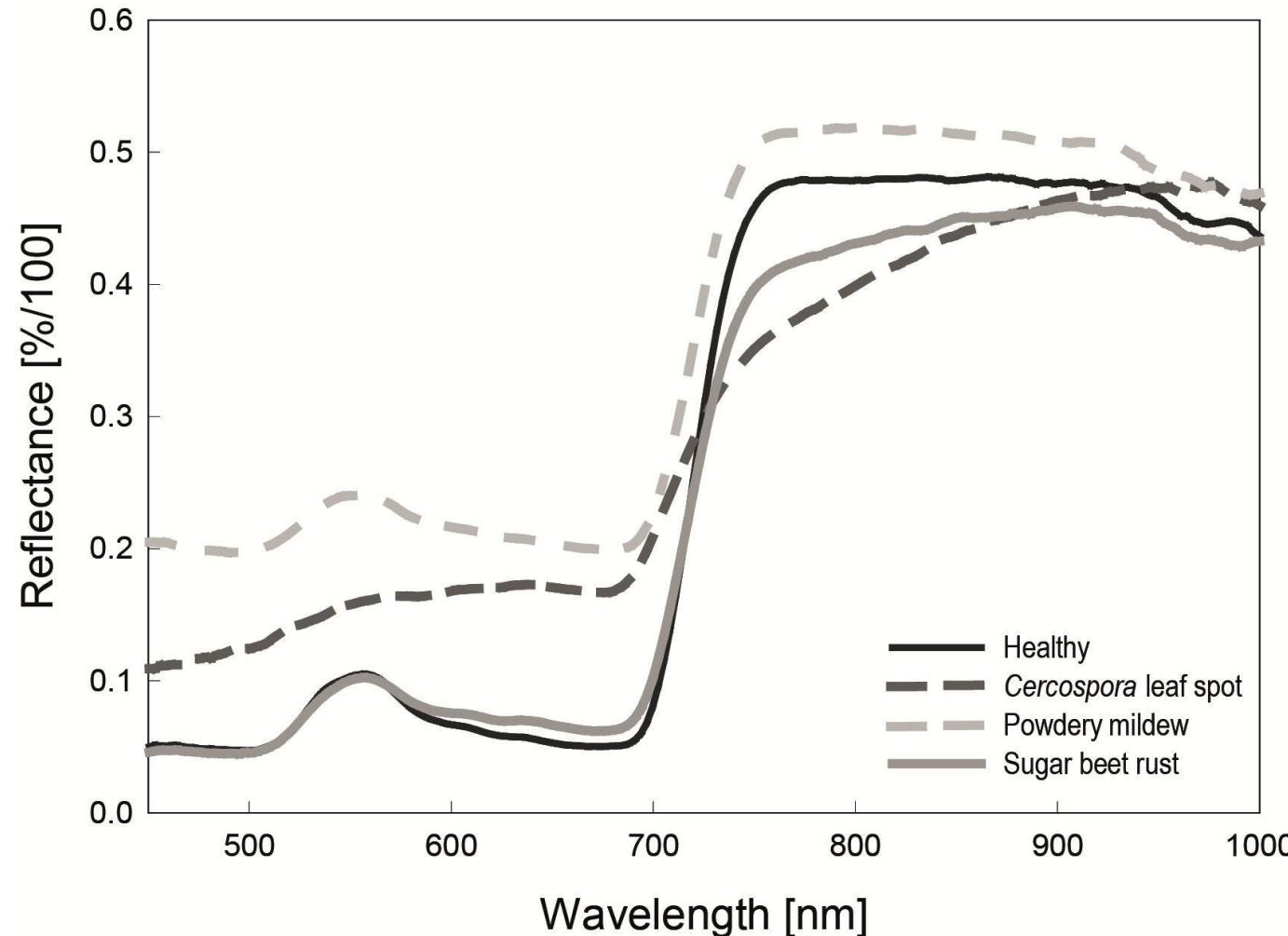


Figure 2. The spectral characteristic of rice seedlings (healthy and infected) and background.

Identificación de Vegetación con Tecnología Hiperespectral



Ejemplo de firmas espectrales. Seguimiento de un pixel en función de la longitud de onda.

Camara Hiperespectral

xiSPEC hyperspectral

2Mpix multi-linescan

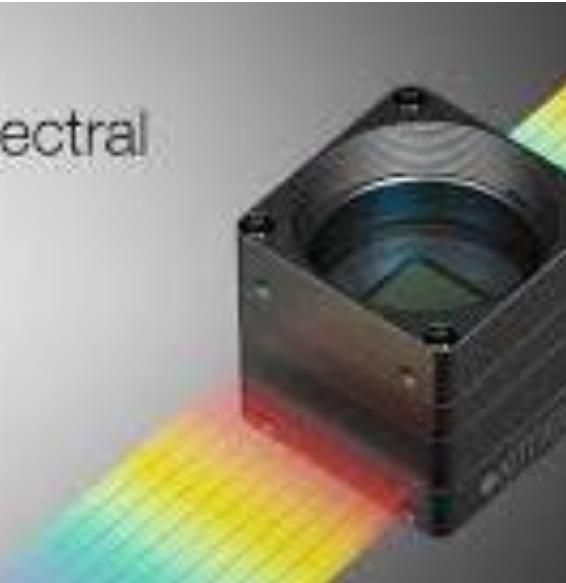
470-900nm

Learn more



xiSPEC hyperspectral
2Mpix multi-linescan
470-900nm

Learn more



Comparación entre la multiespectral e hiperespectral

- Cámaras (*dispositivos electrónicos*) para la detección de la reflectancia en ciertas longitudes de onda óptica.
- Determinación de índices de interés en el análisis del estado de cultivos; por ejemplo *NDVI*, *NDRE*, entre otros.

Tecnología
Multiespectral



- Cámaras para la detección de la reflectancia en un espectro de longitudes de onda óptica.
- Imágenes y registros de bandas de longitudes de onda para la diferenciación de enfermedades en cultivos a partir de determinar la banda discriminante (firma espectral)

Tecnología
Hiperespectral



Comparación entre la multiespectral e hiperespectral

- Detección de valor de reflectancia en cada coordenada (x,y) por longitud de onda ($\lambda_1, \lambda_2\dots$)

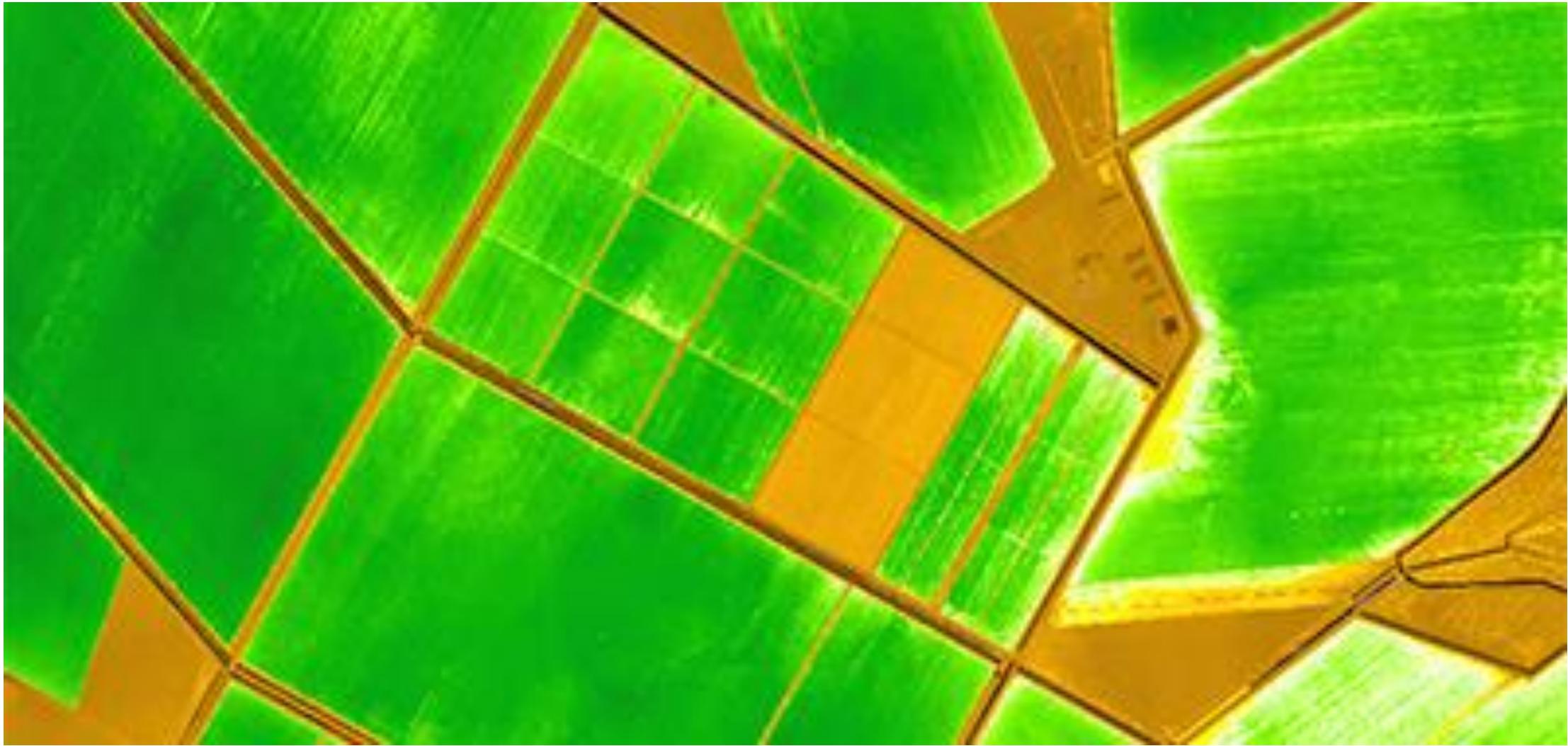
Tecnología
Multiespectral



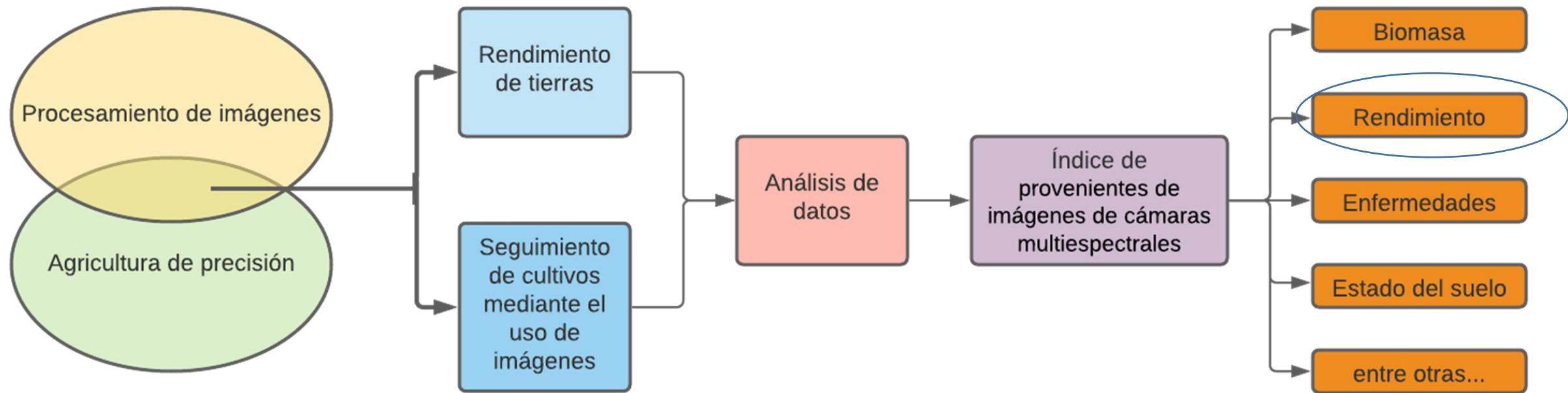
- Detección de valor de reflectancia en cada coordenada (x,y) por bandas de longitudes de onda ($\Delta\lambda$):
Espectros Ópticos

Tecnología
Hiperespectral





Aplicaciones de tecnología Multiespectral



Aplicaciones de la Tecnología Multiespectral

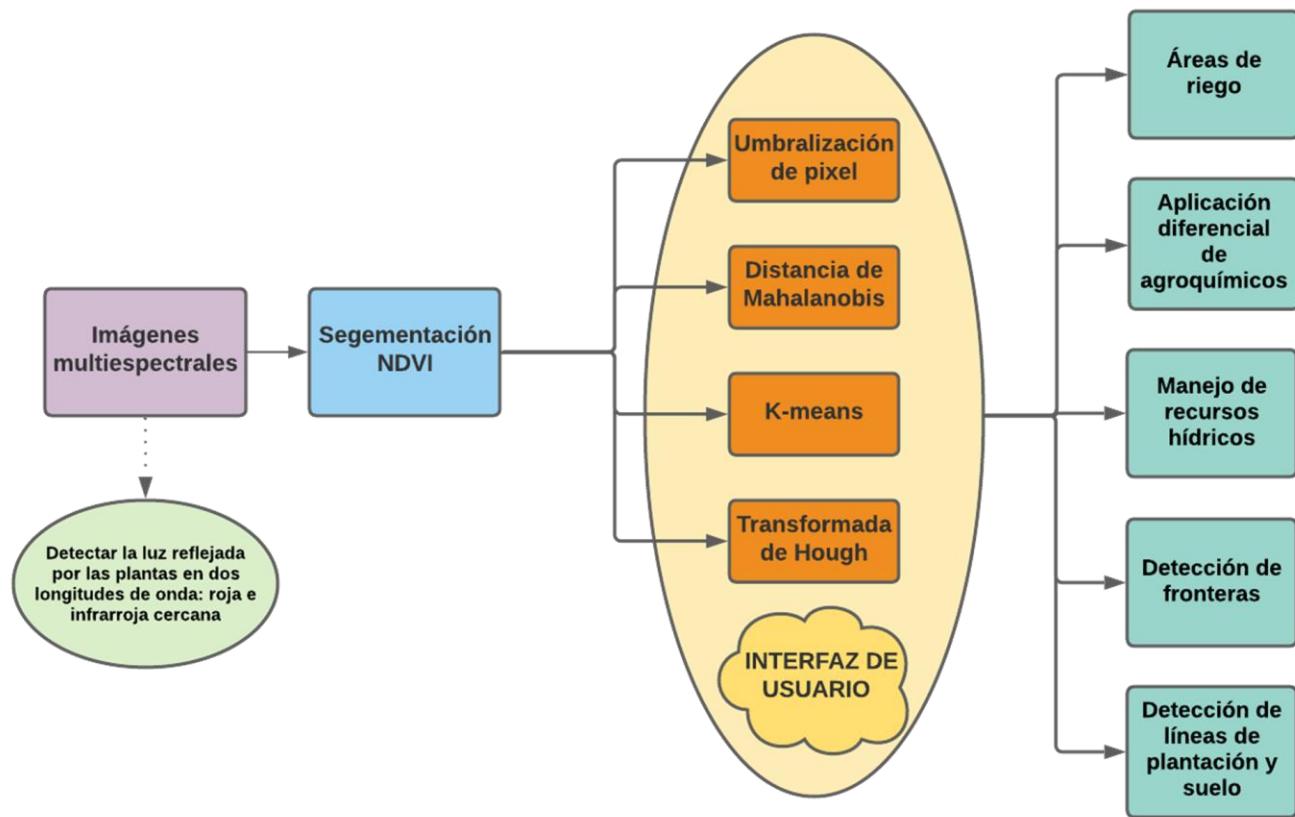


Figura 2: Metodología para el diseño del Sistema de Análisis de Imágenes Multiespectral

Aplicaciones de la Tecnología Multiespectral

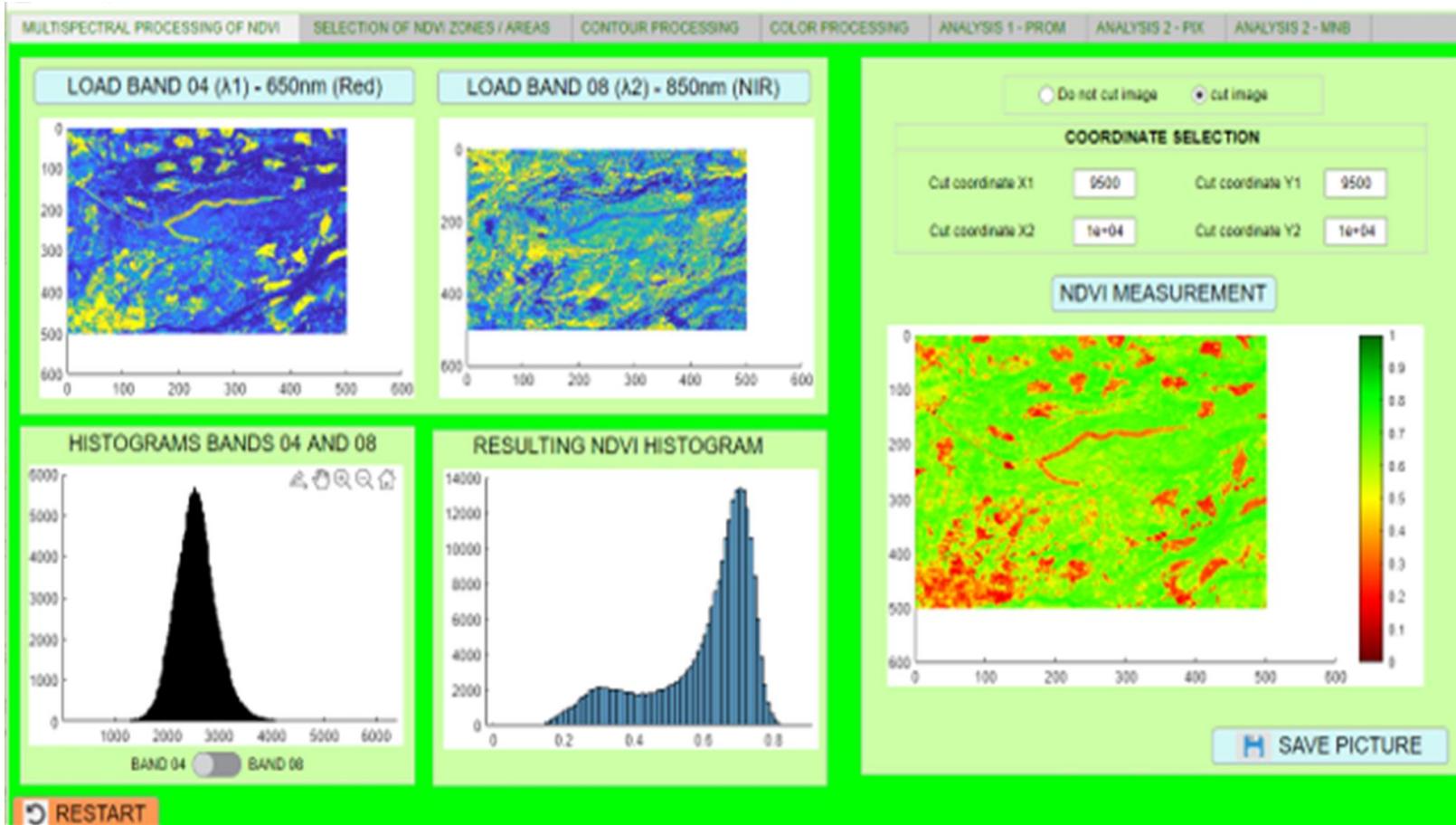
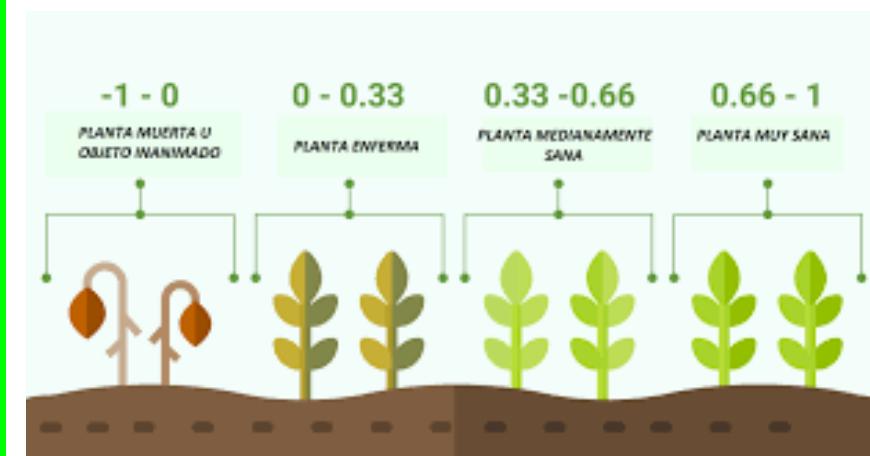
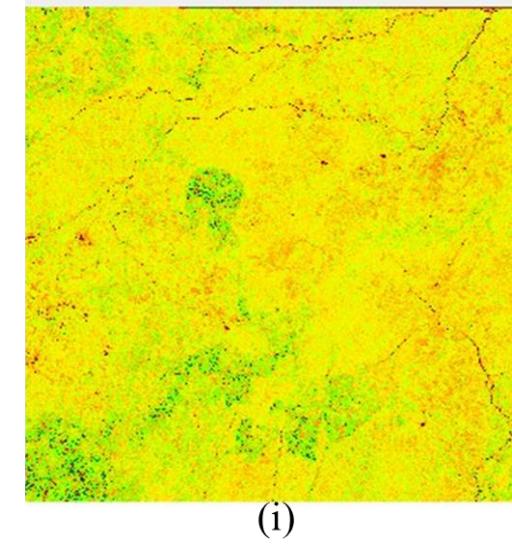
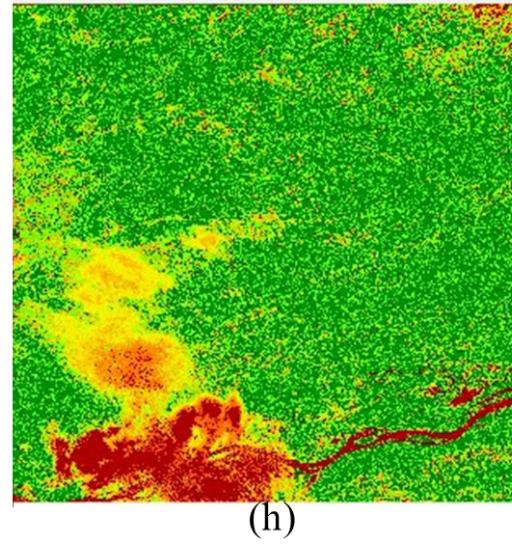
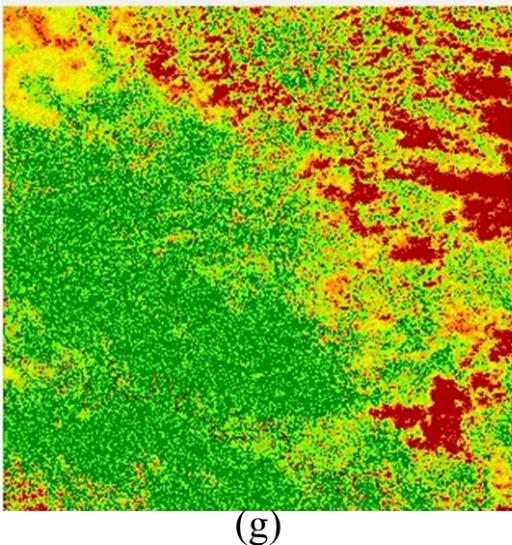


Tabla 1: Ponderación del rendimiento dependiendo del NDVI detectado.

Intervalo NDVI	Rendimiento asignado (%)
0-0.2	20%
0.21-0.4	40%
0.41-0.6	60%
0.61-0.8	80%
0.81-1	100%



Aplicaciones de la Tecnología Multiespectral



Imagen/Rendimiento (%)	Umbralización Rectangular	Umbralización simple	Mahalanobis
Imagen g	79.79	71.10	71.32
Imagen h	77.01	81.74	87.78
Imagen i	60	60.28	64.51

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. **Imágenes satelitales**
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Un satélite es un objeto que ha sido puesto en órbita intencionadamente. Estos objetos se llaman satélites artificiales para distinguirlos de los satélites naturales.

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. **Imágenes satelitales**
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Imágenes Satelitales se pueden descargar en:(<https://geoinnova.org/blog-territorio/imagenes-satelitales-gratis/>)

- **Sentinel Playground,**
 - EO Browser,
 - Google Earth Engine
- Copernicus Open Access Hub
 - USGS Earth Explorer
 - **Landsat Viewer**
 - Earth Data



Imágenes Satelitales



- **Landsat Viewer**
- **Sentinel Playground**

Satélite Sentinel 1 y 2

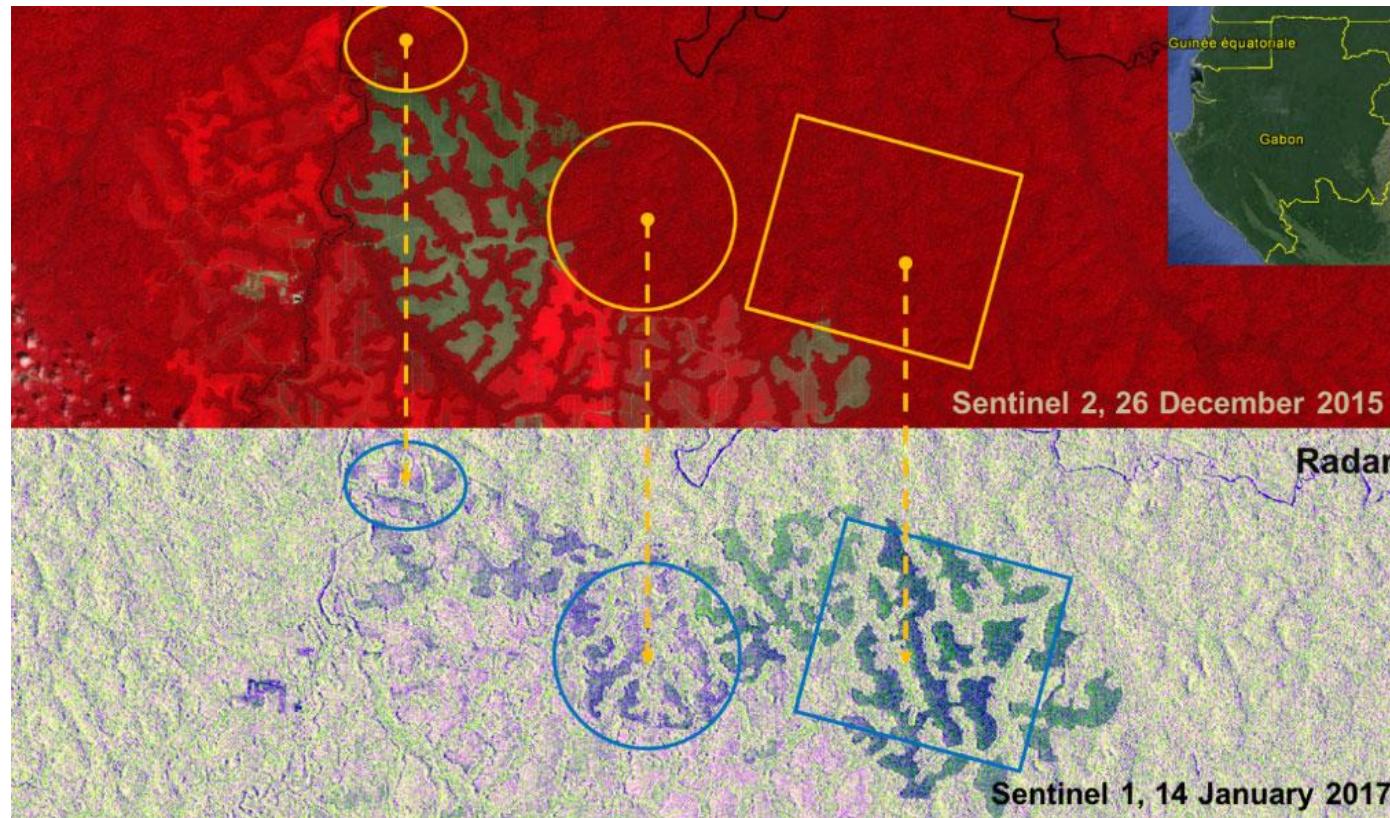
<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/applications>

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi>

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/thematic-areas/land-monitoring>

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/applications/land-monitoring>

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/applications/mapping-applications-s1-modes>



2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. **Tecnologías de Conectividad**
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Tecnologías de Conectividad

Tecnologías necesarias para la comunicación entre dispositivos usados en
Agricultura 4.0

Lora, Sigfox, 5G

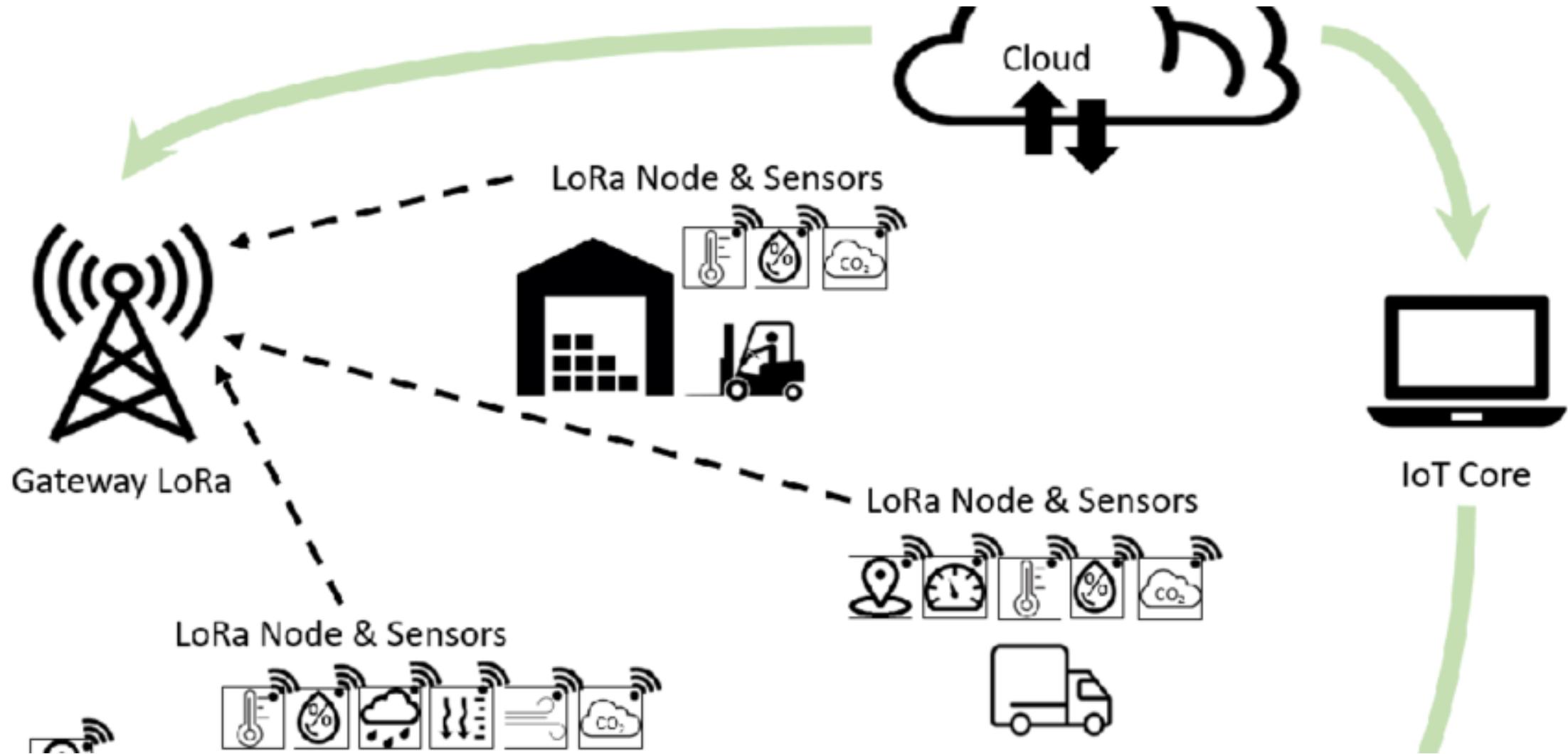
LORA

LoRa es una tecnología inalámbrica (al igual que WiFi, Bluetooth, LTE, SigFox o Zigbee) que emplea un tipo de modulación en radiofrecuencia patentado por Semtech, una importante empresa fabricante de chips de radio. La tecnología de modulación se denomina Chirp Spread Spectrum (o CSS) y se emplea en comunicaciones militares y espaciales desde hace décadas. <https://www.youtube.com/watch?v=qI4a9JHO2sc>

Sus ventajas:

- Alta tolerancia a las interferencias
- Alta sensibilidad para recibir datos (-168dB)
- Basado en modulación “chirp”
- Bajo Consumo (hasta 10 años con una batería)
- Largo alcance 10 a 20 km
- Baja transferencia de datos (hasta 255 bytes)
- Conexión punto a punto
- Frecuencias de trabajo: 868 Mhz en Europa, 915 Mhz en América, y 433 Mhz en Asia

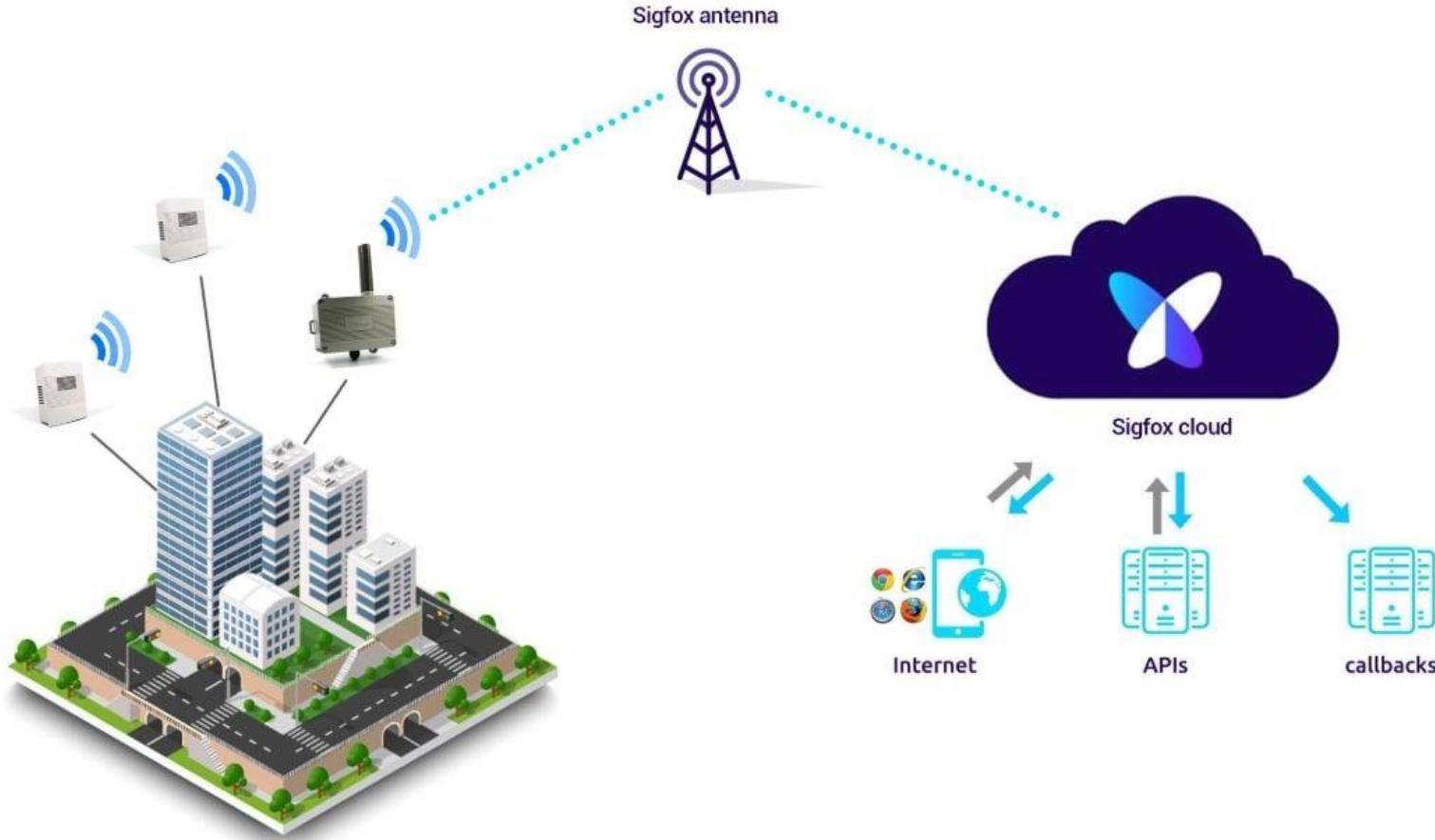




SIGFOX



sigfox



Sigfox es una red de IoT pensada para tener un bajo consumo y ser independiente de los despliegues de telefonía, alternativa a las clásicas GSM/3G/4G

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. **Manejo de datos asistido por software**
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning



- Soluciones de Google Cloud IoT
- Axiros
- Internet IoT - TheThings



thethings.io



axiros
Lasting Advantage

Software para
manejo de datos.
Mejores decisiones
mapeando
digitalmente todos
los procesos en la
finca



[thethings.io](https://www.thethings.io)



2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. **Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning**

El término "**big data**" se refiere a los datos que son tan grandes, rápidos o complejos que es difícil o imposible procesarlos con los métodos tradicionales. Una Big Data cumple tres condiciones:

- **Alto volumen** de información.
- **Alto tráfico** promovido por el crecimiento del Internet de las Cosas (IoT), que demanda el procesamiento casi que en tiempo real.
- Los **datos se presentan en todo tipo de formatos**: desde datos numéricos estructurados en bases de datos tradicionales hasta documentos de texto no estructurados, correos electrónicos, videos, audios, datos de teletipo y transacciones financieras.

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. **Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning**

El **big data** es un gran problema para las industrias. IoT y otros dispositivos conectados han creado un aumento masivo en la cantidad de información que las organizaciones recolectan, manejan y analizan.

Lectura sugerida: “Big Data: Between Opportunity and Solution”

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21002511>







¿Como pueden los finqueros aprovechar los grandes volúmenes de datos para mejorar los procesos de Agricultura?

- **Agricultura de precisión:** El análisis de big data puede ayudar a los agricultores a practicar la agricultura de precisión, donde pueden optimizar el rendimiento de los cultivos al monitorear la salud de los cultivos y las condiciones del suelo en tiempo real. Al analizar datos de diversas fuentes, los agricultores pueden tomar decisiones informadas sobre el manejo de cultivos, incluida la fertilización, el riego y el control de plagas.
- **Análisis predictive:** El análisis de big data también puede ayudar a los agricultores a predecir el rendimiento de los cultivos y los patrones climáticos, permitiéndoles planificar sus operaciones y tomar decisiones informadas sobre la siembra, la cosecha y el riego.
- **Reducción de costo:** El análisis de big data también puede ayudar a los agricultores a reducir costos al optimizar la utilización de recursos, como el uso de agua y fertilizantes

Tomado de: <https://blog.sikidang.com/big-data-in-agriculture/>



Beneficios

Aumento en la productividad

Ahorro de costos

Sostenibilidad Ambiental

Tomado de:
<https://blog.sikidang.com/big-data-in-agriculture/>



Desafios

Mejora en la calidad de los datos

Adopción Tecnológica

Privacidad de los datos

Tomado de:
<https://blog.sikidang.com/big-data-in-agriculture/>

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. **Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning**

La **Analítica de Datos** es el análisis computacional sistemático de datos o estadísticas. Se utiliza para el descubrimiento, interpretación y comunicación de patrones significativos en los datos. Implica aplicar patrones de datos para una toma de decisiones eficaz. (Definición adaptada de Wikipedia)

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

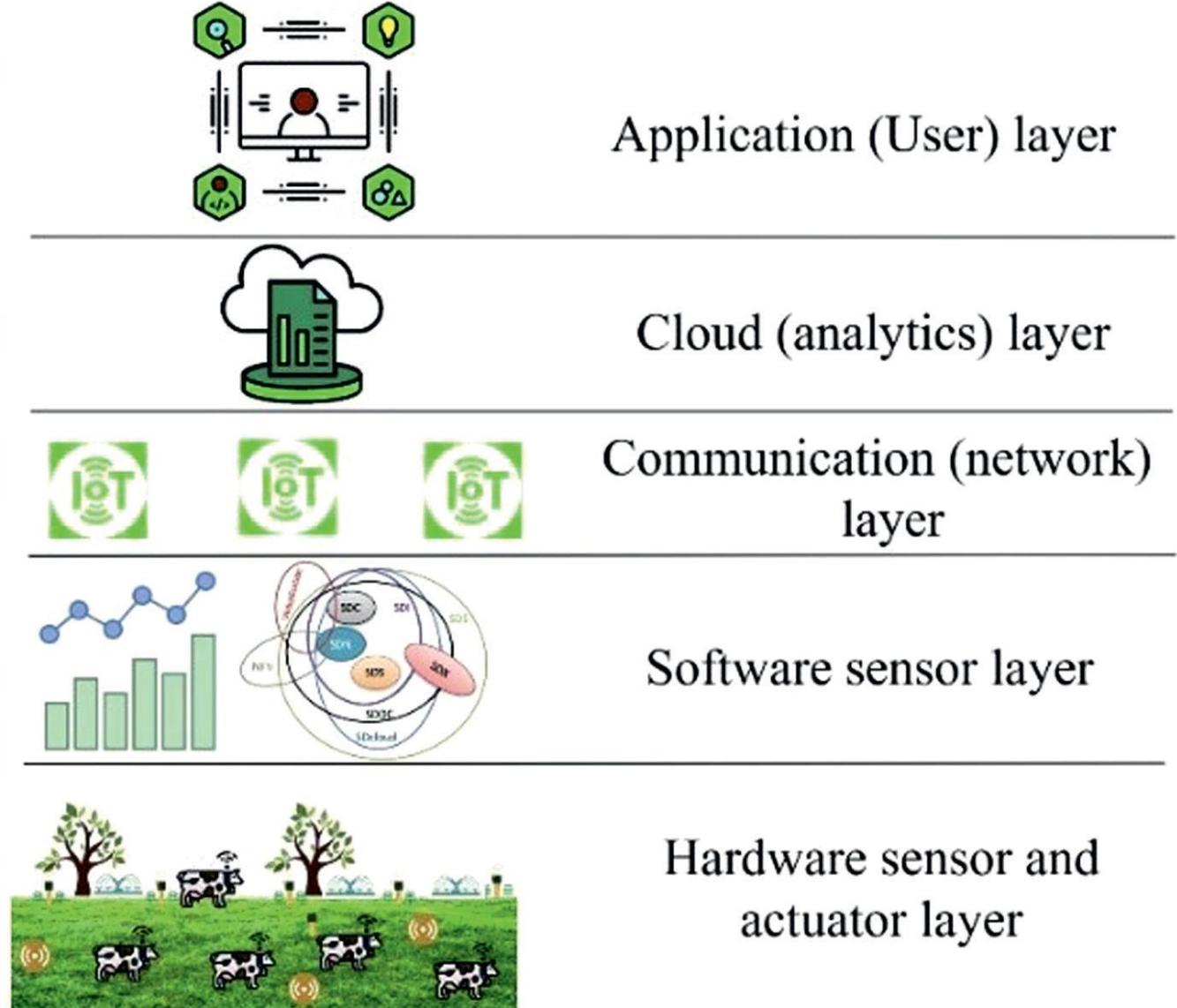
Internet of Things (IoT, Internet de las cosas)

En la Agricultura 4.0 son aplicaciones dirigidas a la optimización de insumos y mitigación de riesgos agronómicos.

- Sensores para monitoreo del cultivo en tiempo real.
- Soporte de decisiones agronómicas.

Modelo IoT para una “Finca Inteligente”

Layers of a Smart Farming IoT model





2. Tendencias actuales

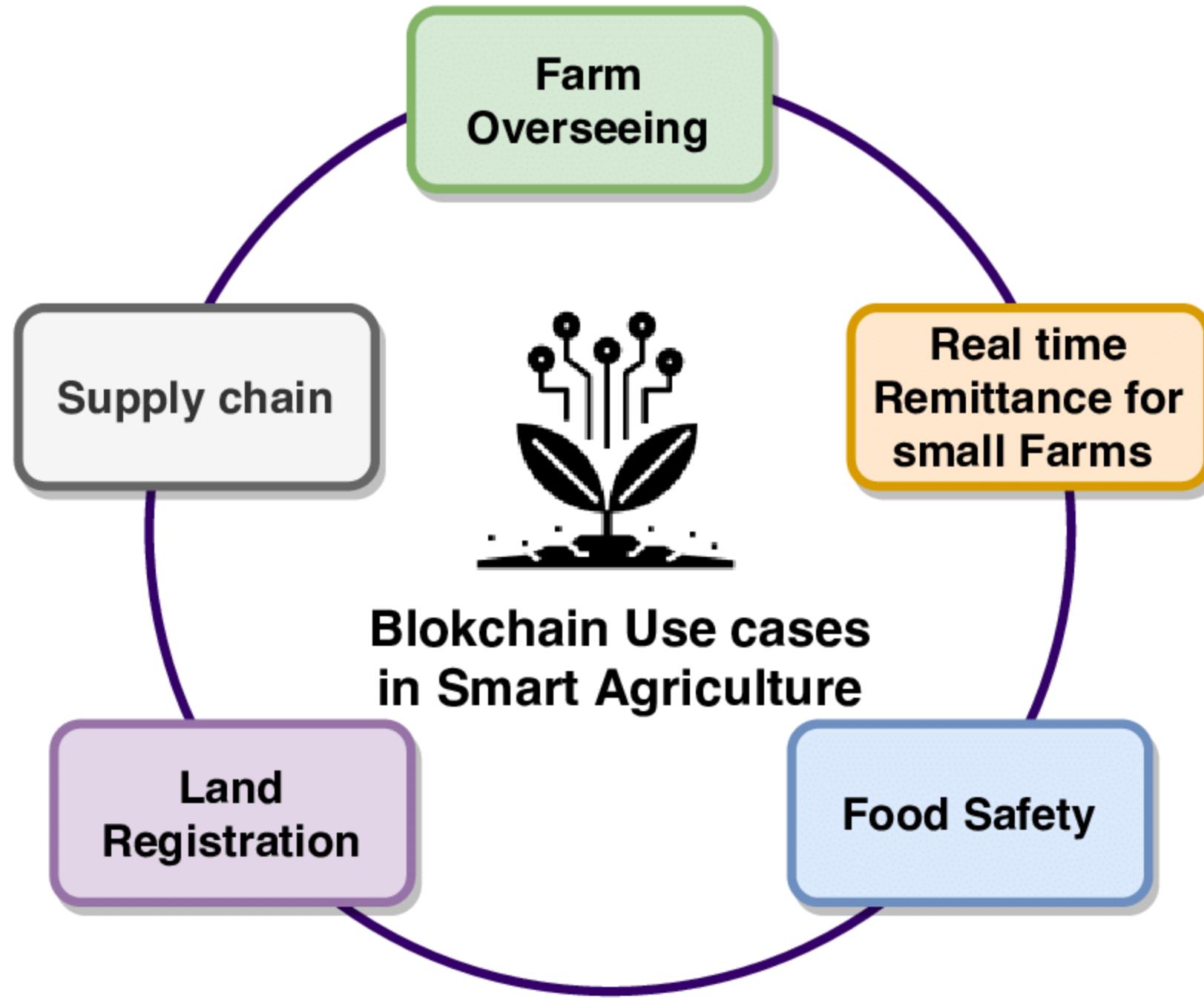
- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, **Blockchain**, IA y Machine Learning

Blockchain:

Se trata de una enorme base de datos que recoge y almacena la información de manera compartida y descentralizada. De esta forma se crea un registro que es único pero que a su vez generan copias sincronizadas, lo que hace imposible manipular los datos.

-
- Supervisión del inventario agrícola
 - Mejora de las cadenas de suministro agrícola
 - Modernización del software de gestión agrícola (FMS)
 - Optimización de AgTech IoT
 - Precio justo
 - Fiscalización y Pago de Subsidios Agropecuarios
 - Agricultura patrocinada por la comunidad
 - Remesas móviles para pequeños agricultores
 - Incentivar prácticas sostenibles
 - Mayor responsabilidad para las multinacionales





THE POTENTIAL OF BLOCKCHAIN IN AGRICULTURE



Blockchain is a **ledger system** that allows multiple parties to **securely track actions** and movements of assets.

Improved data sharing can help reduce the **\$1 trillion** problem of food waste.



Blockchain's promise of increased traceability could assist in preventing the spread of food-borne pathogens that cost consumers **\$55.5 billion** per year in the US.

Blockchain can also stem **food fraud**



which **costs** the global industry an estimated **\$30-\$40 billion** annually.

Source: Rockefeller Foundation,
Ohio State University Michigan State University
Gro Intelligence

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Inteligencia Artificial:

Técnicas de análisis y procesamiento de datos que pueden ser usados para tomar decisiones informadas

- Previsión basada en Inteligencia Artificial: Datos climáticos, predicción de crecimiento de cultivos, aparición de plagas, variación de precios.
- Chatbots: Interacción fácil entre los finqueros
- Recomendaciones basadas en Inteligencia Artificial: Reconocimiento de plagas en cultivos y aparición de enfermedades en granjas

2. Tendencias actuales

- a. Sensores
- b. Drones
- c. Imágenes satelitales
- d. Tecnologías de Conectividad
- e. Manejo de datos asistido por software
- f. Big Data, Data Analytic, IoT, Blockchain, IA y Machine Learning

Machine Learning:

Técnica de procesamiento de datos, máquina de aprendizaje es una rama de la inteligencia artificial que permite el aprendizaje a partir de una serie de datos. Una habilidad indispensable para hacer sistemas capaces de identificar patrones entre los datos para hacer predicciones, previo entrenamiento.

APPLICATIONS OF MACHINE LEARNING IN AGRICULTURE

Machine learning has evolved over the last few years along with other big data technologies and advanced computing to transform industries all over the world, and the agricultural sector is no exception. With its advancements, machine learning in agriculture has been able to address a number of issues that the industry has been encountering.

APPLICATIONS

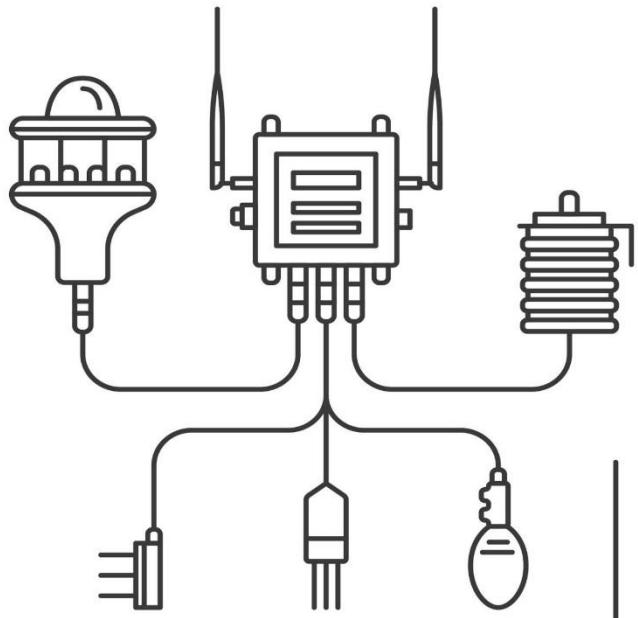
- Machine learning enables us to extract information from decades of field data. This data is used to create a probability model that predicts which traits will give a plant a desirable genetic advantage.
- Machine learning algorithms examine evaporation dynamics, soil moisture, and temperature to comprehend ecosystem processes and their impact on agriculture.
- Modern methods go well beyond simple forecasting based on historical data, incorporating computer vision technologies to deliver data instantly and thorough multidimensional analyses of crops, weather and economic situations to maximize production for farmers.
- Computer vision and machine learning algorithms in agriculture can enhance the identification and discrimination of weeds. Future models of this technology will power weed - destroying robots, minimizing the need for herbicides.
- To maximize the economic effectiveness of livestock production systems, such as the production of cattle and eggs, machine learning enables precise prediction and prediction of farming aspects.

Species Breeding and Recognition
Soil and Water Management
Yield Prediction and Crop Quality
Disease and Weed Detection
Livestock Production and Animal Welfare

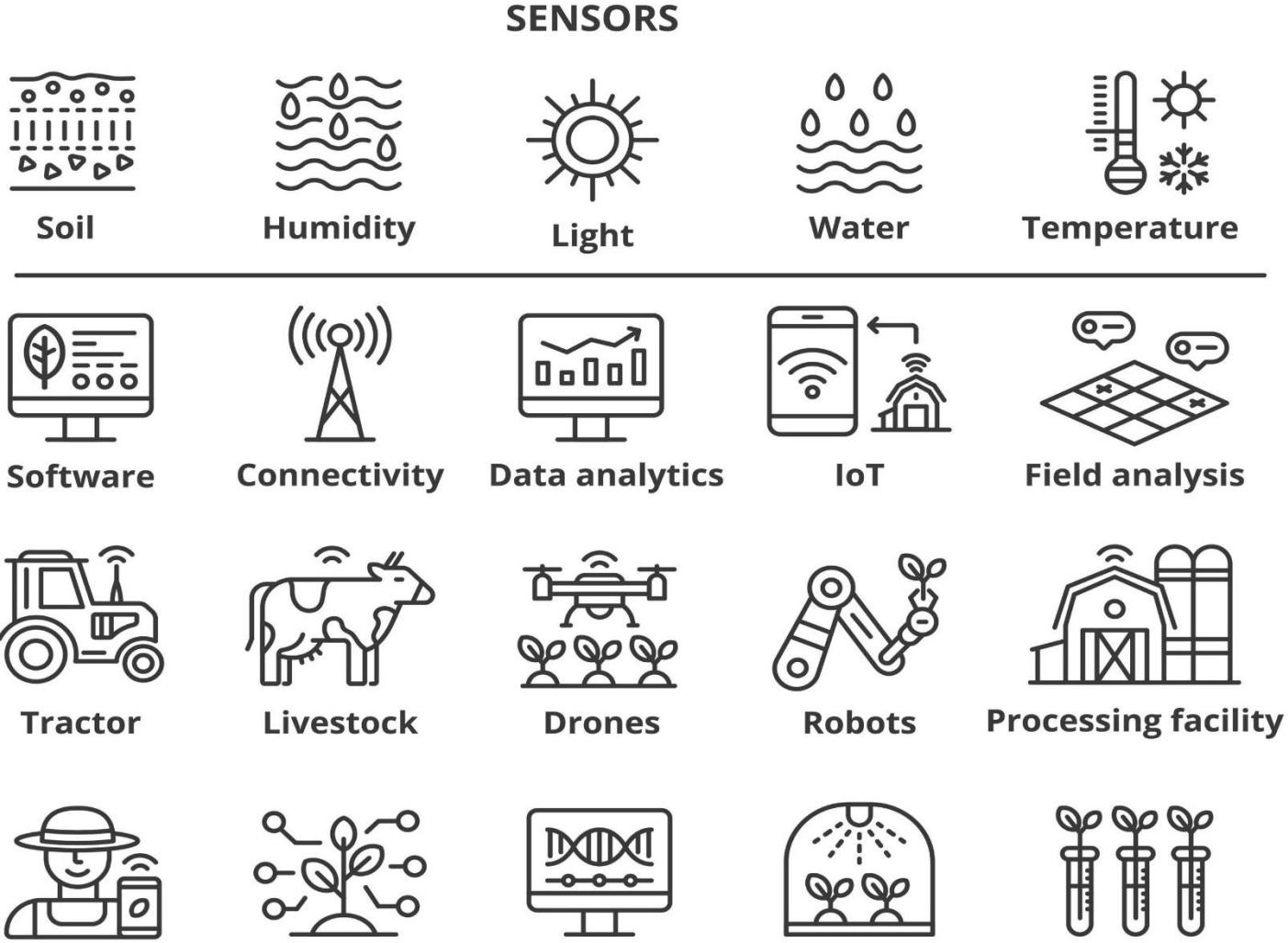
Allerin  @allerint

<https://www.allerin.com/blog/how-machine-learning-can-revolutionize-the-agricultural-industry>

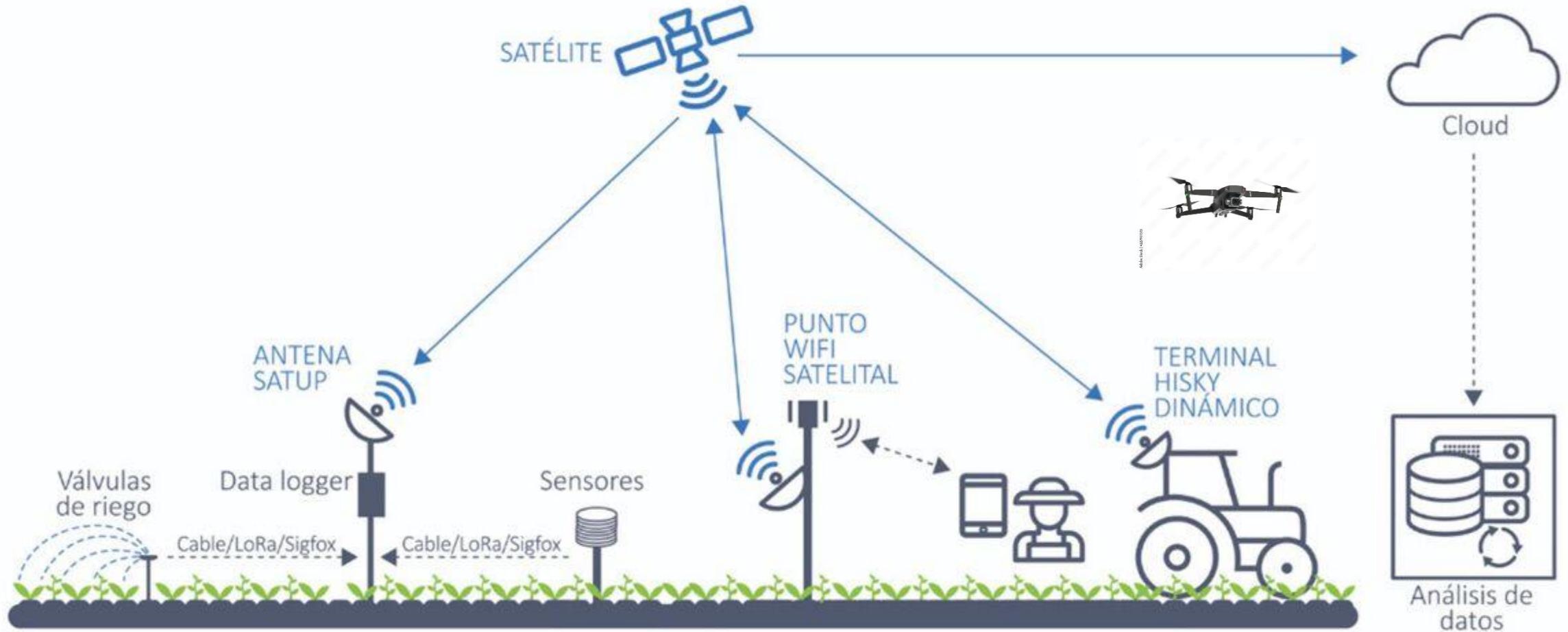
SMART FARMING



LOCATION







3. Automatización de procesos y robots

- a. Sensores y dashboard
- b. Agrobots
- c. Drones sprayer

Un **dashboard** es una herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de un proceso.

Lectura Recomendada: Greenhouse crop monitoring using 4.0 Technologies.
<https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2853>





3. Automatización de procesos y robots

- a. Sensores y dashboard
- b. **Agrobots**
- c. Drones sprayer

Agrobots pensados por la escasez de mano de obra agrícola, y aumento en la productividad.

Agrobots para recolección de frutos, cosecha, plantación, trasplante, fumigación, siembra y deshierbe.

Lectura recomendada: León Araujo H, Gulfo Agudelo J, Crawford Vidal R, Ardila Uribe J, Remolina JF, Serpa-Imbett C, López AM, Patiño Guevara D. Autonomous Mobile Robot Implemented in LEGO EV3 Integrated with Raspberry Pi to Use Android-Based Vision Control Algorithms for Human-Machine Interaction. *Machines*. 2022; 10(3):193. <https://doi.org/10.3390/machines10030193>

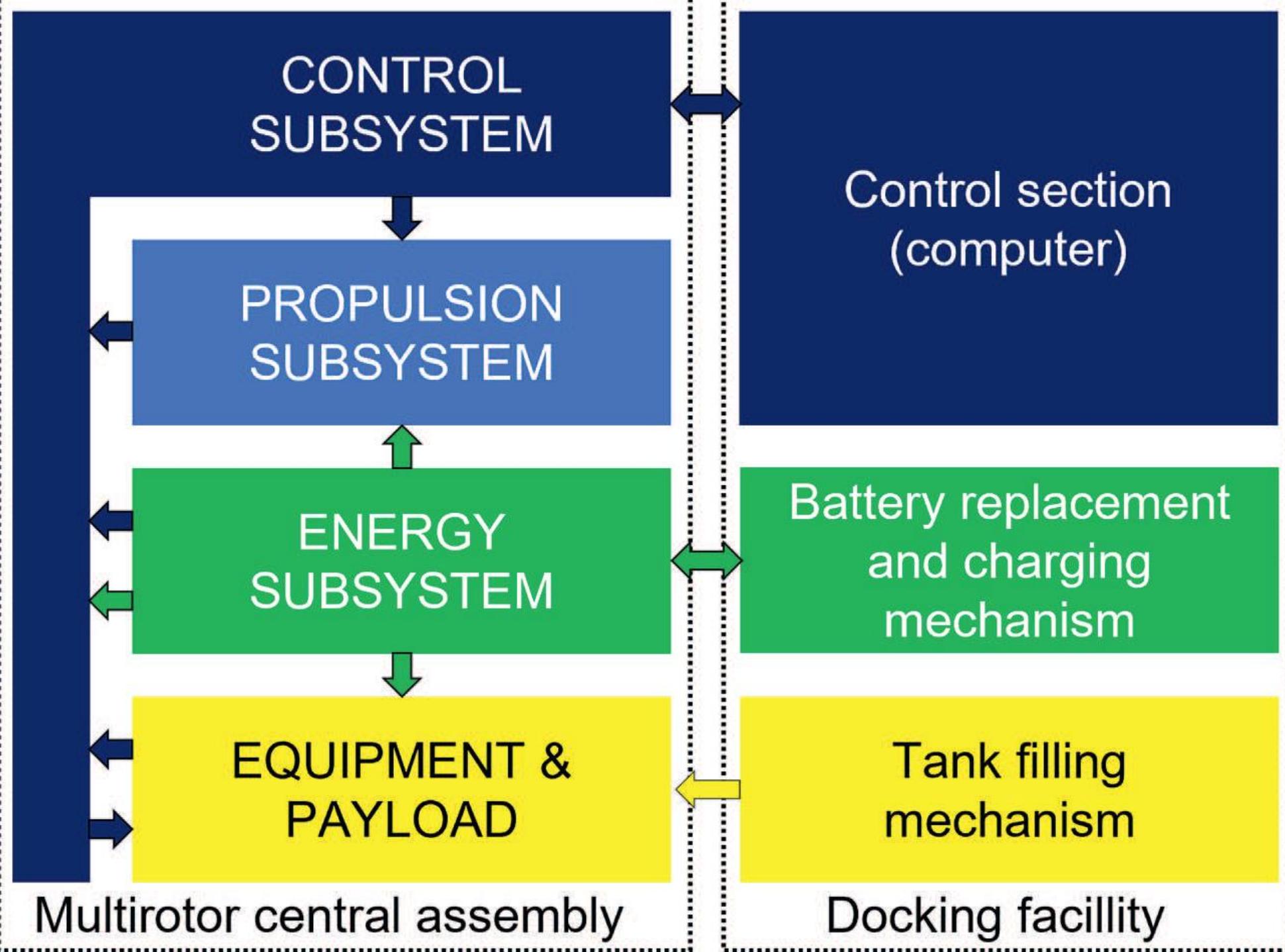


3. Automatización de procesos y robots

- a. Sensores y dashboard
- b. Agrobots
- c. Drones sprayer

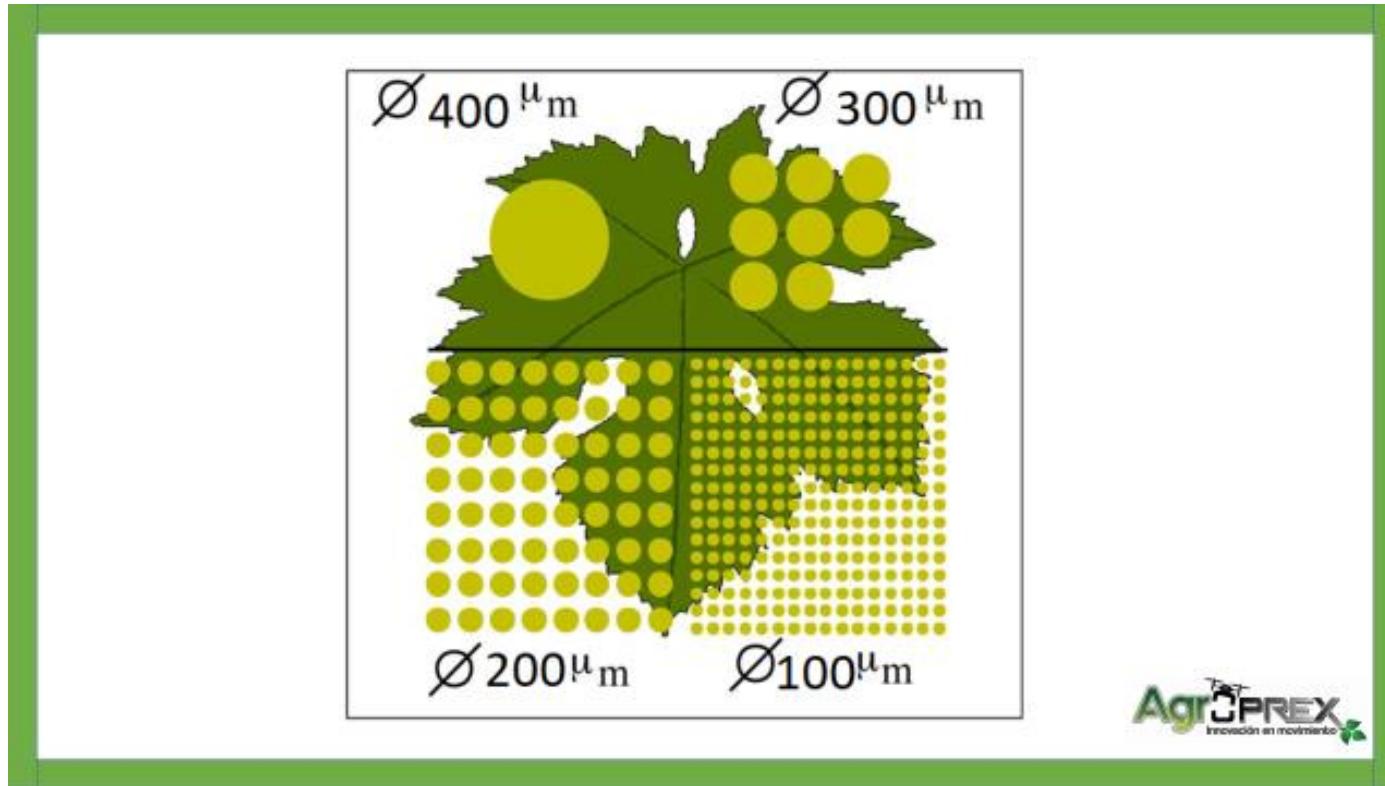
Aparatos para pulverización de agroquímicos que permiten realizar dicha operación en corto tiempo y con gran ahorro del producto.

Lectura Recomendada: Autonomous Aerial Robotic System for Smart Spraying Tasks: Potentials and Limitations





3. Ultrabajo volumen (UVB) Vs. Tradicional



3. Ultrabajo volumen (UVB) Vs. Tradicional

- Ahorros en los agroquímicos. (Mínimo 25%).
- Notable disminución del uso del agua. (Mínimo 85%).
- Disminución del riesgo laboral y en el manejo de personal.
- No hay error humano en la aplicación de los productos.
- No hay compactación del terreno por pisadas, y por lo tanto el consumo de agua por riego en el cultivo disminuye

3. Ultrabajo volumen (UVB) Vs. Tradicional

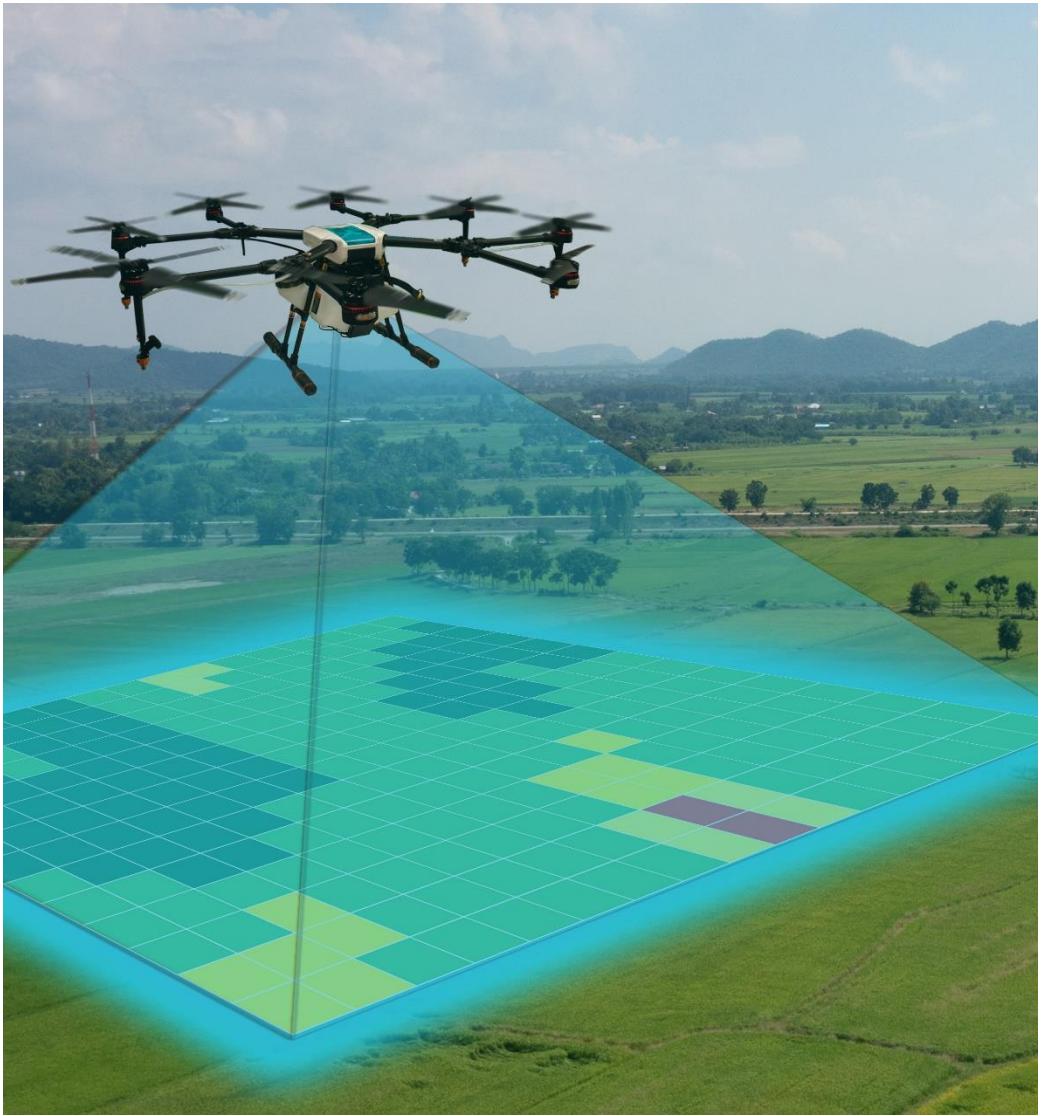


3. Ahorro UVB con drones (Caso real Tolima)

Ahorro con aplicación de ultrabajo volumen con DRON ASPERSOR

Cultivo	Ahorro producto	Ahorro ha /Manual	Cantidad ha	Ahorro por ciclo	ciclos por año	Ahorro anual
Arroz	30%	\$ 115,999.24	500	\$ 57,999,621.70	3	\$ 173,998,865.10
Maiz	30%	\$ 184,243.11	500	\$ 92,121,553.83	3	\$ 276,364,661.48
Algodon	30%	\$ 115,999.24	500	\$ 57,999,621.70	3	\$ 173,998,865.10

Datos suministrados por Agroprex SAS



VIDEOS SUGERIDOS

- **DJI MG-1S - Agricultural Wonder Drone**
<https://www.youtube.com/watch?v=P2YPG8PO9JU>
- **El futuro de los cultivos y de la agricultura:**
<https://www.youtube.com/watch?v=Qmla9NLFBvU>
- **Agricultura Robótica Moderna 7/8 (AGROBOT BUGVAC):**
<https://www.youtube.com/watch?v=8NXBBHNxswU>



CONCLUSIONES (Parte 1)

- Se definieron los conceptos y alcances de la Agricultura Digital, Agricultura de Precisión y Agricultura 4.0.
- Se discutieron las expectativas de la Agricultura 4.0 y acciones para la implementación en cultivos grandes, medianos y pequeños.
- Se analizaron los principales desarrollos tecnológicos de la Agricultura 4.0 enfocados a la toma de decisiones informadas que deriven en recomendaciones agronómicas para Agricultura de Precisión
- Se mostraron las diferentes opciones para automatización de procesos, y aplicaciones de dispositivos como drones y agrobots.

TENDENCIAS, USOS Y APLICACIONES DE LA AGROINDUSTRIA 4.0

(Parte 2)



El conocimiento
es de todos

Minciencias



El conocimiento
es de todos

Minciencias





CONTENIDO



1. IoT en Agricultura 4.0

- Definición
- Tecnología de Transmisión
- Tecnología de Comunicación
- Sensores IoT para Agricultura 4.0
- Estaciones Meteorológicas IoT
- Prototipado con Arduino



2. Big Data en Agricultura 4.0

- Definición
- Proyectos Big Data



3. Visión General de la Industria 4.0

- Que es la Industria 4.0
- Aplicaciones en diferentes sectores.



1. IoT en Agricultura 4.0
 - a. Definición
 - b. Tecnología de Transmisión
 - c. Tecnología de Comunicación
 - d. Sensores IoT para Agricultura 4.0
 - e. Estaciones Meteorológicas IoT
 - f. Prototipado con Arduino

Internet of Things (IoT, Internet de las cosas)

En la Agricultura 4.0, IoT es el soporte para aplicaciones dirigidas a la optimización de insumos y mitigación de riesgos agronómicos.

Tecnología IoT

- IoT, se refiere a redes de objetos físicos como vehículos, edificios, electrodomésticos, ropa, implantes, que disponen de conectividad en red (Internet) que les permite recolectar información de todo tipo.
- Tres tecnologías sostienen el funcionamiento de IoT: *sensores, procesamiento de datos y conectividad*.



IoT

10 ICONS

INTERNET OF THINGS



EDGE COMPUTING



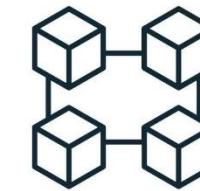
SMART FARM



SENSORS



MAINTENANCE



BLOCKCHAIN



SMART DEVICE



DIGITAL TWIN



SMART HOME



SMART CITY



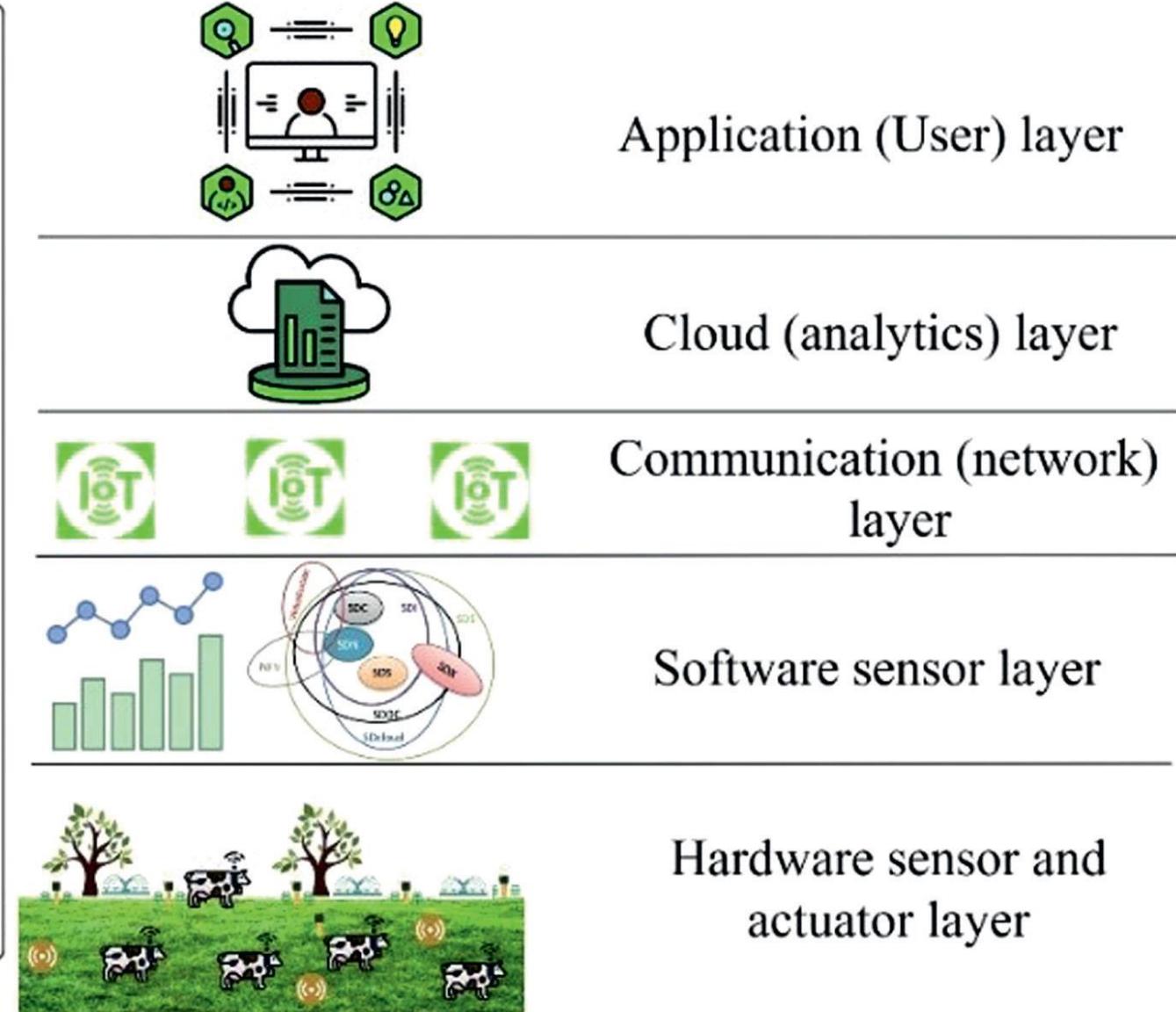
WIRELESS COMMUNICATION

- Los elementos que componen un sistema *IoT* son *hardware/dispositivos, protocolos de comunicación/mensajería e interfaces/servicios*” (Mohamad Noor & Hassan, 2019, p. 284)

Modelo IoT para una “Finca Inteligente”

- Saiz-Rubio V, Rovira-Más F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*. 2020; 10(2):207.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>

Layers of a Smart Farming IoT model



Arquitecturas IoT para Cultivos

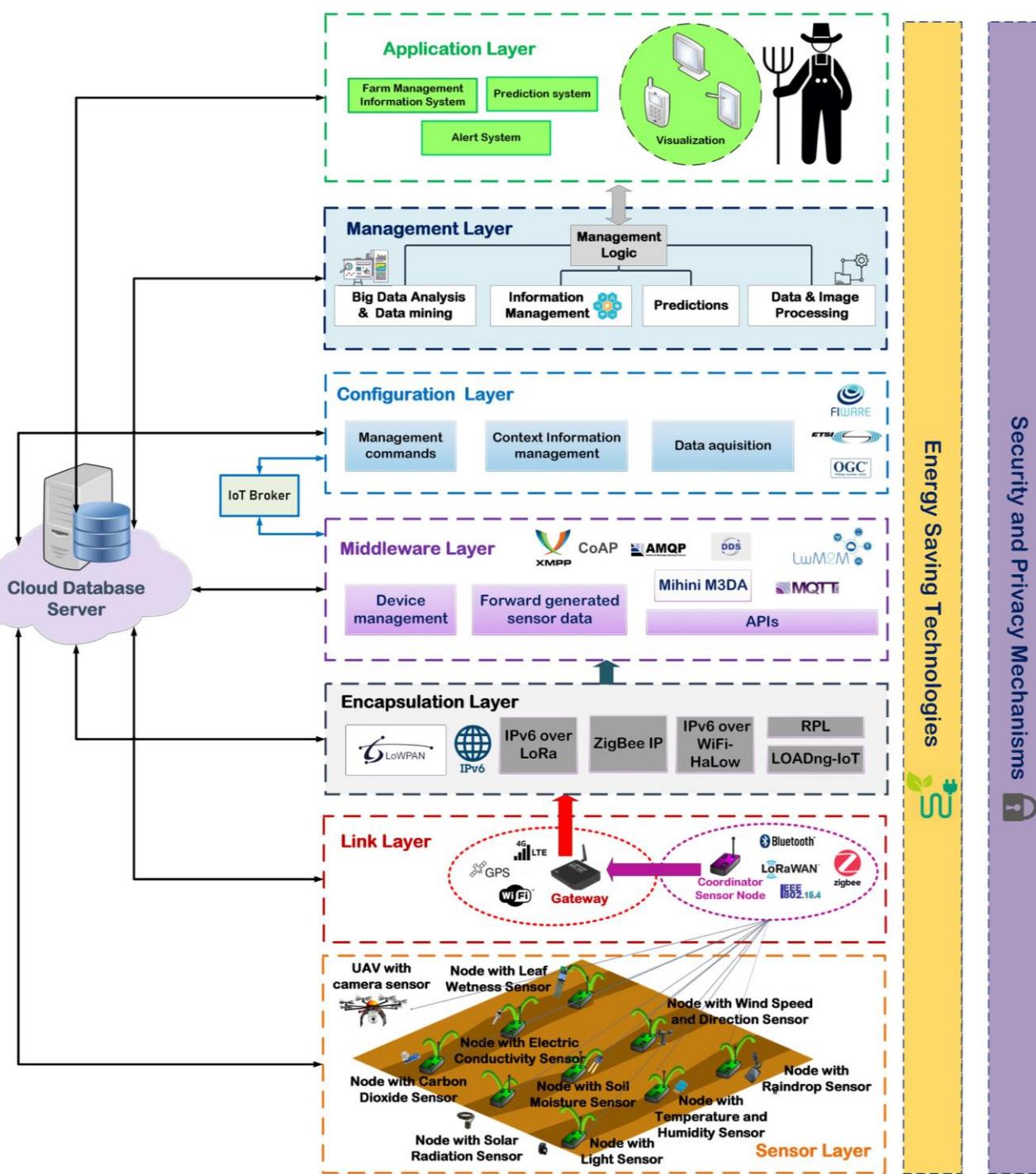


Autores	Nombre de arquitectura	Hardware en capa de percepción o física	Protocolos de comunicación inalámbrica	Servicios en capa de aplicación (visualización de datos)	Uso	
Triantafyllou et al., 2019	DIAS (Drone Innovation in saffron Agriculture Surveillance)	Sensores aéreos: Dron con cámara térmica, hiperespectral y RGB Sensores en tierra: humedad del aire y del suelo, temperatura, niveles de luminosidad, debilidad de las hojas, pH, velocidad del viento, medición de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo.	LoRaWAN Wifi	App web plataforma DIAS	- + - + - +	Campo abierto, cultivo de azafrán
Codeluppi et al., 2020	LoRaFarM architecture	Sensores: humedad relativa y temperatura del aire, humedad y temperatura del suelo.	Wifi LoRaWAN	App web (dashboard) app móvil	+ + +	Campo abierto, invernadero
Ahmed et al., 2018		Sensores: humedad, temperatura, niebla, nubosidad y lluvia.	6LoWPAN	App web	Campo abierto, áreas rurales	

Arquitecturas IoT para Cultivos



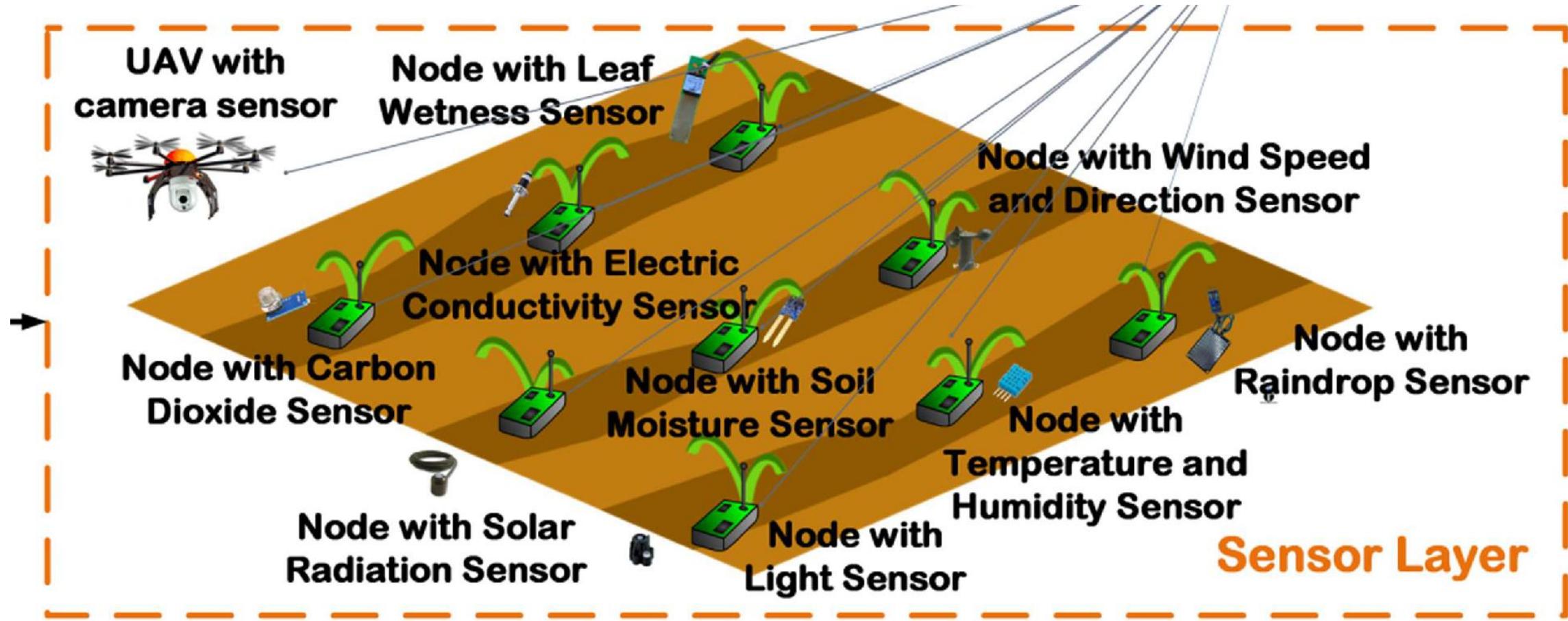
Codeluppi et al., 2020	LoRaFarM architecture	Sensores: humedad relativa y temperatura del aire, humedad y temperatura del suelo.	Wifi LoRaWAN	App web (dashboard) + app móvil	Campo abierto, invernadero
Ahmed et al., 2018		Sensores: humedad, temperatura, niebla, nubosidad y lluvia.	6LoWPAN	App web	Campo abierto, áreas rurales
Mohammad El-Basioni & Abd El-Kader, 2020	Aitra (Agricultural IoT reference architecture)	Sensores: temperatura y contenido de agua en la tierra.	Gateway local y dispositivos no habilitados para IP	App web	Campo abierto, invernadero
Guillermo et al., 2019	Mocca system (Cacao Monitoring System)	Sensores: humedad del suelo, temperatura y humedad del aire, pH, conductividad eléctrica, luminosidad y consumo de energía.	ZeegBe LoRaWAN	Ionic (para desarrollo móvil y aplicaciones web)	Cultivos de cacao
Ferrández-Pastor et al., 2018	User-Centered Design Models	Sensores riego: tiempo y flujo Sensores tierra: humedad y temperatura del suelo, pH y conductividad eléctrica.	MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)	App web (dashboard)	Invernaderos



Arquitectura de Plataforma de monitoreo de cultivo – Proyecto DIAS

- **Sensor Layer**
- **Link Layer**
- **Encapsulation Layer**
- **Middleware Layer**
- **Configuration Layer**
- **Management Layer**
- **Application Layer**

*resaltadas en negrita las capas (layers) que involucran IoT.
 ISO/IEC 7498-1 estandar conocido como OSI Model de Comunicaciones de 7 capas. El grupo de capas resaltadas en rojo configuran la capa conocida como CAPA DE RED (Network Layer).



- Sensores Ópticos en Vehículos Aéreos no tripulados
- Sensores para suelo tipo electroquímicos
- Sensores de Geoposicionamiento (GPS)
- Estaciones Meteorológicas (Sensores de temperatura, humedad, precipitación, radiación...)

Sensores

- Radio transceiver + antena + microcontrolador + circuitos electrónicos con interfaces + Fuente de energía.
- Placas de prototipado como Arduino, Raspberry Pi, Atmega328 y la LPC2148.

Triantafyllou, A.; Sarigiannidis, P.; Bibi, S. Precision Agriculture: A Remote Sensing Monitoring System Architecture. *Information* **2019**, *10*, 348. <https://doi.org/10.3390/info10110348>

Table 1. Precision agriculture sensor data types.

Data Type	Sensor Type
Soil moisture and temperature	Ground sensors
Soil color	UAV sensors
Environmental humidity and temperature	Ground sensors or UAV sensors
Leaf-wetness	Ground sensors or UAV sensors
Electric conductivity	Electrochemical sensors
Wind speed and direction	Weather stations
Barometric pressure	Weather stations
Carbon dioxide	Electrochemical sensors
Ph value	Electrochemical sensors
Light intensity	Weather stations or Ground sensors
Solar radiation	Weather stations or Ground sensors
Rainfall	Weather stations
Size of crops	UAV sensors
Shape of crops	UAV sensors
Thickness of plant stem	UAV sensors
Latitude, longitude and altitude of the plants	Location sensors



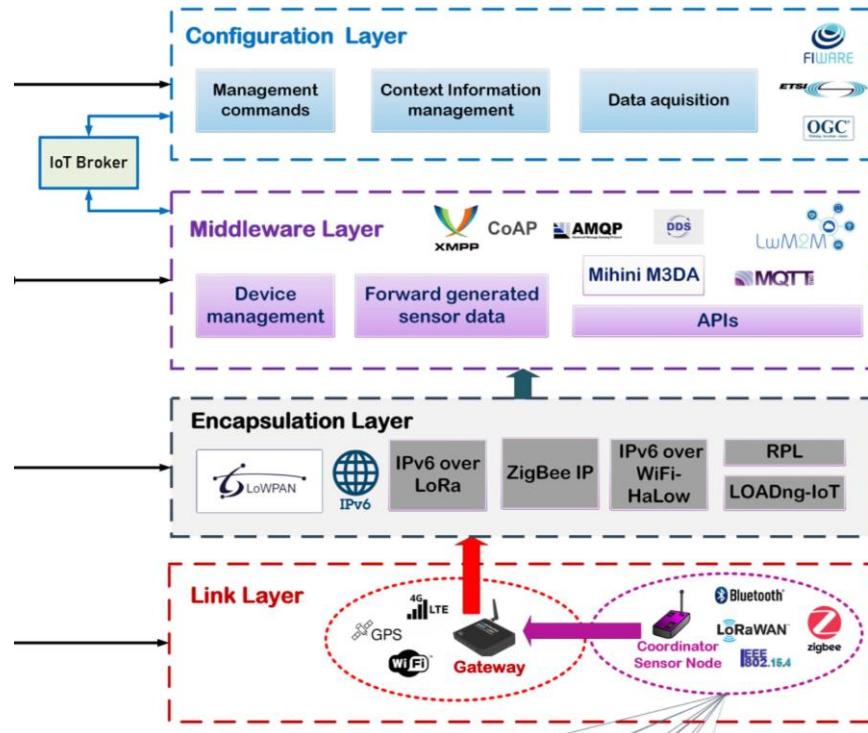
Hardware y Dispositivos/ sensores IoT para agricultura 4.0

- Temperatura
- pH
- Humedad
- Radiación solar
- Humedad y/o temperatura de suelo
- Precipitación
- Conductividad eléctrica para medición de sales en suelo



Capa de Red

- Protocolos de Red
- Protocolos de Enrutamiento





Tecnologías de Transmisión de datos usados en IoT

Table 3. Smart farming networking technologies.

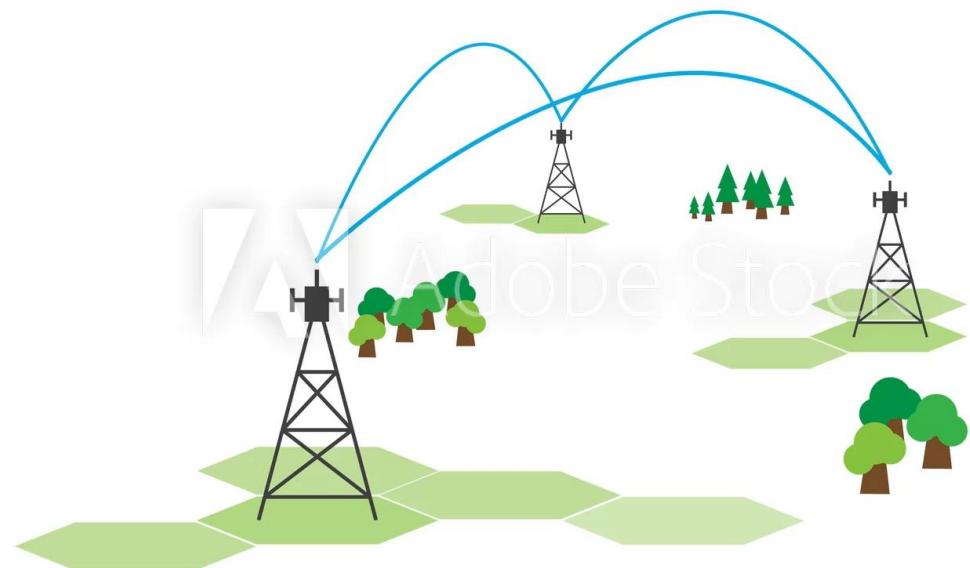
Communication Technology	Data Rate	Frequency Band	Range	References
IEEE 802.15.4	20–250 Kbps	2400/915/868 MHz	10 m	[7]
IEEE 802.15.4-ZigBee	20–250 Kbps	2400/915/868 MHz	10–100 m	[19]
Wi-Fi-IEEE 802.11	450 Mbps	2.4 GHz–5 GHz	100 m	[2,20]
GPRS-2G GSM	64 Kbps	900 MHz–1800 MHz	100 m	[21]
3G	14.4 Kbps–2 Mbps	1.6–2 GHz	100 m	[21]
4G-LTE	100 Mbps–1 Gps	2–8 GHz	100 m	[14]
LoRa	0.3–50 Kbps	433,868,780,915 MHz	2–5 km	[1,22]
Bluetooth LE	1 Mbps	2.4 GHz–2.485 GHz	>100 m	[5]
RFID	400 Kbps	125 KHz–915 MHz	3 m	[23]

Protocolos de Transmisión

¿Cómo se hace la transmisión de datos provenientes de los sensores?

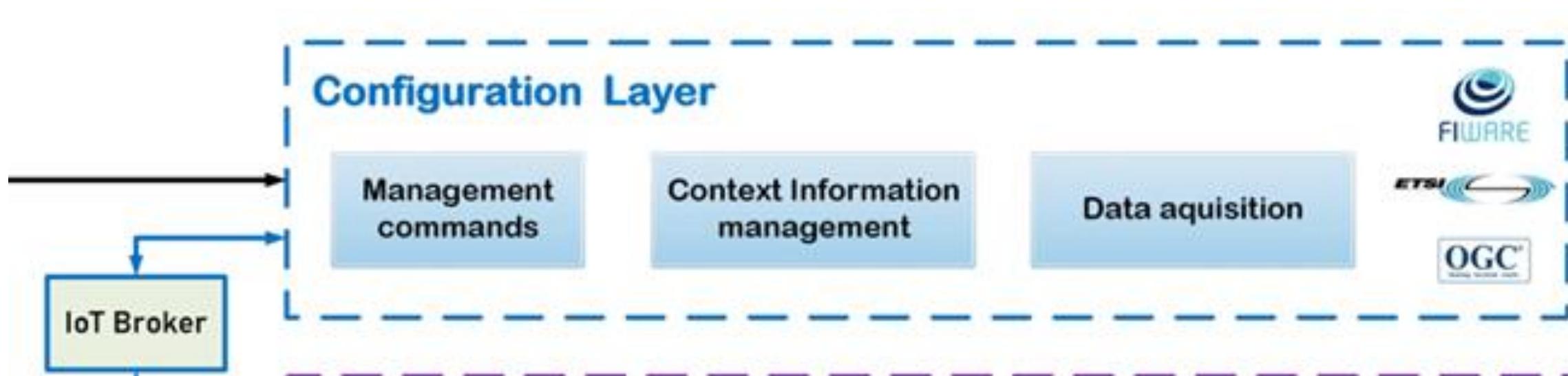
Table 4. Smart farming routing protocols.

Routing Protocols	Category	Features
Destination-Sequenced Distance Vector (DSVD)	Proactive	Route availability to all network destinations with minimal delay.
Link Estimation Parent Selection (LEPS)	Proactive	A map of the network is kept regarding the interconnection of nodes.
Tiny Lightweight UNderlay Ad-hoc Routing (TinyLunar)	Reactive	Provided interfaces help to form route characteristics.
Ad-hoc On-Demand Distance Vector(AODV)	Reactive	Used in ZigBee communication protocol for interconnection of sensor nodes.
Dynamic Source Routing(DSR)	Reactive	A route on demand is formed when a transmission node requests it.
Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)	Flat Routing	Information about the status of the nodes is used to select the appropriate path for packet forwarding.
ProtoSense	Flat routing	Reliable retransmission of information using confirmation messages.
Periodic Threshold-Sensitive Energy-Efficient Sensor Network (APTEEN)	Hierarchical Routing	It takes into account energy saving and network lifetime [24].
Location Routing Algorithm with Cluster-Based Flooding (LORA-CBF) [25]	Location-based routing	It uses the flood method in a hierarchical network structure to route data packets.



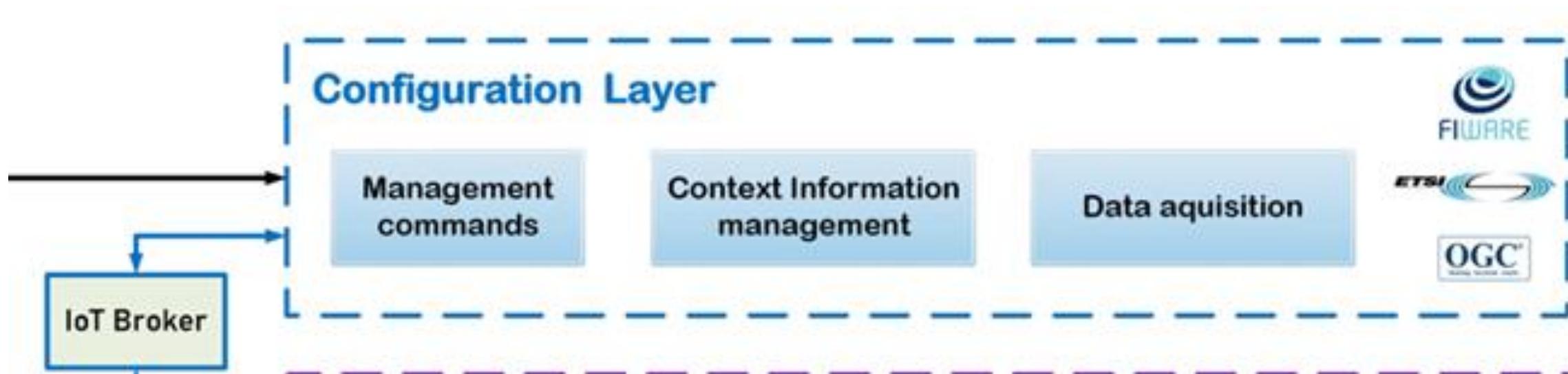
Capa de Configuración

- Protocolos que se ejecutan sobre la plataforma de monitoreo de IoT, permitiendo el intercambio de datos especificados por su contexto respecto de lo que se describe, lo que se midió, cuándo, dónde, por qué, tiempo de vigencia, titularidad y otros.
- El objetivo principal es seleccionar, armonizar y agregar los datos brutos recopilados, para que puedan publicarse como contexto de información del cultivo, o para que sea suministrada a algoritmos de análisis de procesamiento de los datos que ascienden en el modelo multicapa desde los sensores.



Capa de Configuración

- Capaz de enviar comandos operativos a la capa de middleware (capa de red).
- La capa de configuración utiliza un corredor de IoT (IoT Broker) para garantizar una interpretación común de la información producida por fuentes heterogéneas de datos que normalmente emplean diferentes formatos y ontologías.
- En cuanto a las aplicaciones de agricultura de precisión se usa como IoT broker Tecnología FIWARE NGSI, denominada Orion Context Broker.





Capa de Management

- Estudio y depuración de los datos capturados.
- Se implementa una gestión de la información para que el agricultor pueda consultar, registrar y modificar la información recogida por los sensores en tablas, gráficos estadísticos y mapas interactivos.
- Uso de procesamiento de Big Data para predicción, gestión de decisiones operativas, en tiempo real y el rediseño de procesos de negocio para avanzar la cadena de suministro de alimentos.

Capa de Management

Table 5. Smart farming monitoring system services.

Service Type	Tools	Description
Information management	Database	The central server database for storing and maintaining the sensor collected data, management commands and application user information.
	Management logic	The process of managing the systems units, organizing and displaying the evaluated data into a user-friendly way.
Big Data analytics	Apache Hadoop Framework	Complex process of examining large and varied data sets with an intention to uncover meaningful and useful information that can help in deriving conclusion and take decisions.
	Big Data hardware platforms	The use of different hardware platforms for Big Data analytics according to the available hardware, scale-ability and performance characteristics of each platform.
Data and Image processing	Digital Image processing	Vegetation Indexes calculation
	Photogrammetry techniques	Extracting three-dimensional digital surface or terrain models of the field and orthophotographs.
	Machine learning classification algorithms	Classification of data to decrease the size of redundant information and identify objects or animals.
Data mining	Apache Mahout Framework	Systematic and sequential process of identifying hidden patterns and information in a large dataset.
	Object-Based Image Analysis	Identify objects or animals through the collected images



Capa de Aplicación



Interactuar con las aplicaciones IoT del sistema para gestionar de forma remota el proceso de cultivo.



Dichas aplicaciones pueden referirse a cualquier aspecto del ámbito agrícola, desde la plantación hasta el riego.



Procesos como protección de plantas y métodos de cosecha pueden diseñarse con la información de una Smart Farm - IoT.



aplicación de fertilizantes, el mapeo de malezas, el proceso de fumigación, el riego del campo se puede planificar con un sistema IoT



Sistemas de alerta y detección temprana son configurados con sistemas IoT



Sistemas IoT permiten una Agricultura Inteligente, amigable y productiva con el Agricultor

Aplicación de Insumos de forma Variable

- La forma en que se aplican los insumos del cultivo (fertilizantes) se basa en los datos recopilados por sensores, mapas y GPS para mapeo y ubicación de malezas (Véase Aplicación Weed Mapping para mapeo de malezas)



A photograph of a landscape featuring a green lawn in the foreground. Two black irrigation sprinklers are active, spraying a fine mist of water in a circular pattern across the grass. In the background, there are several trees and a range of mountains under a clear sky.

Automatización de sistemas de riego

- Activación mediante sistemas electrónicos, y sensores IoT de temperatura y humedad del suelo que activan las bombas de agua de los sistemas de riego.



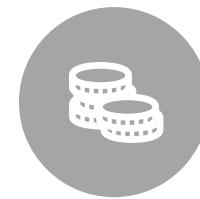
Aplicaciones para notificaciones y alertas

- Sistemas más populares para Agricultura 4.0 basado en IoT que recopilan, muestran y almacenan datos del cultivo y su ambiente circundante.
- Los datos provenientes de dispositivos IoT se procesan y transforman en conocimiento visualizado adecuadamente.
- Ofrecen información sobre la salud de la vegetación y del suelo, los patrones de comportamiento de las plantas, detectan signos de enfermedades a tiempo, identifican insectos y animales dañinos y alertan instantáneamente productores sobre posibles dificultades.

Aplicaciones para notificaciones y alertas



AUMENTAR LA
EFICIENCIA DE
PRODUCCIÓN



MEJORAR LA CALIDAD
DEL PRODUCTO



PROPORCIONAR UN USO
MÁS EFICIENTE DE LOS
PRODUCTOS QUÍMICOS
EN EL CULTIVO.



GESTIONAR LAS
CANTIDADES DE
PESTICIDAS



REDUCIR EL CONSUMO
DE ENERGÍA



PROTEGER EL SUELO



CONTROLAR EL
CONSUMO DE AGUA Y
LAS CANTIDADES DE
AGUA SUBTERRÁNEA

Dispositivos para implementar aplicaciones IoT



LAS APLICACIONES AGRÍCOLAS IOT SE PUEDEN IMPLEMENTAR PARA ANDROID O WINDOWS.



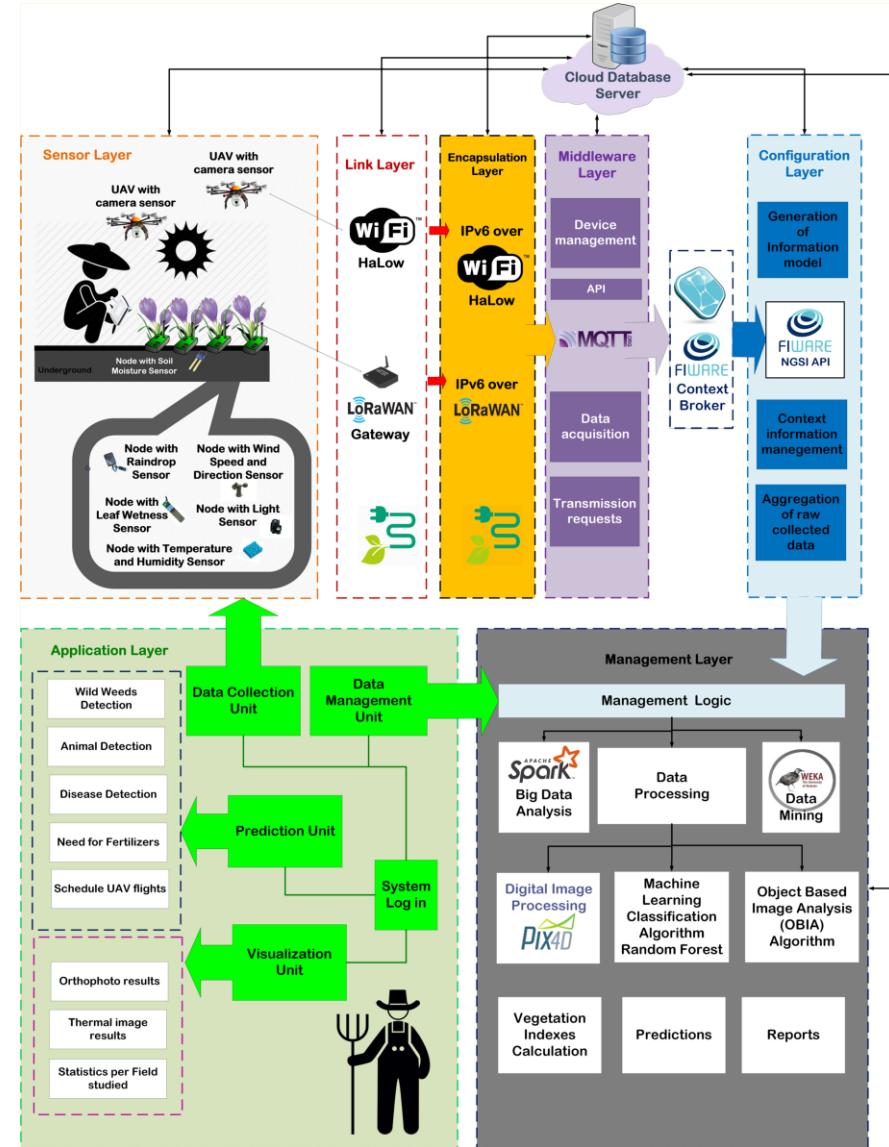
USAN TELÉFONOS INTELIGENTES, TABLETAS O APLICACIÓN WEB



USOS DIVERSOS EN AGRICULTURA ORGÁNICA Y FAMILIAR, GANADERÍA, CULTIVOS DE VARIEDADES PARTICULARES.

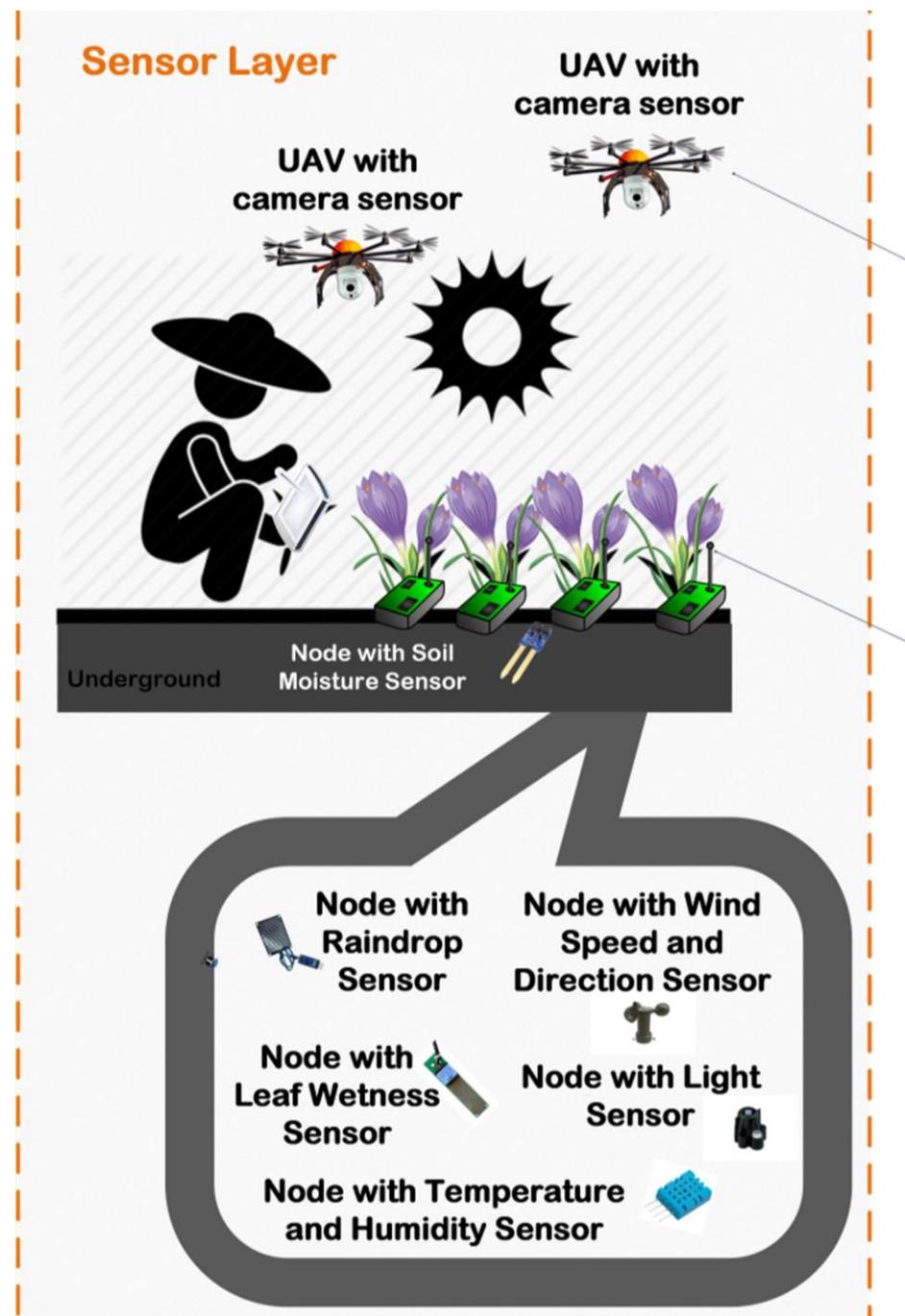


Caso éxito: Arquitectura DIAS (Drone Innovation in Saffron Agriculture Surveillance) en Grecia

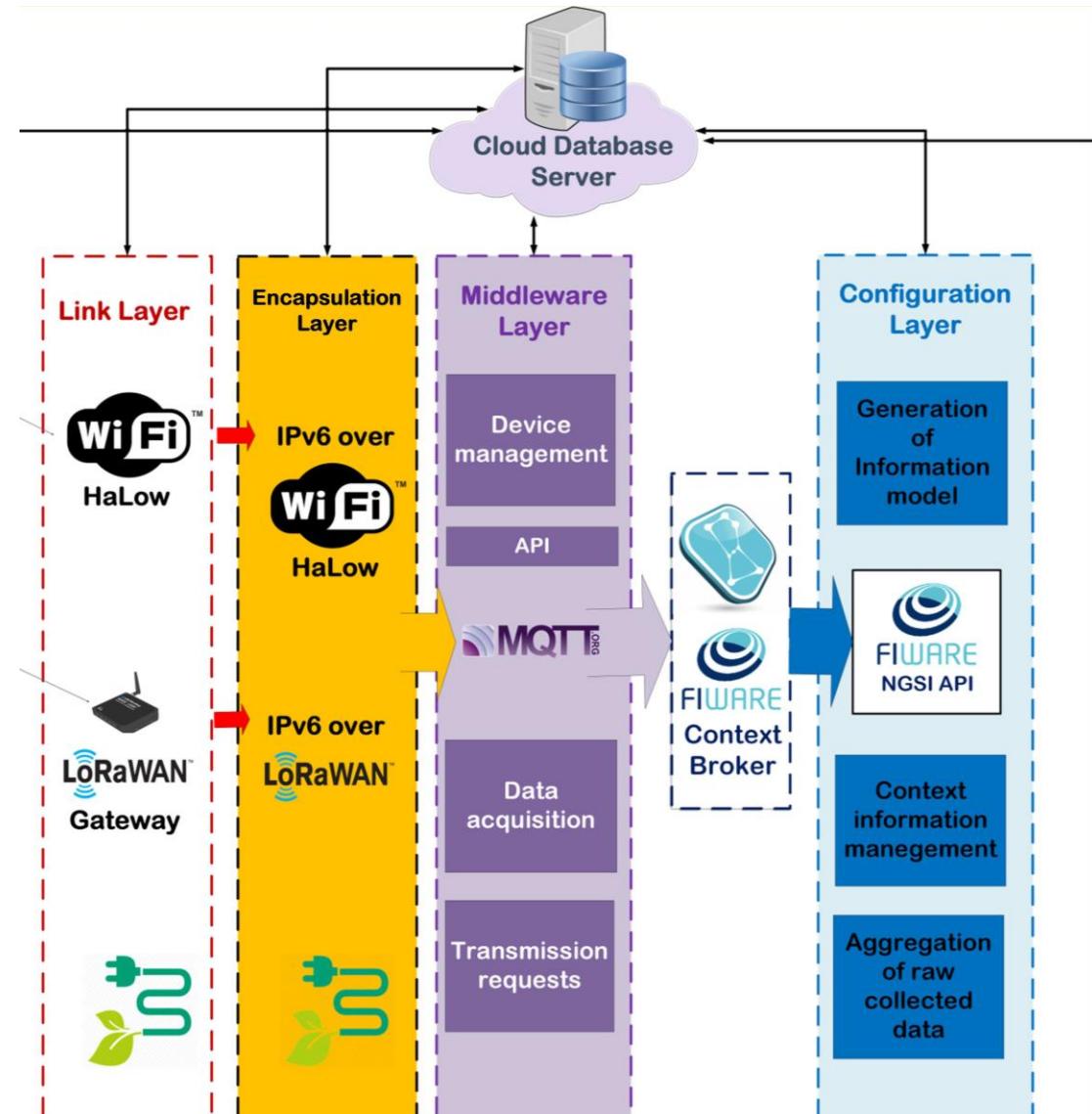


Triantafyllou, A.; Sarigiannidis, P.; Bibi, S. Precision Agriculture: A Remote Sensing Monitoring System Architecture. *Information* 2019, 10, 348. <https://doi.org/10.3390/info10110348>

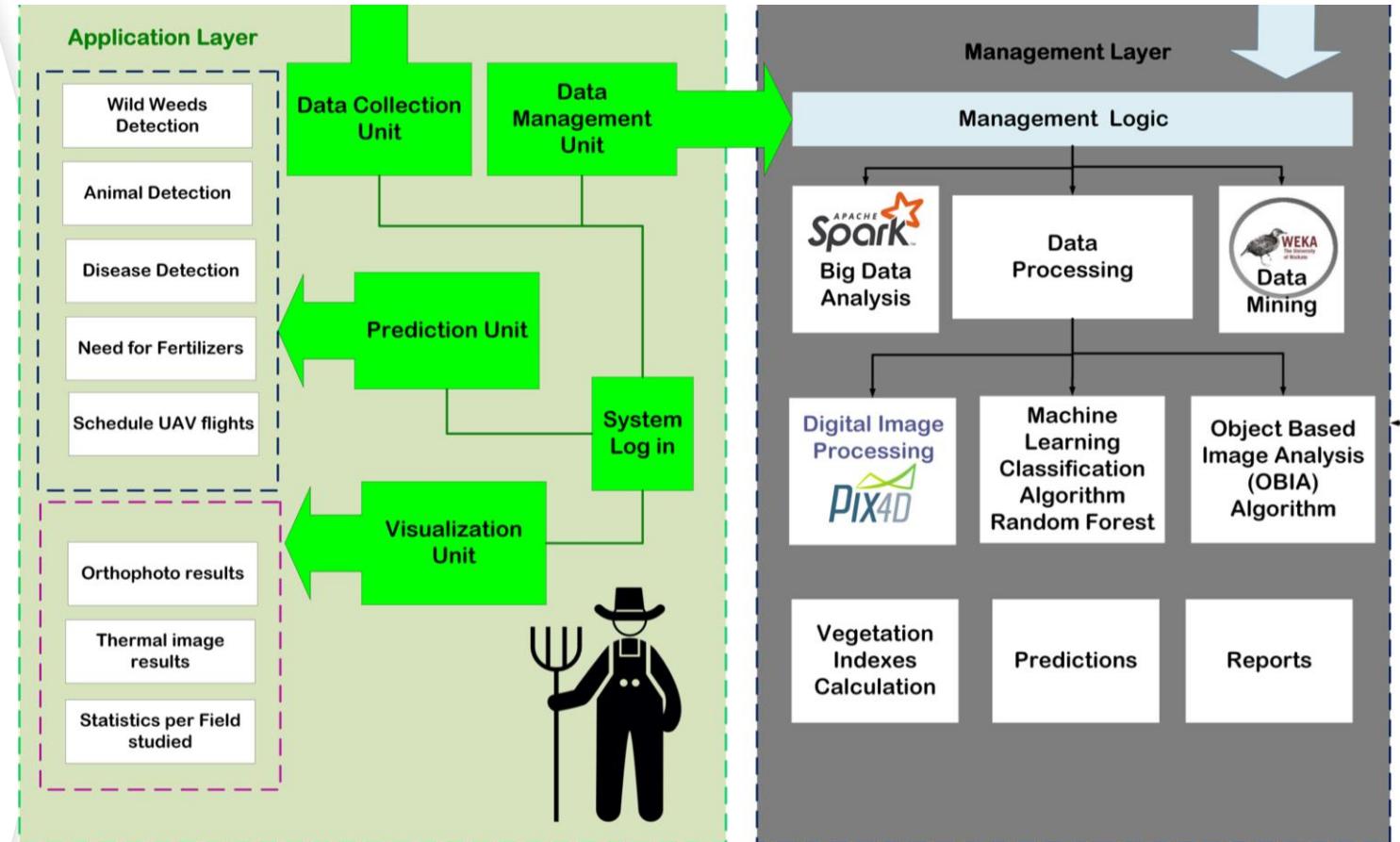
Capa de Sensores de DIAS



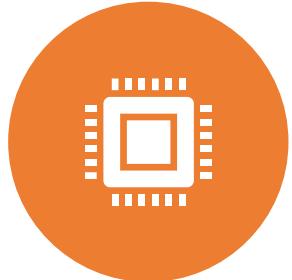
Capa de Red de DIAS



Capa de Aplicación y Management de DIAS



Desafíos en tecnología IoT



Funcionamiento continuo de los sensores en el entorno natural.



Procurar ultrabajo consumo de energía para los sensores IoT.



Unificación de protocolos de envío de datos de diferentes dispositivos en la etapa de red.



Comunicaciones de largo alcance con sensores IoT

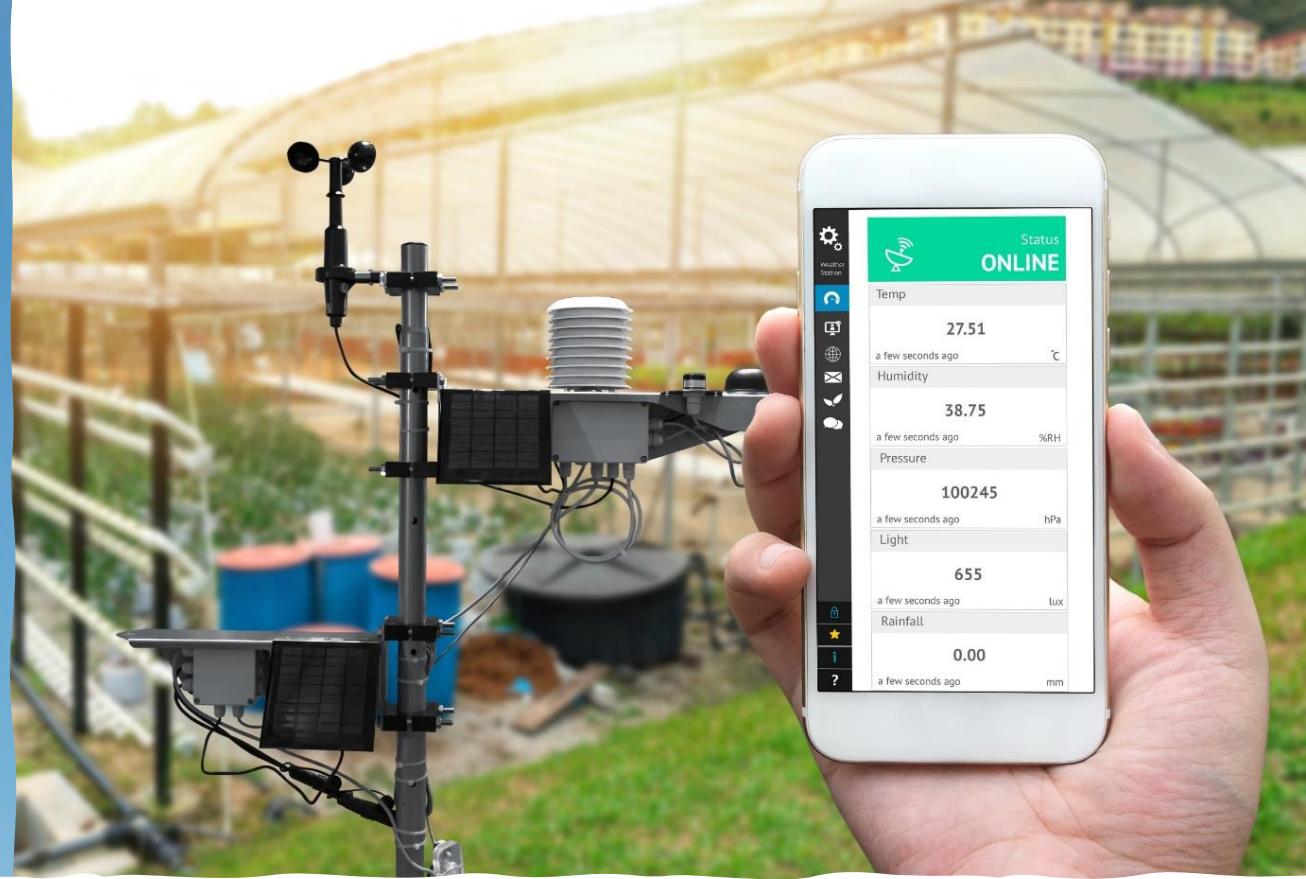
1. IoT en Agricultura 4.0
 - a. Definición
 - b. Tecnología de Transmisión
 - c. Tecnología de Comunicación
 - d. Sensores IoT para Agricultura 4.0
 - e. **Estaciones Meteorológicas IoT**
 - f. Prototipado con Arduino

Las estaciones meteorológicas son uno de los sistemas más populares y útiles en Agricultura 4.0.

Estaciones meteorológicas IoT miden variables físicas del entorno circundante.



Estaciones Meteorológicas IoT

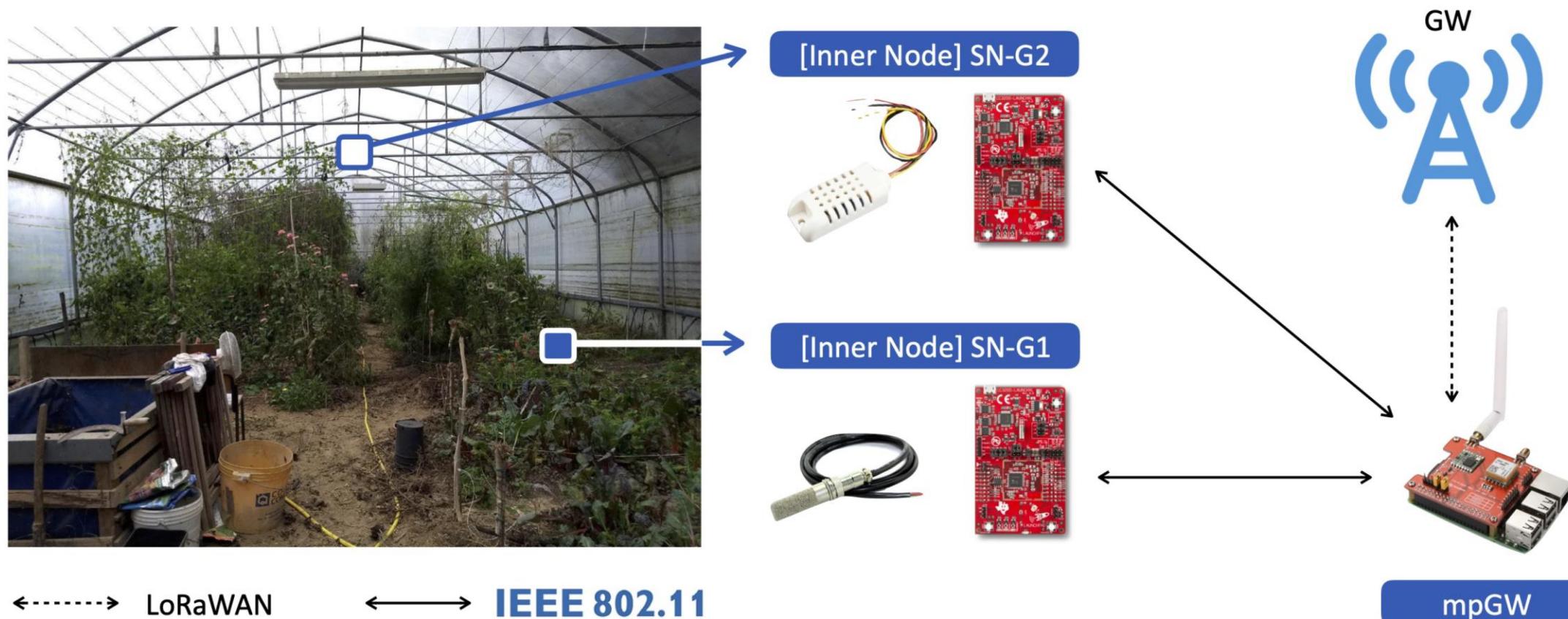


Uso de sensores de temperatura y humedad, tanto en el aire como en el suelo, así como de pH y conductividad eléctrica para medir la acidez o el contenido de sales del suelo,



Fundamentales para definir planes de aplicación de fertilizantes, los pesticidas y agua.

LoRaFarM architecture



Codeluppi, G.; Cilfone, A.; Davoli, L.; Ferrari, G. LoRaFarM: A LoRaWAN-Based Smart Farming Modular IoT Architecture. Sensors 2020, 20, 2028. <https://doi.org/10.3390/s20072028>

Videos sugeridos IoT

- **What is IoT and what does it mean for farmers?:**
<https://www.youtube.com/watch?v=pOLAlVUs9S8>
- **3 Applications of AI in Agriculture:**
https://www.youtube.com/watch?v=nsnpEmr1q_k
- **Machine Learning: Farm-to-Table Keynote II: Ranveer Chandra, Microsoft Research:**
<https://www.youtube.com/watch?v=fbPdZxxsaBY>
- **IOT, Tecnologias 4.0 y Sensores para Mayor Productividad en la Agricultura - TvAgro por Juan Gonzalo:**
<https://www.youtube.com/watch?v=SDsBWNVRFV4>



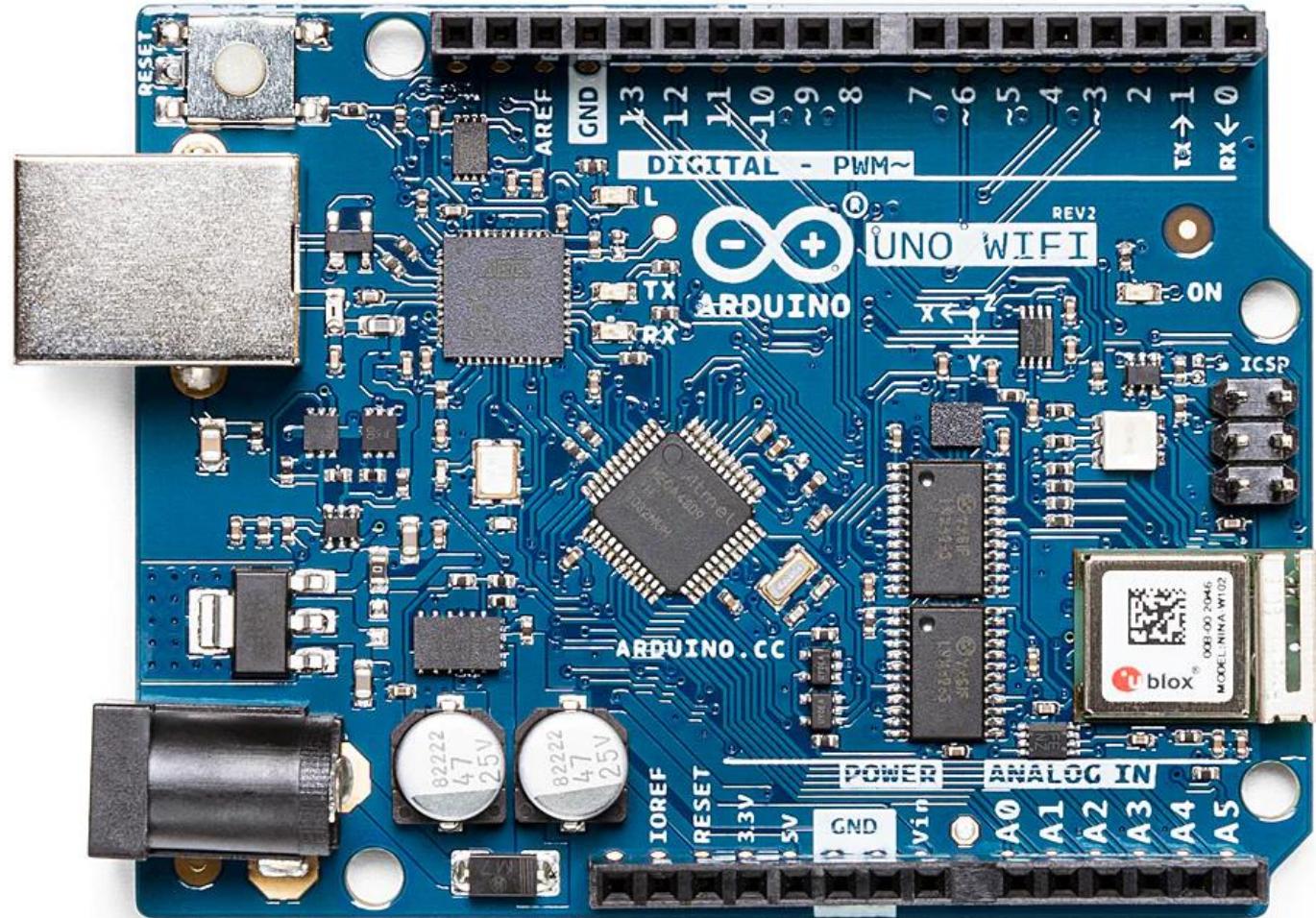
Prototipado con Arduino – Sensores IoT



Arduino es una placa electrónica de hardware libre que utiliza un microcontrolador reprogramable con una serie de pines que permiten establecer conexiones entre el controlador y los diferentes sensores, es decir el "cerebro" de algún circuito o maquinaria.

Prototipado con Arduino

– Sensores IoT

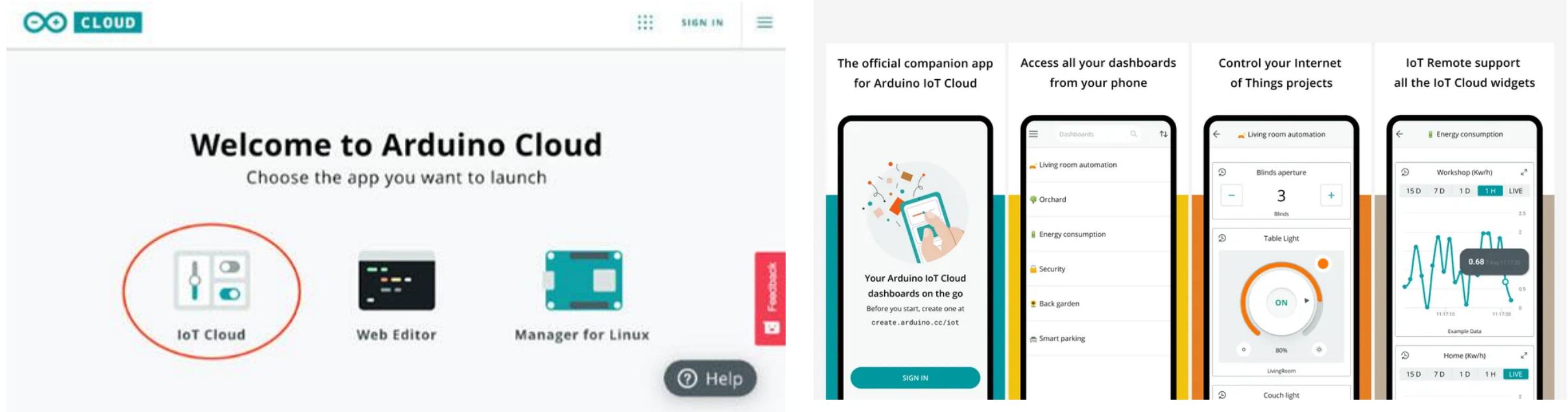


Estación meteorológica con Arduino



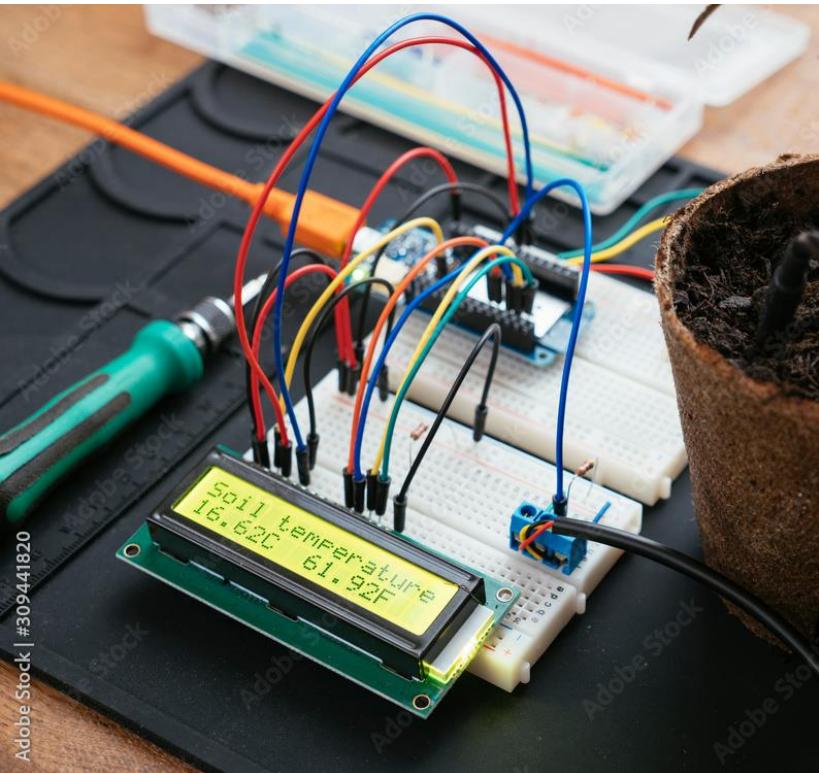
IoT Cloud de Arduino

- <https://www.tomshardware.com/news/arduino-iot-cloud-remote-control-for-your-maker-projects>



Sensores IoT con Arduino

- Sensor de Temperatura del Suelo
- Sensor de Humedad del suelo



Tecnología RFID

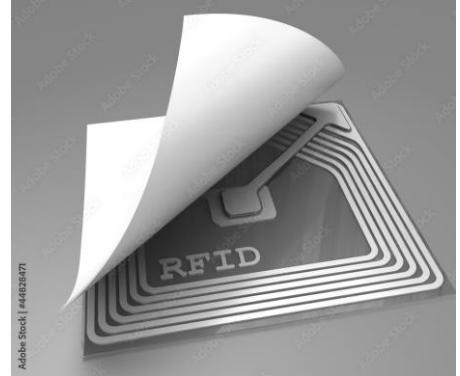
RFID (identificación por radiofrecuencia) es una forma de comunicación inalámbrica que usa tags metálicos acoplados con un emisor de ondas electromagnéticas de radiofrecuencia para identificar de manera única un objeto, animal o persona.



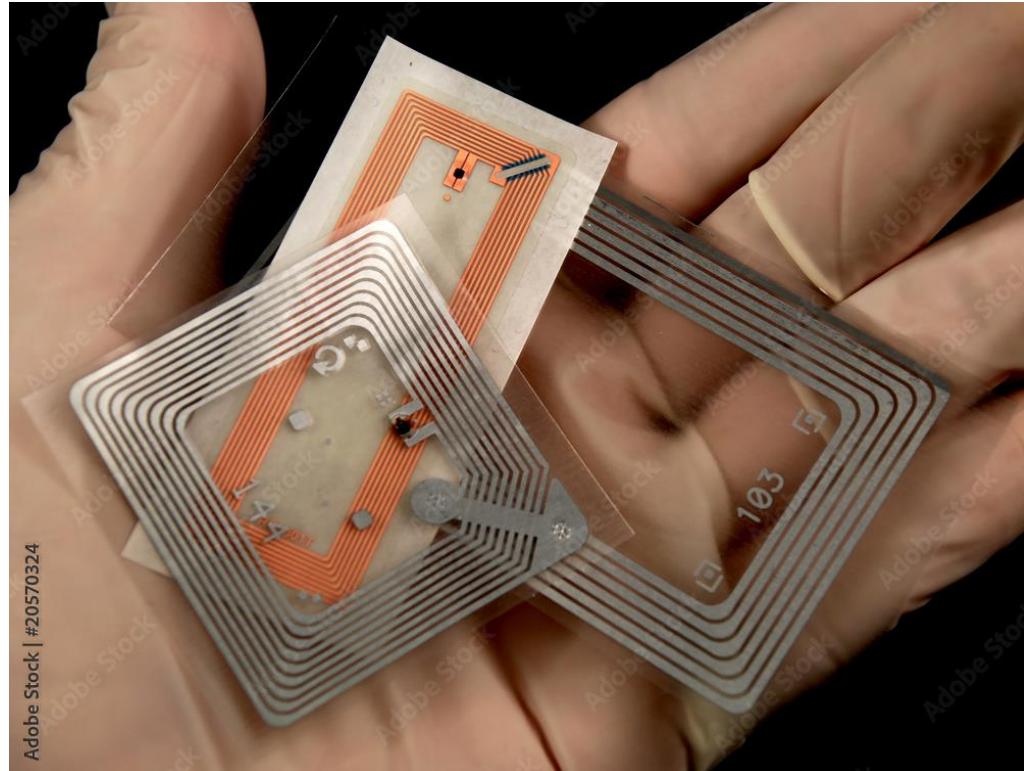
Tecnología RFID

Para leer la información codificada en una etiqueta RFID pasiva, se coloca cerca del lector RFID que genera un campo electromagnético que hace que los electrones se muevan a través de la antena de la etiqueta, alimenten el chip y sean identificados a partir de la configuración de la deposición metálica.

- Chips RFID conocidos como “tags” pueden ser pasivos o activos



Tecnología RFID



Adobe Stock | #20570324

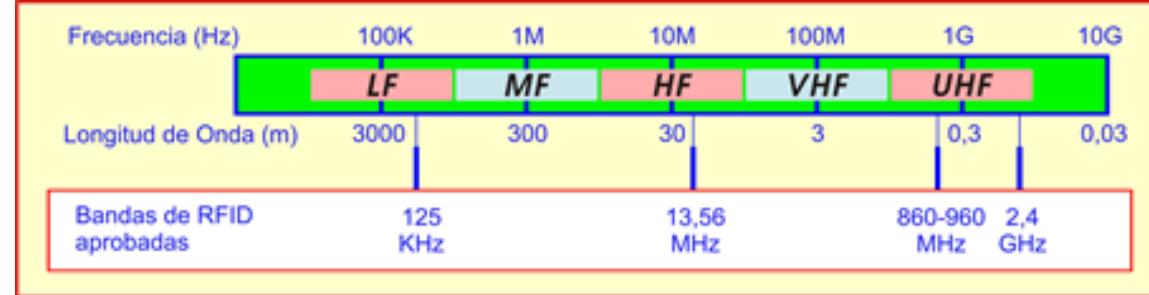
Adobe Stock | #249367984



Adobe Stock | #208203635

Frecuencias de Operación RFID

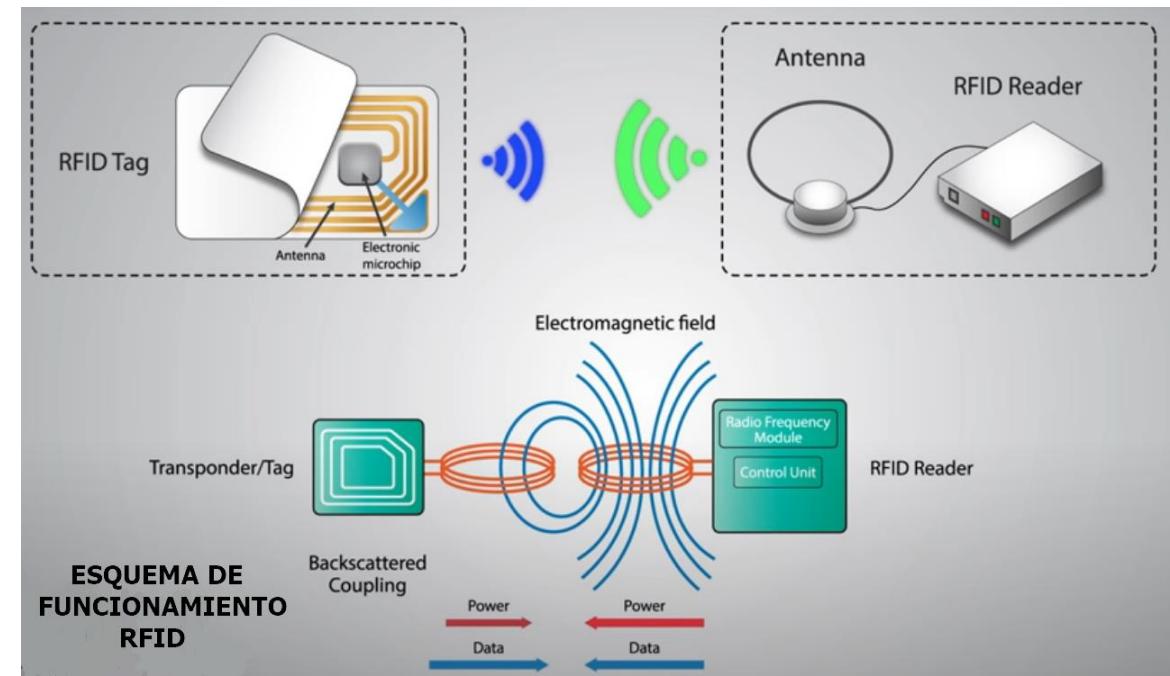
Frecuencia	LF 120 ~ 134 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 850 ~ 960 MHz
Distancia de lectura	0,5 ~ 1 m	< 1 m	>3 m
Coste	Alto	Medio	Bajo
Penetración en materiales	Excelente ← → Pobre		
Le afecta el agua?	No	No	Sí
Tipo de antena	Bobina inductiva	Bobina inductiva	Dipolo, "plancha metálica" (slot)
Transmisión de datos (data rate)	Más lento ← → Más rápido		
Anticolisión (lectura de múltiples tags)	Pobre	Buena	Muy buena
Aplicaciones	Control de acceso, identificación industrial, llaves de acceso a vehículos, automatización, auto guiado de vehículos	Farmacia, librerías, control de acceso, fidelización, aplicaciones de pago RFID, NFC, pasaporte	Trazabilidad de paquetes/pallets, trazabilidad de producto, automatización industrial, control de acceso de vehículos



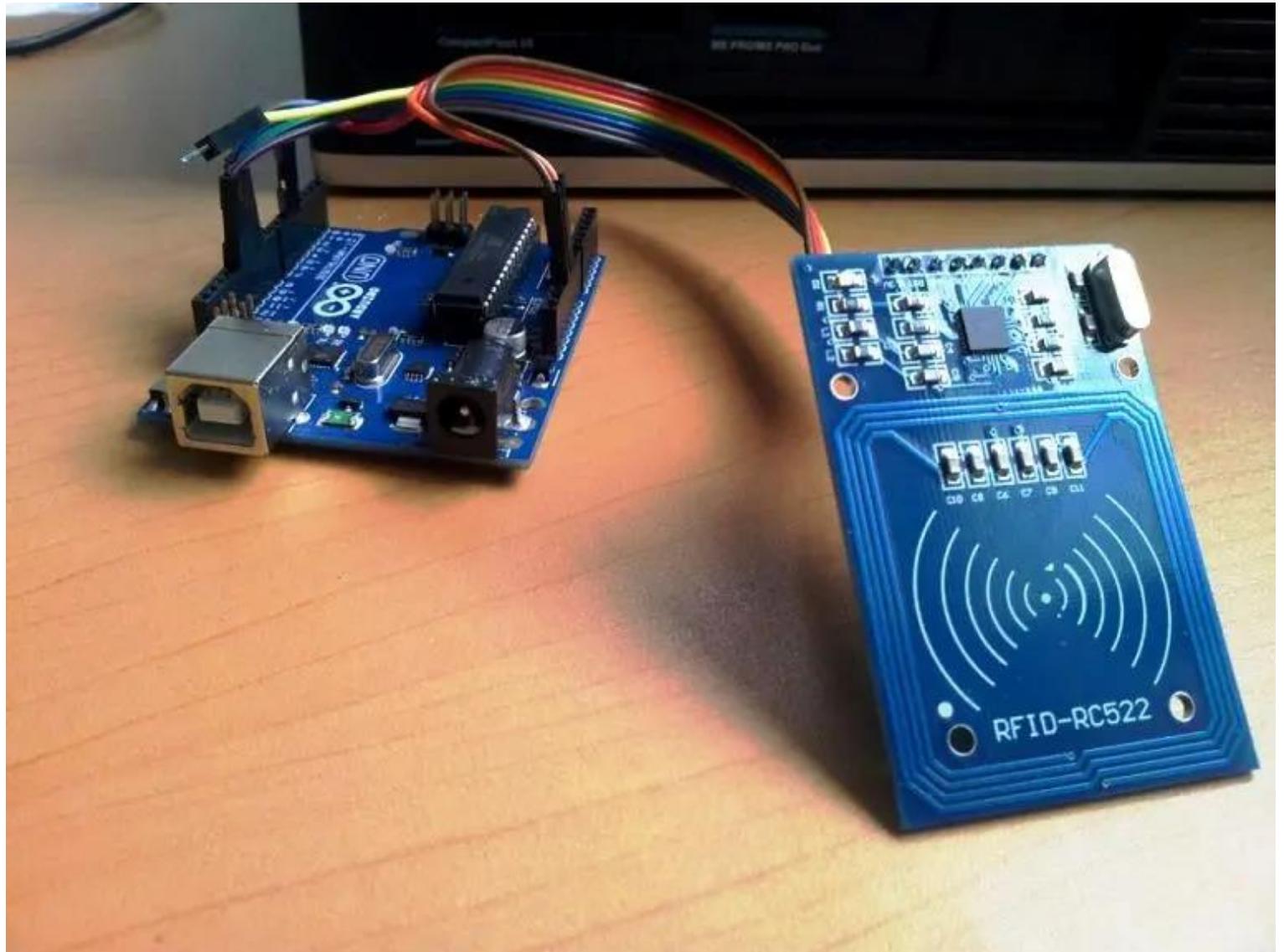
Banda de Frecuencias	Descripción	Rango
125 kHz - 134 kHz	LF (Baja Frecuencia)	Hasta 45 cm.
13,553 MHz - 13,567 MHz	HF (Alta Frecuencia)	De 1 a 3 m.
400 MHz - 1.000 MHz	UHF (Ultra Alta Frecuencia)	De 3 a 10 m.
2,45 GHz - 5,4 GHz	Microondas	Más de 10 m.

Funcionamiento de un sistema RFID

Sistemas RFID pasivos y activos



Modulo Arduino Lector RFID



Lecturas recomendadas RFID

- <https://www.electrodaddy.com/tecnologia-rfid/>
- <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/frecuencias-rfid-cual-es-mas-adecuada-para-mi-proyecto-parte-2-42>
- <http://ferranruiz.net/la-tecnologia-rfid-y-el-internet-de-los-objetos/>
- <https://tec-mex.com.mx/aplicaciones-con-rfid/>
- <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>

*Figuras RFID tomadas de la web.



Tecnología RFID para Agricultura 4.0 – Identificación y Gestión de Sistemas Ganaderos

Aplicaciones RFID – IoT para Smart Farming



MONITOREO DE
GANADO



TRAZABILIDAD DE LA
CADENA DE
PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS



SISTEMA DE
SENSORES IOT PARA
SMART FARMING

Aplicaciones RFID en Agricultura 4.0

- RFID Sensing Technologies for Smart Agriculture. IEEE Instrumentation and Measurement Magazine · May 2021. DOI: 10.1109/MIM.2021.9436094

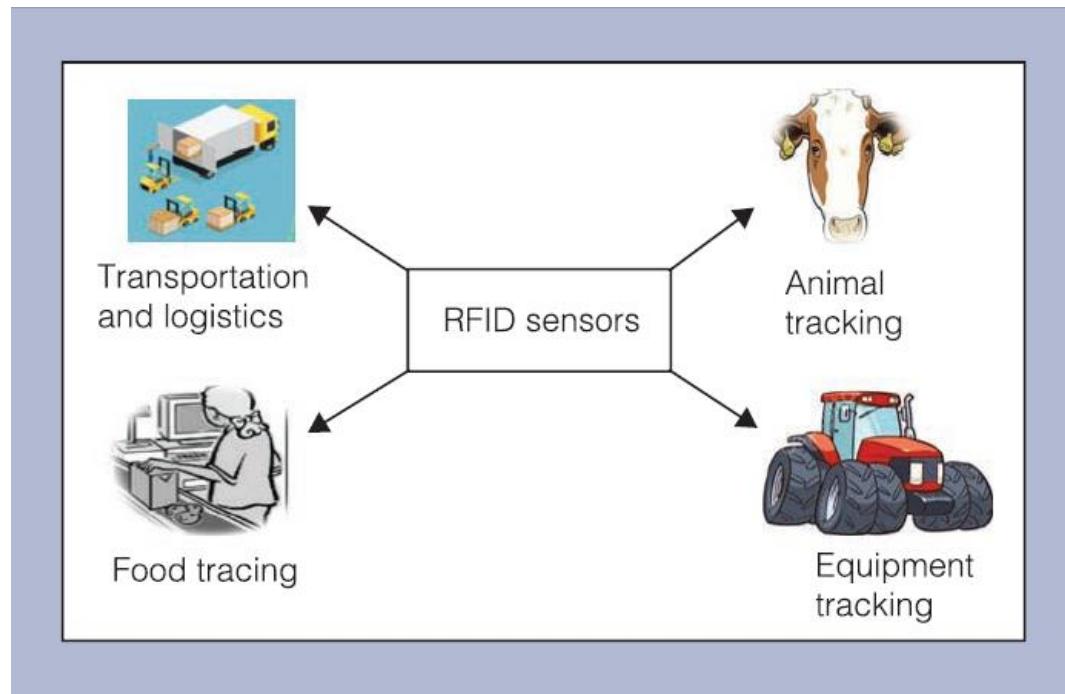
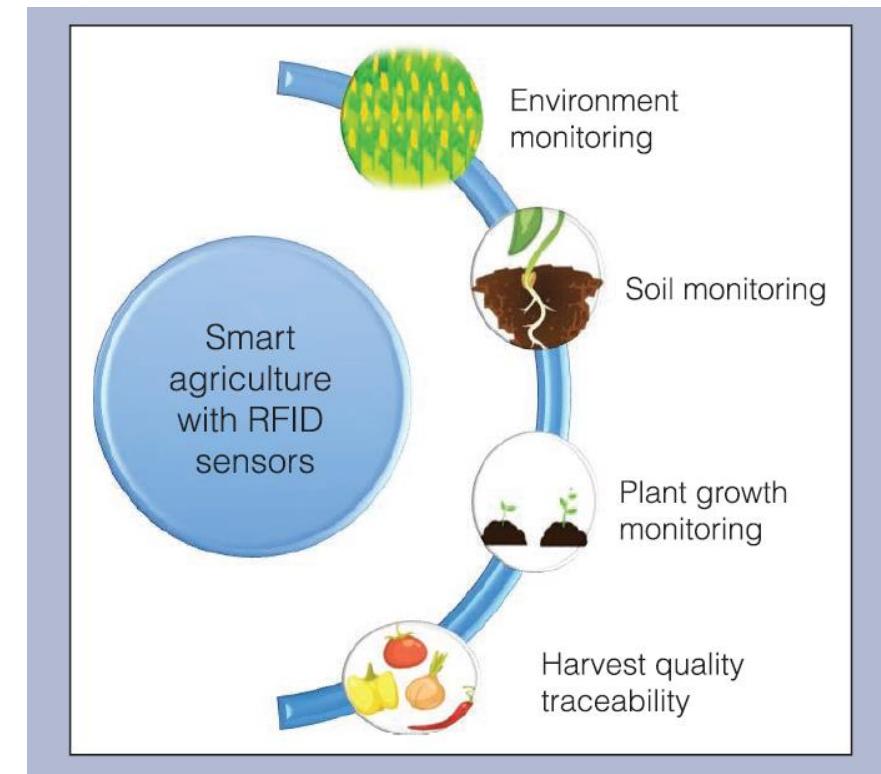


Fig. 1. Typical applications of RFID technology in agriculture.



Aplicaciones RFID en Agricultura 4.0

- RFID Sensing Technologies for Smart Agriculture. IEEE Instrumentation and Measurement Magazine · May 2021. DOI: 10.1109/MIM.2021.9436094

- Monitoreo de suelo y temperatura

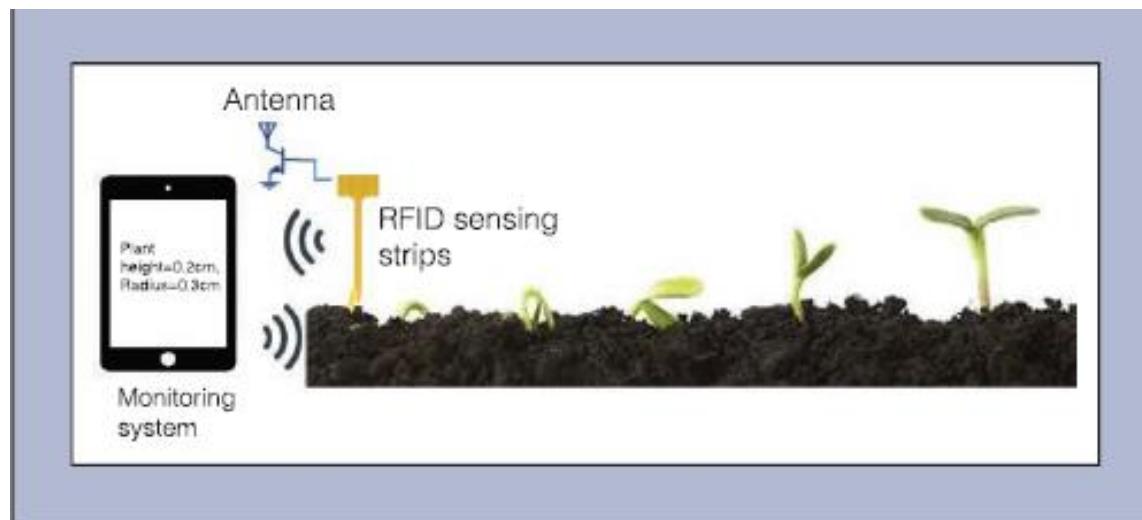


Fig. 5. Plant growth monitoring with RFID sensing technology.

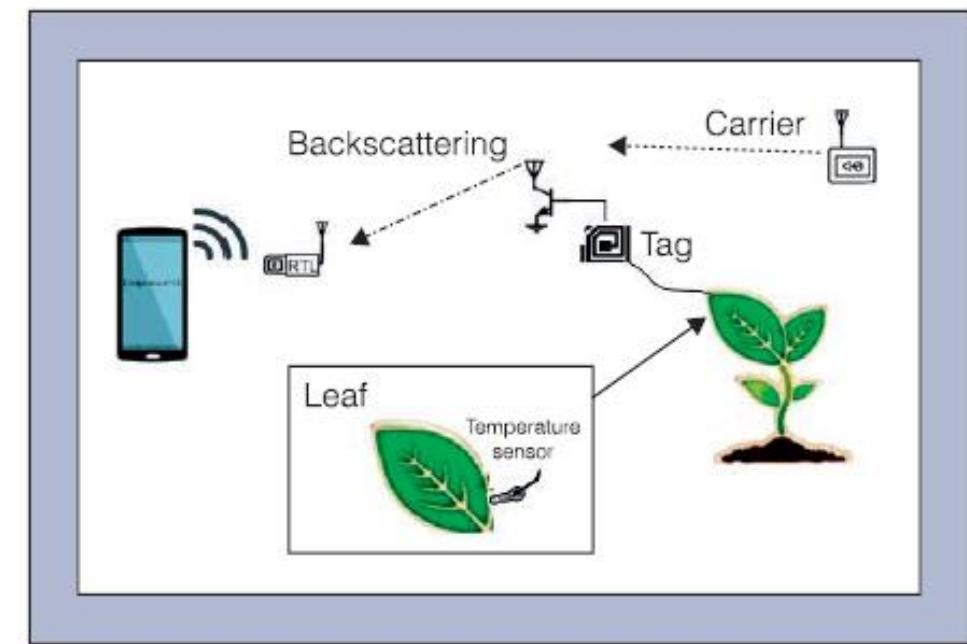


Fig. 3. Monitoring the environmental parameters with RFID sensors

Aplicaciones RFID en Agricultura 4.0

- Monitoreo de calidad de vegetales.

RFID Sensing Technologies for Smart Agriculture. IEEE Instrumentation and Measurement Magazine · May 2021.
DOI: 10.1109/MIM.2021.9436094

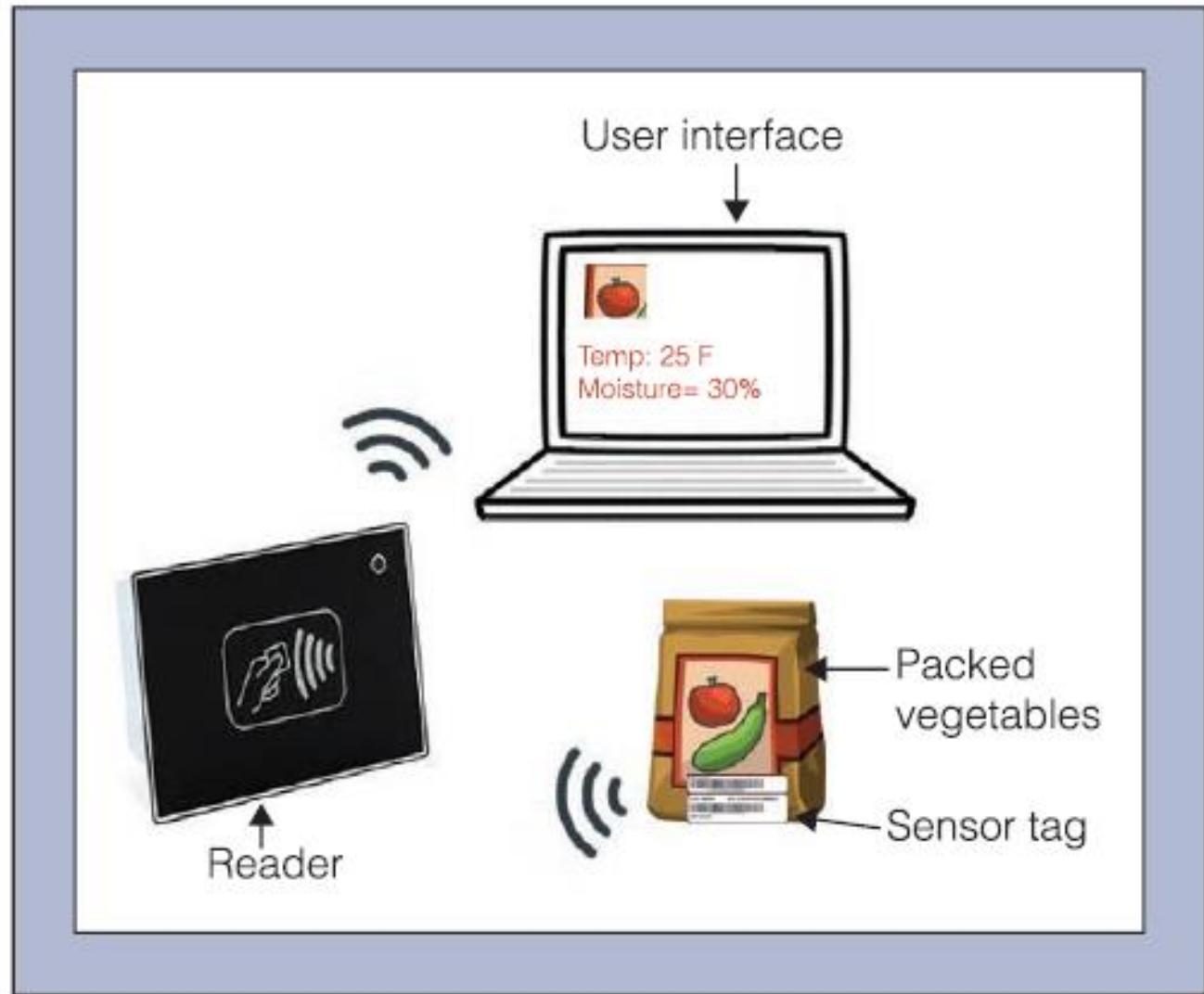


Fig. 6. A typical example of vegetable quality monitoring with RFID sensors.

Videos sugeridos RFID

- Cómo funciona la tecnología RFID:
https://www.youtube.com/watch?v=eisKP_CRI1c
- ¿Qué es el RFID? , Dispositivos y usos:
<https://www.youtube.com/watch?v=tYwHyzZ7IJY>
- ¿Cómo funciona la tecnología RFID? - Beneficios de RFID para la trazabilidad:
<https://www.youtube.com/watch?v=B-VjMFzLkDc>
- Tecnología RFID en la ganadería:
<https://www.youtube.com/watch?v=z6EWIMls5aU>
- Cercas virtuales: Innovación tecnológica al servicio del agro:
<https://www.youtube.com/watch?v=Zwf3aGOt4OM>



2. Big Data en Agricultura 4.0

- a. Definición
- b. Sistemas de Procesamiento de Datos con IA y Machine Learning
- c. Proyectos Big Data

El término "**big data**" se refiere a los datos que son tan grandes, rápidos o complejos que es difícil o imposible procesarlos con los métodos tradicionales. Una Big Data cumple cuatro condiciones (4Vs):

- **Alto volumen** de información.
- **Alto tráfico** promovido por el crecimiento del Internet de las Cosas (IoT), que demanda el procesamiento casi que en tiempo real.

2. Big Data en Agricultura 4.0

- a. Definición
- b. Sistemas de Procesamiento de Datos con IA y Machine Learning
- c. Proyectos Big Data

- Los **datos se presentan en todo tipo de formatos**: desde datos numéricos estructurados en bases de datos tradicionales hasta documentos de texto no estructurados, correos electrónicos, vídeos, audios, datos de teletipo y transacciones financieras.
- Alta **velocidad** de adquisición de datos

2. Big Data en Agricultura 4.0

- a. Definición
- b. Sistemas de Procesamiento de Datos con IA y Machine Learning
- c. Proyectos Big Data

El **big data** es un gran problema para las industrias. IoT y otros dispositivos conectados han creado un aumento masivo en la cantidad de información que las organizaciones recolectan, manejan y analizan.

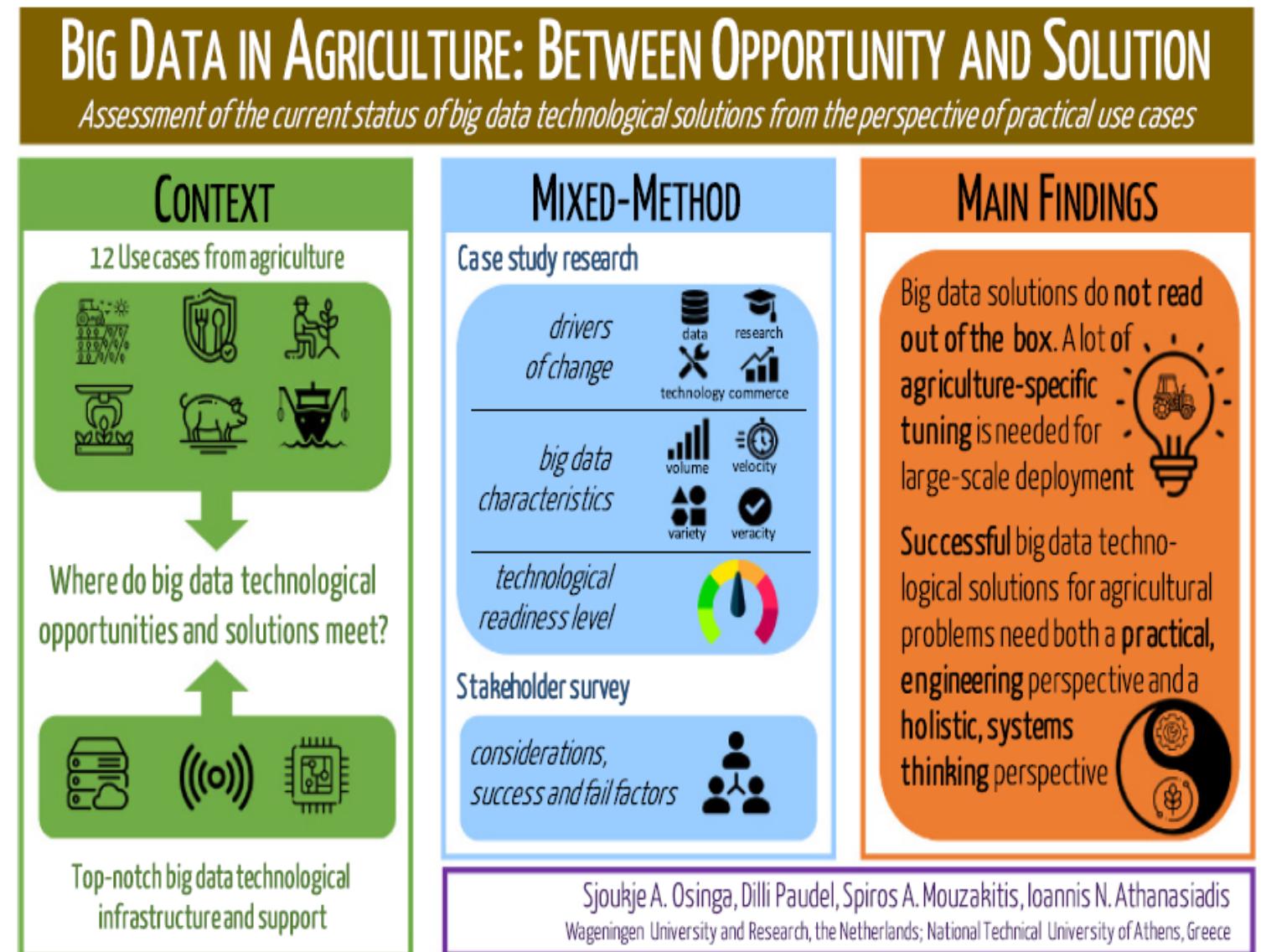
Lectura sugerida – Proyecto CYBELE: “Big Data: Between Oportunity and Solution”
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X21002511>

A close-up photograph of a field of green wheat ears. The wheat is in sharp focus in the foreground, showing its texture and color. The background is a clear, pale blue sky. The lighting suggests it might be late afternoon or early morning.

Expectativa de mejora de procesos agrícolas con Big Data

¿Cuál es la utilidad práctica de los datos que conforman una Big Data en Agricultura 4.0?

Big Data en Agricultura: Entre Oportunidad y Solución: Estudio de Caso Proyecto CYBELE



Aspectos a resaltar en Big Data

- La tecnología (Big Data) no está lo suficientemente madura, hay desafíos pendientes por afrontar incluso con el avance de los desarrollos tecnológicos a nivel de hardware.
- La mayoría se buscan desarrollos tecnológicos modestos y soluciones simples en Agricultura.
- Para las partes interesadas, las soluciones deben ser asequible, que use datos comunes, que den solución al uso óptimo de insumos, y que se perciban los resultados rápidamente.
- Las soluciones de Big data aún no están listas para usar y depende mucho del problema.
- La transición hacia políticas específicas para las soluciones en agricultura basadas en Big data aún está surgiendo.
- Soluciones exitosas de Big data para problemas en la agricultura se necesita tanto una Ingeniería de tipo práctico y una perspectiva de pensamiento sistémico holístico.

Big Data y su relación con otras tecnologías

Big Data no es un concepto bien definido, sino más bien un ecosistema de varias tecnologías que pueden abordar varios tipos de problemas



SENsoRES IOT PARA
ADQUISICIÓN DE
DATOS



TECNOLOGÍAS DE
TRANSMISIÓN PARA
IOT



ANALITICA Y CIENCIA
DE DATOS



MACHINE LEARNING



INTELIGENCIA
ARTIFICIAL

Caso de Estudio: Proyecto CYBELE



CYBELE es un proyecto financiado por la UE en el que un consorcio interdisciplinario de socios en tecnologías informática, big data, computación en la nube e internet de cosas que codesarrollan soluciones de big data para casos de uso del mundo real relacionados con varias facetas de la agricultura: desde la agricultura de precisión, ganadería, pesca y seguridad alimentaria.



Para la investigación del estudio de caso se entrevistaron personas usuarias y representantes del proyecto CYBELE.



CYBELE puede considerarse un laboratorio en el que se examina el potencial de las soluciones de big data, y se desea investigar hasta qué punto las soluciones de big data pueden adaptarse para resolver problemas reales en la agricultura, ya que tanto los expertos en el campo como los técnicos y los proveedores están colaborando activamente para implementar estas soluciones prácticas.



La encuesta abordó una amplia red de partes interesadas y usuarios finales.

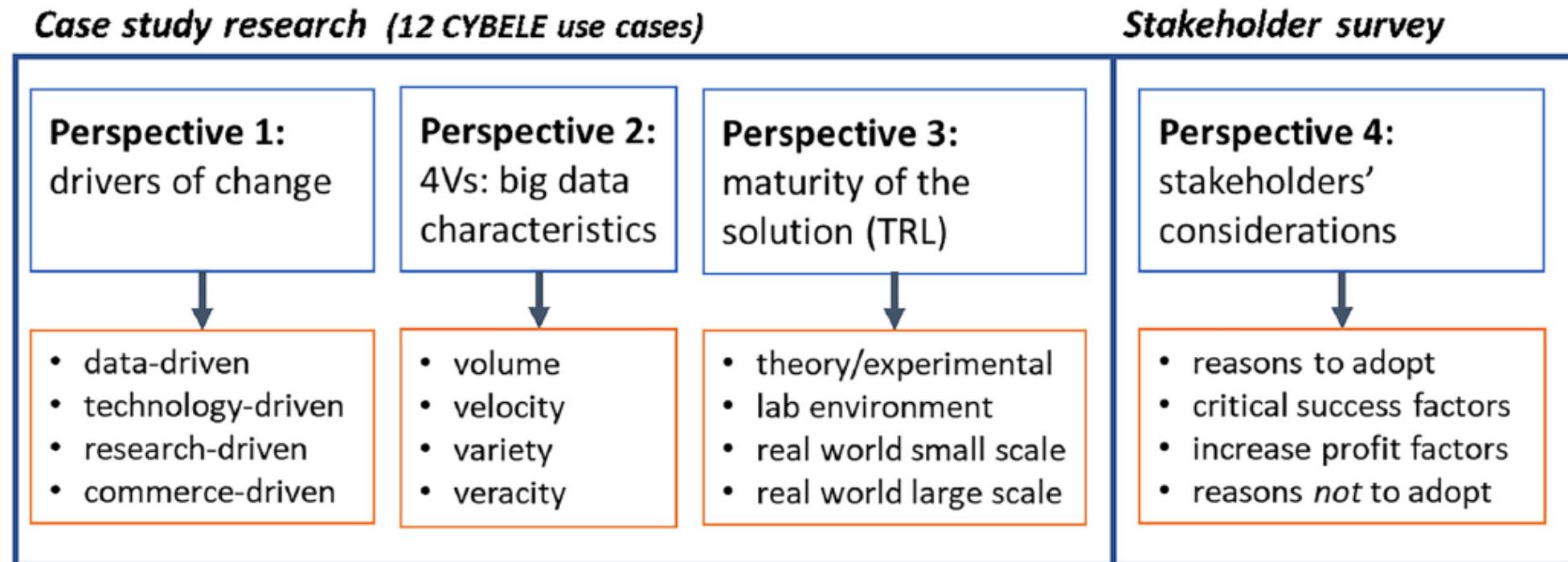


Se investigó a partir de un estudio de caso y una encuesta.



Este enfoque de método mixto fue seleccionado para proporcionar una comprensión más profunda y oportuna de la dinámica y las perspectivas y desafíos reales en la tecnología big data para Agricultura

12 casos de uso de CYBELE relacionado con 4 perspectivas de los interesados (Skateholders)



Impulsores de cambio (Drivers of change) basados en Big Data

Table 3

The drivers of change for the 12 use cases. Most use cases report more than one driver, which are not prioritized

Nr	Use Case ID	Data-driven	Technology-driven	Research-driven	Commerce-driven
1	Organic soya yield prediction	✓			✓
2	Prevent food safety incidents	✓			
3	Prevent frost/hail damage		✓		✓
4	Develop agro-robots	✓			✓
5	Optimize crop yields forecast	✓			
6	Pig weighing optimization				✓
7	Sustainable pork meat quality			✓	✓
8	Improve health and welfare of pigs			✓	
9	Integrate fish fleet data	✓			
10	Optimize fishing vessel on-board data	✓			
11	Machine vision for fish catch detection		✓		
12	Aquaculture monitoring			✓	✓

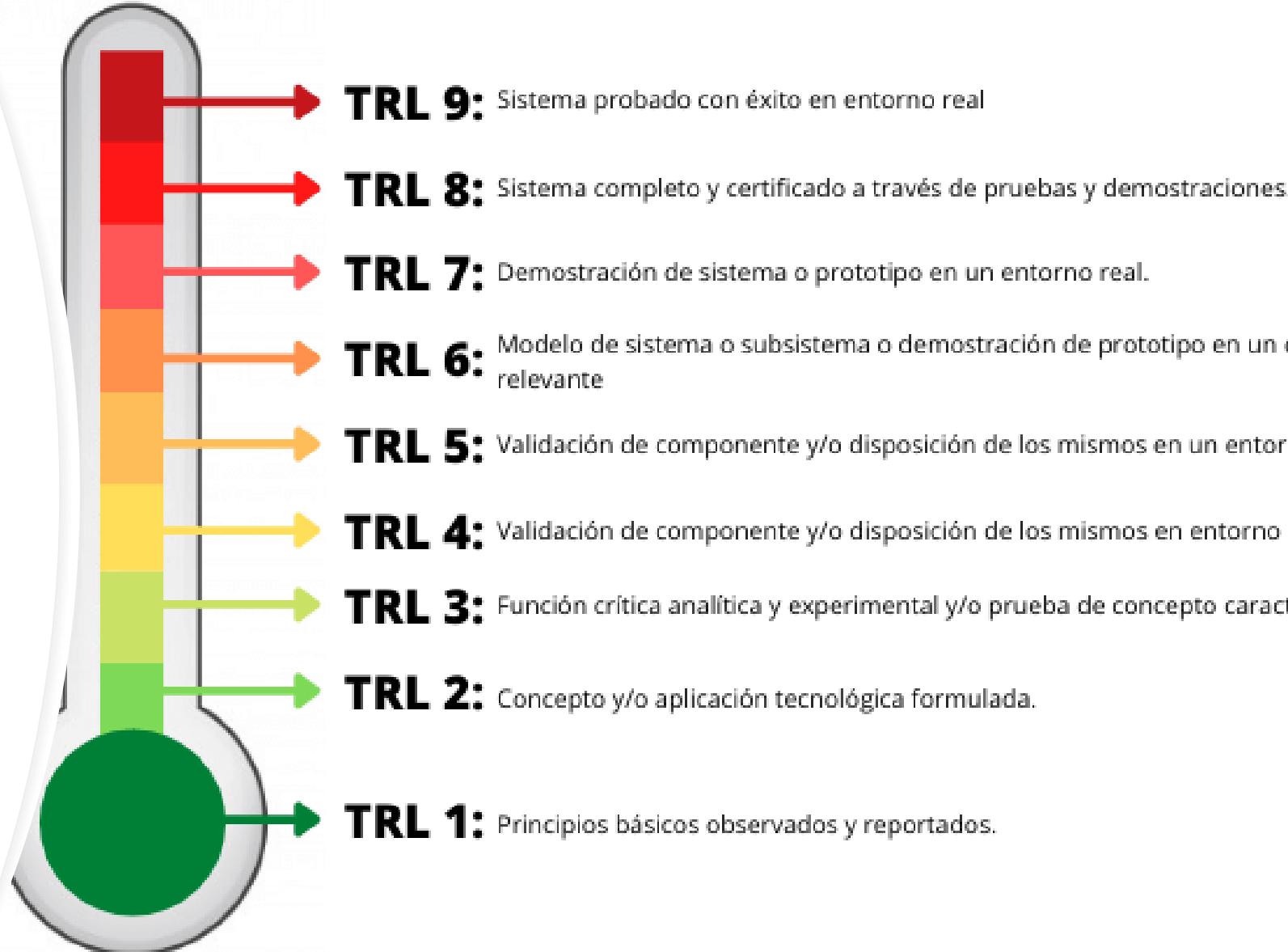
Utilidad segun las Características de la Big Data (4Vs)

Table 4

The big data characteristics of the 12 use cases. More than one characteristic may be assigned to each use case, and the large-sized indicator represents the predominant one.

Rellenar campos de formulario	Use Case ID	Volume	Velocity	Variety	Veracity
1	Organic soya yield prediction	✓		✓	✓
2	Prevent food safety incidents			✓	✓
3	Prevent frost/hail damage				✓
4	Develop agro-robots		✓	✓	
5	Optimize crop yields forecast	✓			
6	Pig weighing optimization			✓	✓
7	Sustainable pork meat quality	✓	✓		
8	Improve health and welfare of pigs	✓	✓		
9	Integrate fish fleet data	✓	✓		
10	Optimize fishing vessel on-board data			✓	
11	Machine vision for fish catch detection		✓		
12	Aquaculture monitoring		✓	✓	✓

Madurez tecnológica de la solución



Percepción de la madurez tecnológica de big data

- CYBELE es investigación de última generación, entonces, se esperaría que el nivel de ambición de los casos de uso también sea del más alto nivel, pero los resultados muestran que este no es el caso.
- Al parecer, la transición de un entorno de laboratorio a un entorno del mundo real es un proceso donde hay que dar un gran paso, incluso con el apoyo cercano de expertos en big data e infraestructuras de datos.
- Big data requiere en Agricultura de conocimientos complementarios y habilidades y experiencia adicionales que la mayoría de los casos de uso no tienen internamente. También requiere nuevas asociaciones que tardan mucho en ser efectivas.
- Las aplicaciones agrícolas son demasiado diversas y locales para ser universales. En teoría, hay soluciones que se pueden aplicar en varios sistemas (que sean campos, granjas o cadenas alimentarias), pero las soluciones que funcionan en un caso no son fácilmente transferibles a otro.
- *¿Cómo sería la mejor forma de hacer una transición del laboratorio al campo?*



Sugerencias de los interesados (stakeholders)



El principal interés es obtener ventajas mediante soluciones asequibles que puedan incorporarse en la práctica.



Hay una brecha entre el nivel de la mayoría soluciones técnicas actuales y las necesidades reales de los posibles usuarios finales.



A menudo, las partes interesadas no están incluidas en absoluto en el desarrollo de sistemas de apoyo a las decisiones agrícolas, a pesar de las buenas intenciones, y si lo son, aparentemente todavía no existe un “match” ideal entre las soluciones impulsadas por los socios del proyecto en forma de soluciones relevantes y actualizadas y el conocimiento científico.



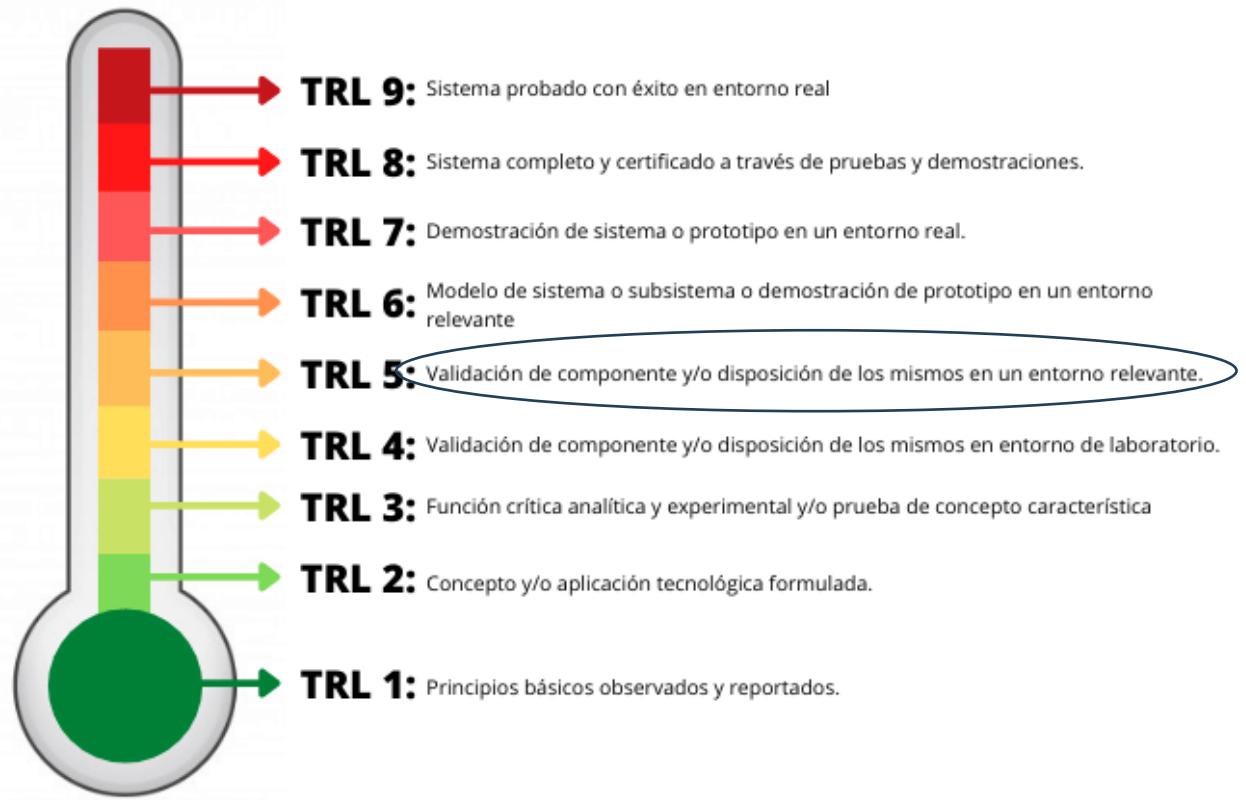
Los representantes de casos entrevistados usuarios de CYBELE pretendían con el proyecto lograr una gran solución de datos para su propio problema; sin pensar en una adopción a gran escala o para abordar las necesidades de otros actores.

Videos sugeridos Big Data

- Big Data en la agricultura:
https://www.youtube.com/watch?v=_sACvMWIEhg
- ATLAS para Agricultura: conocimientos sobre agricultura de precisión sin ciencia de datos:
<https://www.youtube.com/watch?v=oQtTxjVtETs>
- 1. Introducción a la ciencia de datos en agricultura: Bloque 1:
<https://www.youtube.com/watch?v=3pwQKQX1NjA>

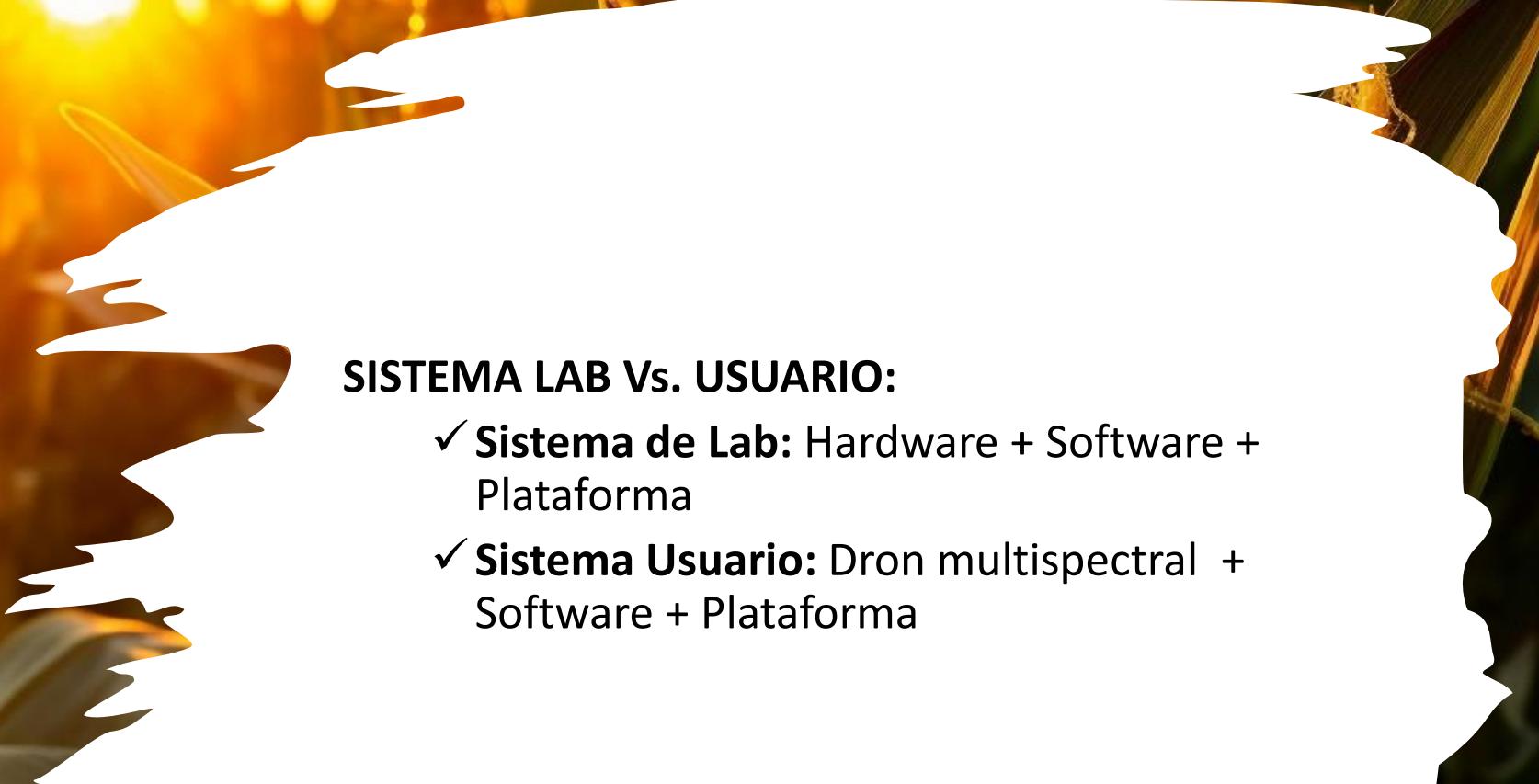


HYPERCORN - Sistema de supervisión predictivo para la detección temprana de hongos en cultivos maíz como herramienta para tomar decisiones fitosanitarias anticipadas que eviten pérdidas del cultivo en Córdoba. Proyecto CRIEE – MINCIENCIAS, 2023.





- **Hardware:** Espectrofómetro (350-110 nm) + Dron con cámara multispectral + Estación Meteorológica + Camara multiespectral.
- **Software:** PID4x o Atlas, Software de Espectrofómetro, Python, Firebase, MySQL, Excel
- **Plataforma de Almacenamiento + Procesamiento + Visualización de Datos:** Servidor + NextCloud + PowerBI



SISTEMA LAB Vs. USUARIO:

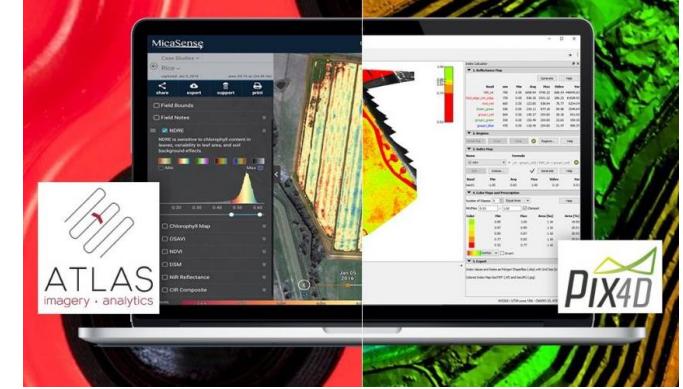
- ✓ **Sistema de Lab:** Hardware + Software + Plataforma
- ✓ **Sistema Usuario:** Dron multispectral + Software + Plataforma



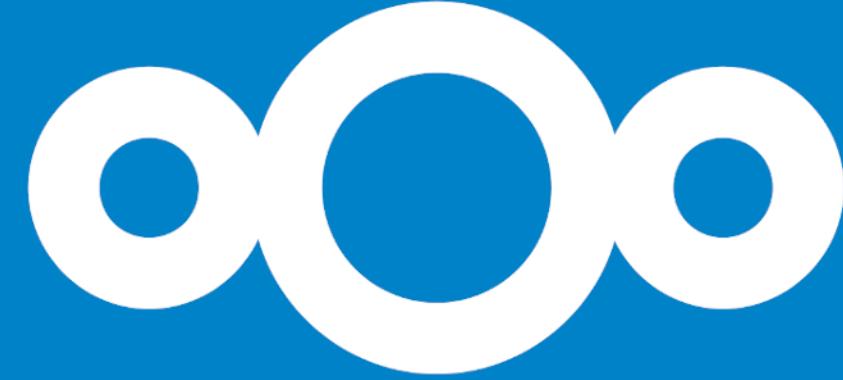
Hardware



Software



Computación en la
nube y Software
comercial



Power BI

Laboratorio para prueba conceptual

Aparición de hongo desde el día 3 hasta el 45.

Laboratorio será

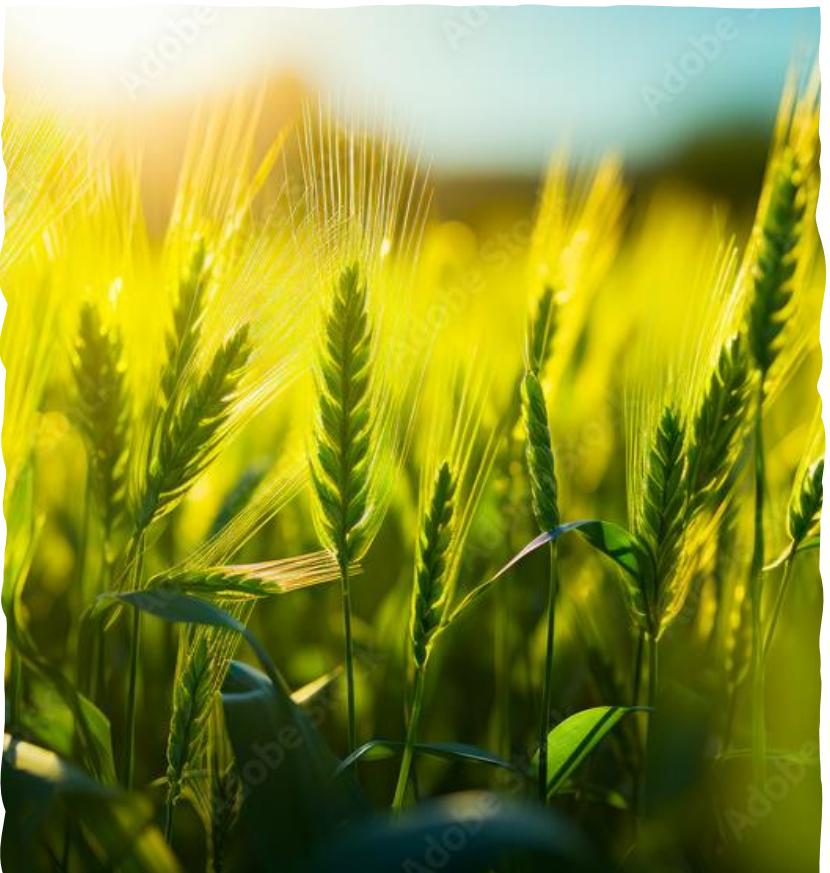
- Cultivos sanos (lote de 10x20m)
- Cultivos enfermos (lote de 10x20 m)
- Cultivos sin control (lote de 10x10 m)

Experimentos realizados 2 veces por semana en 42 días, y toma adicional el día 80.





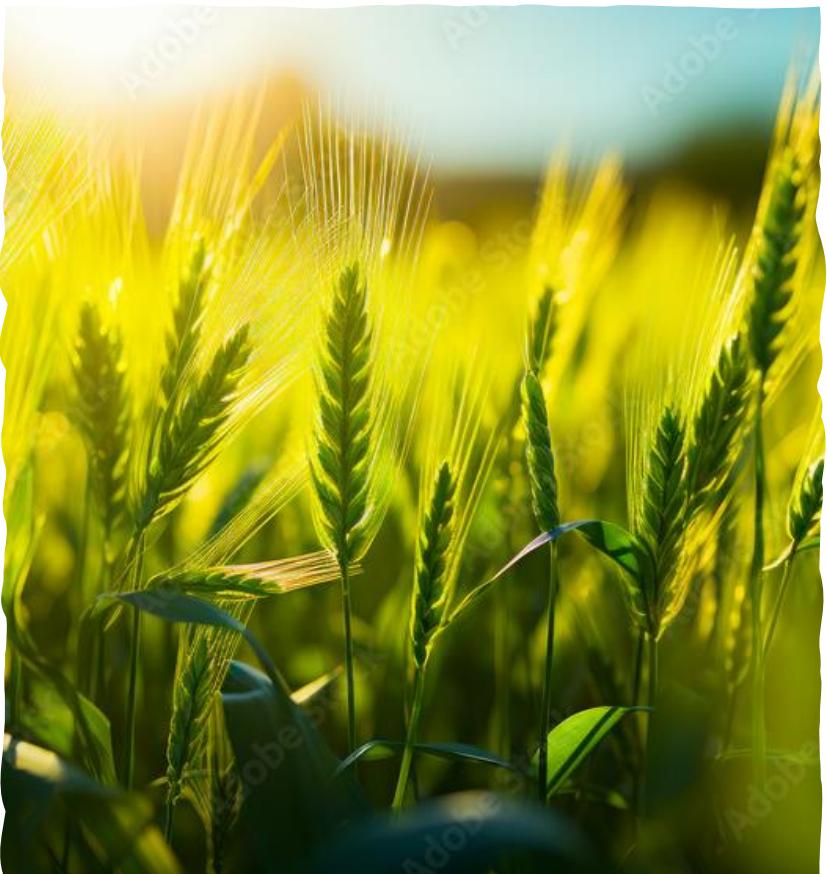
Metodología



1. Captura de datos y almacenamiento

- Estructuración de bases de datos:
 - MySQL,
 - Firebase
 - Excel
- Uso de sensores meteorológicos para monitoreo de clima
 - Medición de temperatura, humedad y radiación solar
- Uso de espectrofotómetro para registro de espectros de reflectancia de cultivo
 - Espectrómetro 350 – 1100 nm

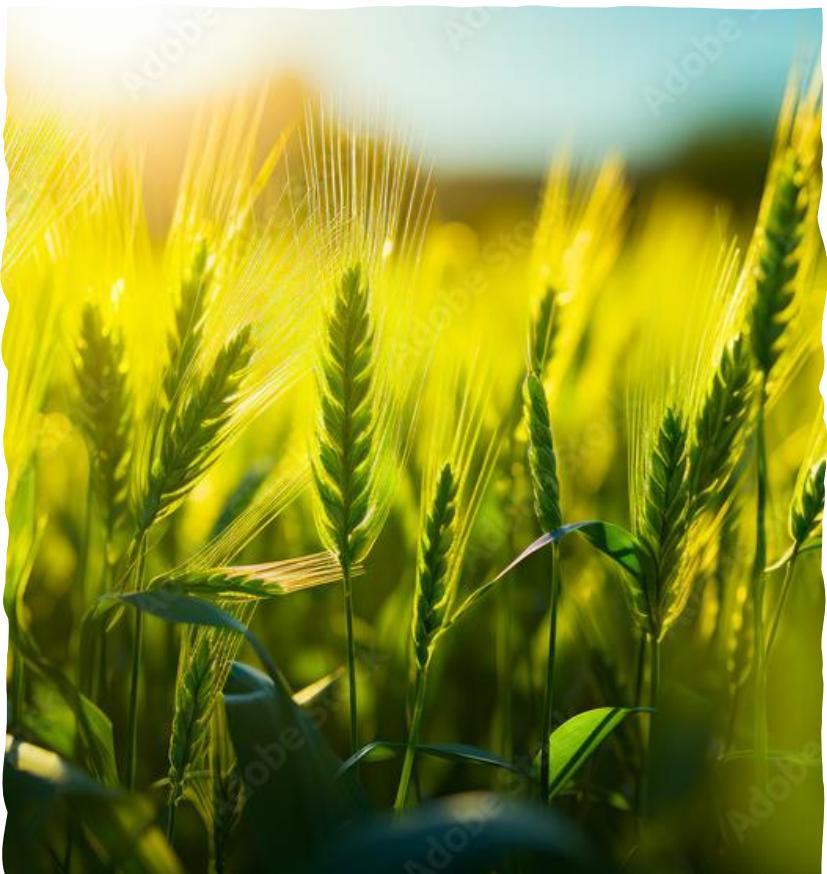
Metodología



1. Captura de datos y almacenamiento

- Uso de drones y cámaras para adquisición de imágenes de índice de vegetación y multiespectrales en 5 bandas ópticas.
 - Dron MAVIC 3 (Captura imágenes espectrales en 5 bandas + imágenes de índice de vegetación NDVI+NDRE+GNDVI).
 - Cámara multiespectral ALTUM (Medición de reflectancia en plantas en Dron Matrice)
- Datos almacenados en un sistema de almacenamiento en la nube
 - NextCloud

Metodología



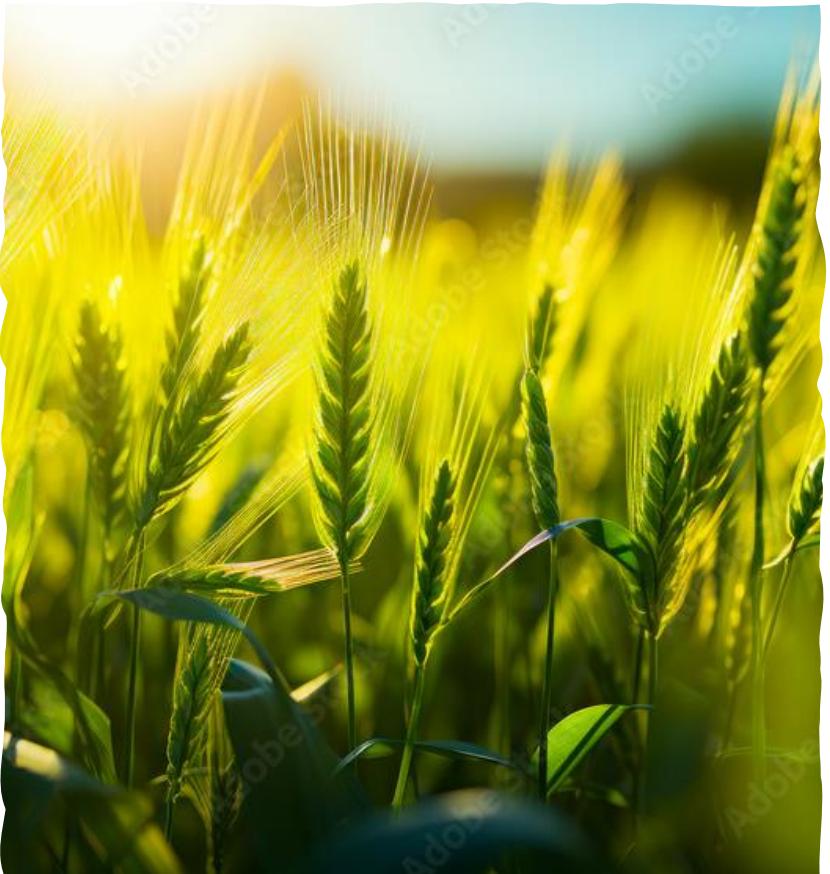
2. Procesamiento de datos Capturados

- Métodos para procesamiento de espectros.
 - Derivadas, máximos y mínimos y transformadas
- Métodos para procesamiento de imágenes
 - Filtrado, k-means, SVM y redes convolucionales.
- Busquedad del patron para la predicción de la enfermedad
 - Método de ciencia de datos, inteligencia artificial o machine learning

3. Presentación de datos de estación meteorológica

- software PowerBI

Metodología



Resultado: Determinar los valores de índice de vegetación (NDVI, NDRE y GNDVI) para la detección de la enfermedad y su correlación con datos meteorológicos y de laboratorio.

1. CAPTURA DE DATOS (Laboratorio)



Base de datos imágenes: Plantas sanas

Base de datos imágenes: Plantas enfermas

Base de datos de experimentos: Plantas sanas

Dia	Experimento	Fecha y hora	Plantas muestreadas	Espectros
4	1		1 (1,1), 2 (1,2) 15 (5,3)	Espectro1, Espectro 2 Espectro 15
7	2		1 (1,1), 2 (1,2) 15 (5,3)	Espectro1, Espectro 2 Espectro 15
13	3			
.				
.				
45				
80	13			

Base de datos de experimentos: Plantas enfermas

Dia	Experimento	Fecha y hora	Plantas muestreadas	Espectros
4	1		1 (1,1), 2 (1,2) 15 (5,3)	Espectro1, Espectro 2 Espectro 15
7	2		1 (1,1), 2 (1,2) 15 (5,3)	Espectro1, Espectro 2 Espectro 15
13	3			
.				
.				
45				
80	13			

Base de datos Estación Meteorológica.

Presentación en PowerBI

Dia	Fecha y hora	Temperatura	Humedad (%)	Radiación
1				
2				
3				
.				
.				
.				
80				

2. BASE DE DATOS

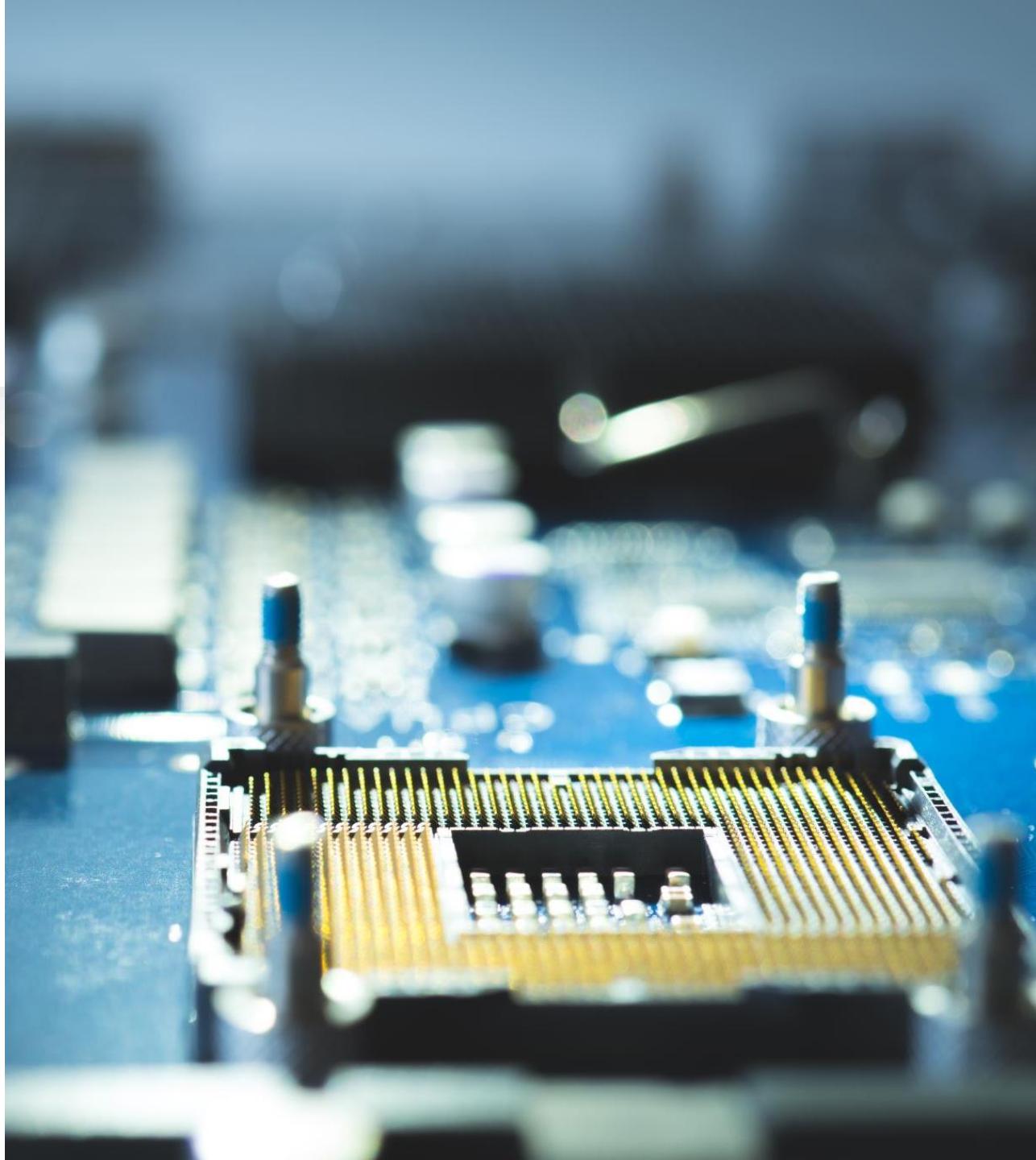


3. Almacenamiento de Datos



4. Procesamiento de Datos Capturados

- Métodos para procesamiento de espectros.
Derivadas, máximos y mínimos y transformadas
- Métodos para procesamiento de imágenes
Filtrado, k-means, SVM y redes convolucionales.
- Procesamiento de datos e imágenes para búsqueda de patrón de la enfermedad y su relación con los valores de índice de vegetación.



SISTEMA USUARIO FINAL



Adobe Stock | #50101514

Dron Multiespectral

Cultivo Sano
200 m²

Cultivo de control
100 m²

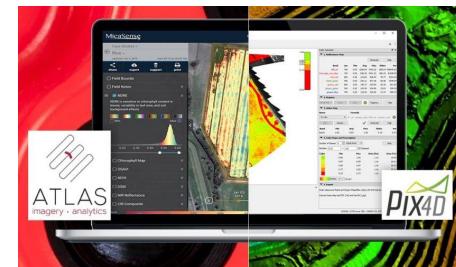
Estación
Meteorológica

Cultivo Enfermo
200 m²

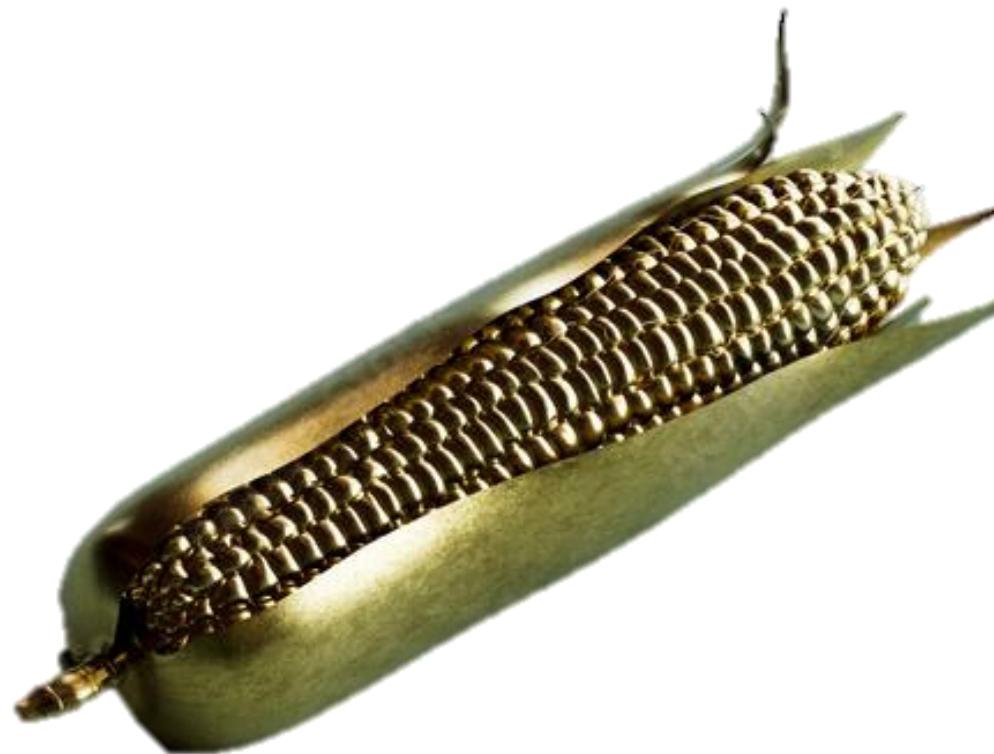


Sistema Usuario Final

- Toma de imágenes con dron multiespectral.
- Almacenamiento de histórico de imágenes (NextCloud) en base de datos (Firebase)
- Procesamiento de imágenes (PiD4X o Atlas y Python)
- Seguimiento meteorológico (MySQL y PowerBI)



Perspectivas Big Data de Proyecto HYPERCORN



Case study research (12 CYBELE use cases)

Perspective 1: drivers of change

- data-driven
- technology-driven
- **research-driven**
- commerce-driven

Perspective 2: 4Vs: big data characteristics

- volume
- velocity
- variety
- veracity

Perspective 3: maturity of the solution (TRL)

- theory/experimental
- lab environment
- **real world small scale**
- **real world large scale**

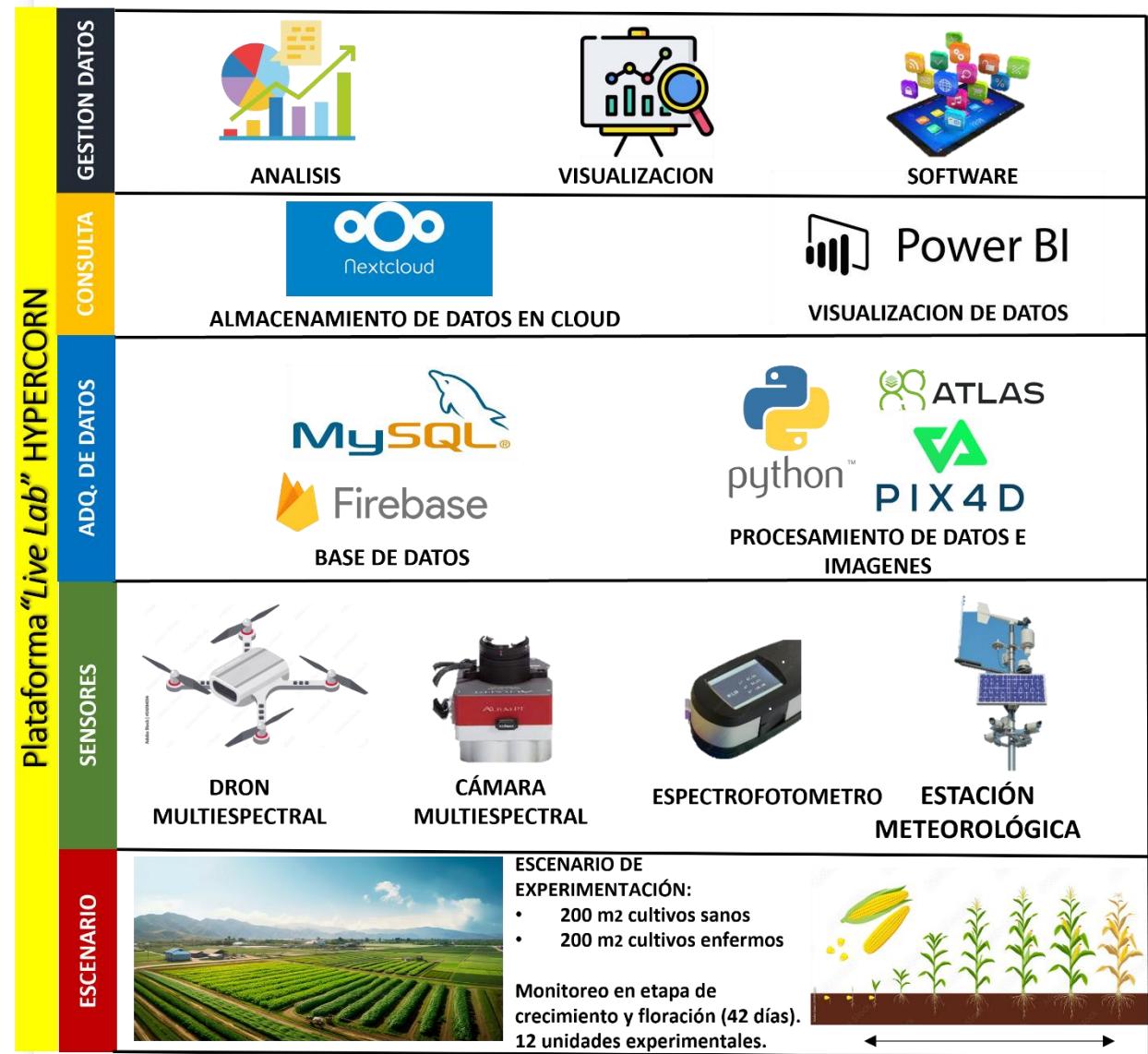
Stakeholder survey

Perspective 4: stakeholders' considerations

- **reasons to adopt**
- critical success factors
- increase profit factors
- reasons *not* to adopt

Plataforma "Live Lab" HYPERCORN	GESTION DATOS		ANALISIS		VISUALIZACION		SOFTWARE
	CONSULTA		ALMACENAMIENTO DE DATOS EN CLOUD			VISUALIZACION DE DATOS	
	ADO. DE DATOS	 	BASE DE DATOS		ATLAS		PROCESAMIENTO DE DATOS E IMAGENES
	SENSORES	 DRON MULTIESPECTRAL	 CÁMARA MULTIESPECTRAL	 ESPECTROFOTOMETRO	 ESTACIÓN METEOROLÓGICA		
	ESCENARIO		ESCENARIO DE EXPERIMENTACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> • 200 m² cultivos sanos • 200 m² cultivos enfermos Monitoreo en etapa de crecimiento y floración (42 días). 12 unidades experimentales.				

Plataforma de monitoreo para predicción de hongos en maíz



• 3. Visión General de la Industria 4.0

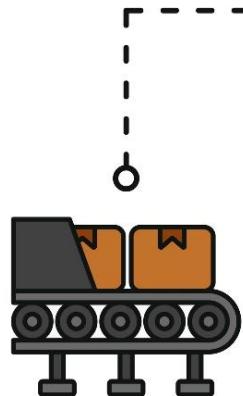
- Que es la Industria 4.0
- Aplicaciones en diferentes sectores

La **Industria 4.0** es la realización de la transformación digital en diferentes campos, que brinda toma de decisiones en tiempo real, **productividad mejorada, flexibilidad y agilidad**.

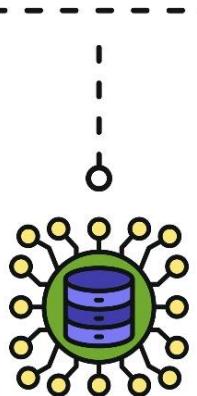
La **Industria 4.0** está revolucionando la forma en que las empresas fabrican, mejoran y distribuyen sus productos. Los fabricantes están integrando nuevas tecnologías, que incluyen Internet de las cosas (IoT), computación y análisis en la nube, IA y machine learning en sus instalaciones de producción y en todas sus operaciones.

Tecnologías de la Industria 4.0

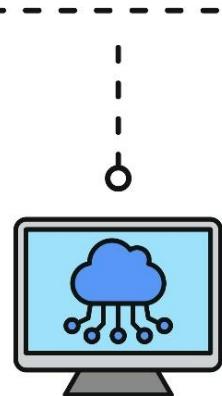
INDUSTRY 4.0



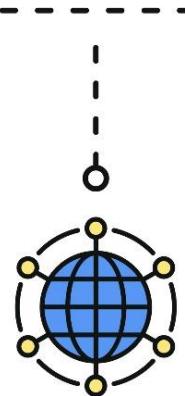
AUTOMATION



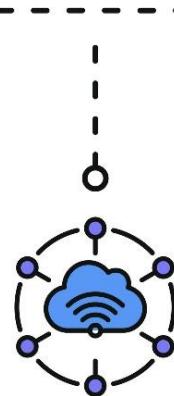
BIG DATA



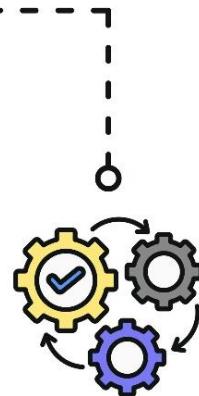
CLOUD COMPUTING



CONNECTION

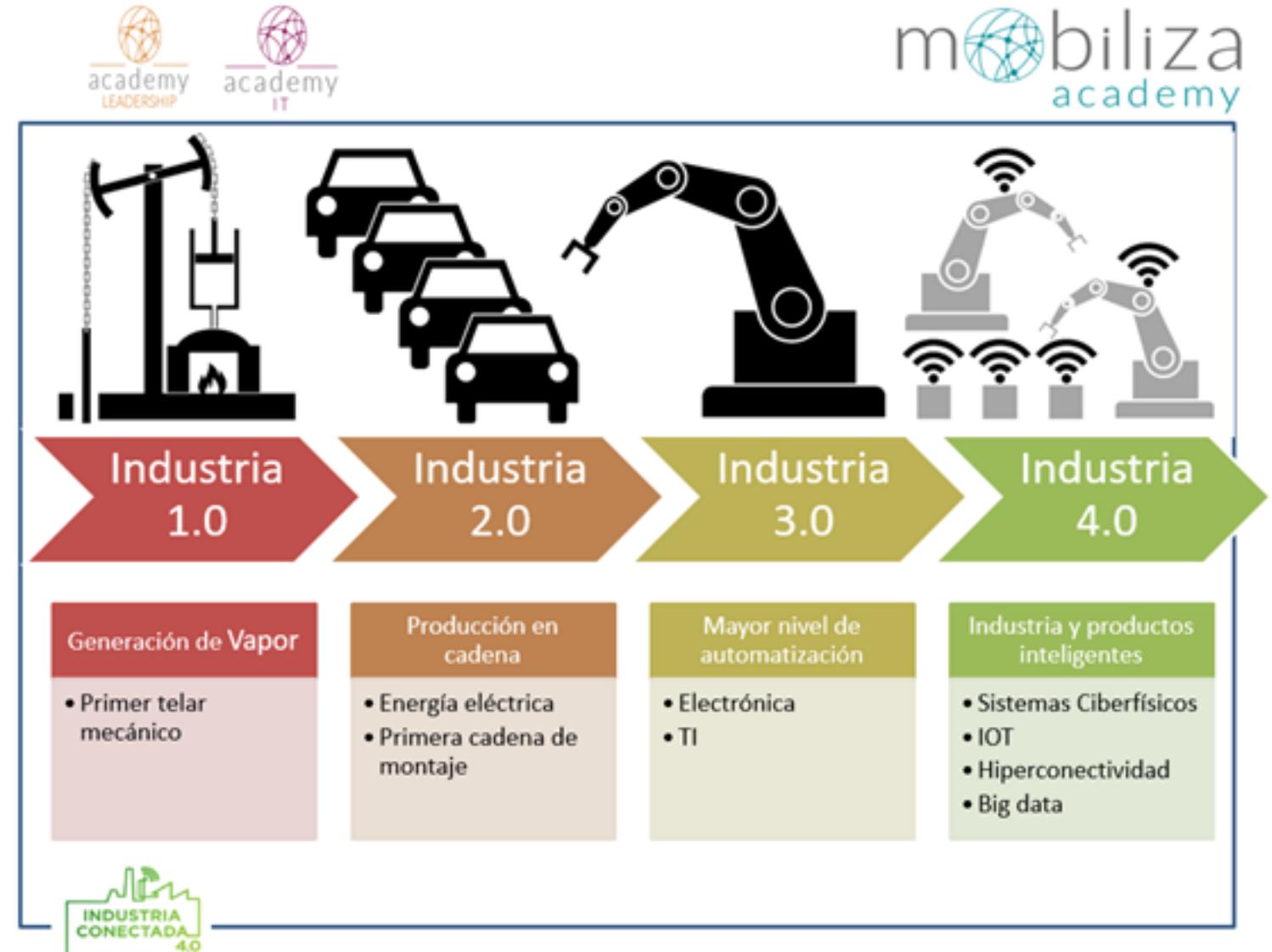


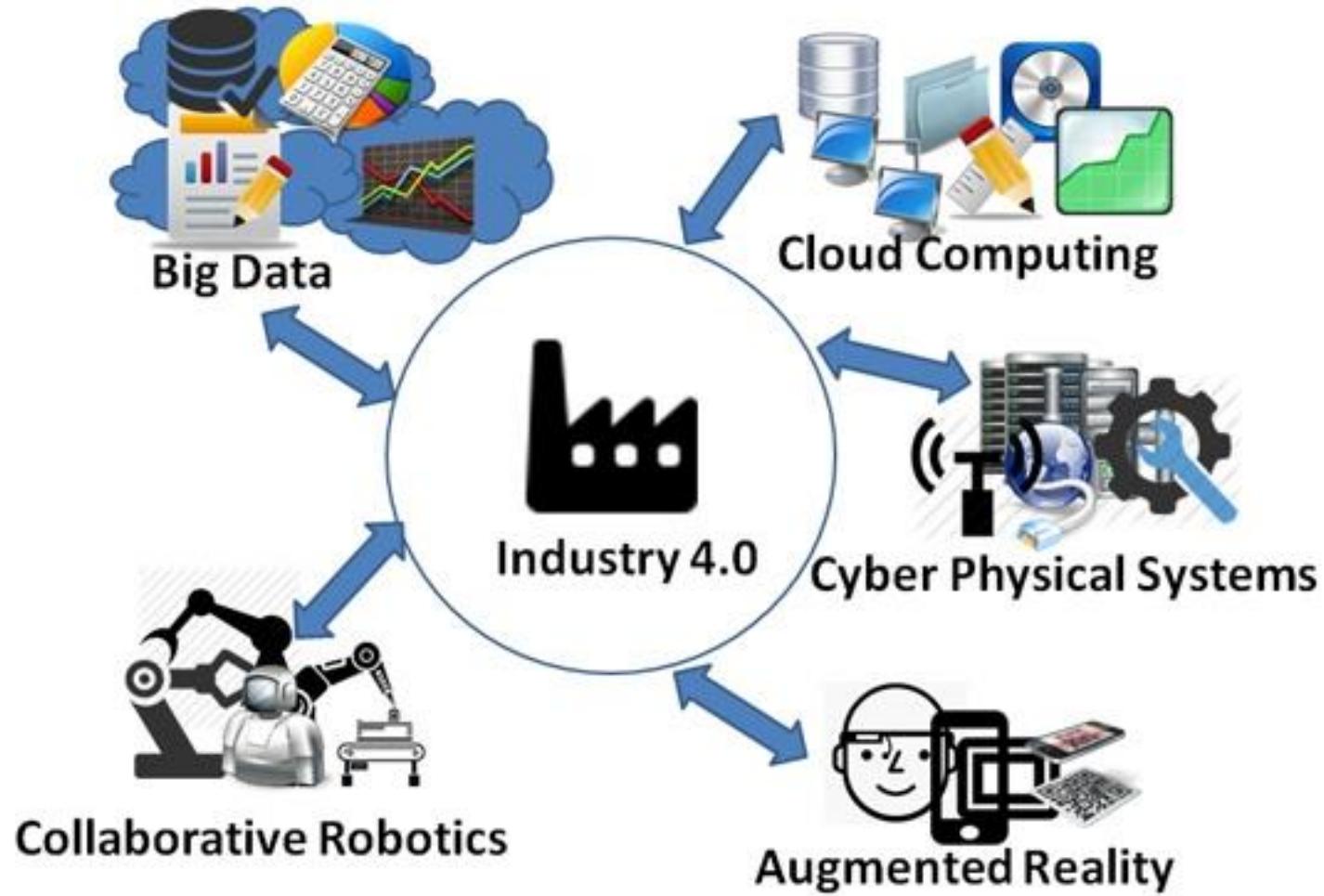
IOT



SYSTEM INTEGRATION

Evolución de la Industria 4.0





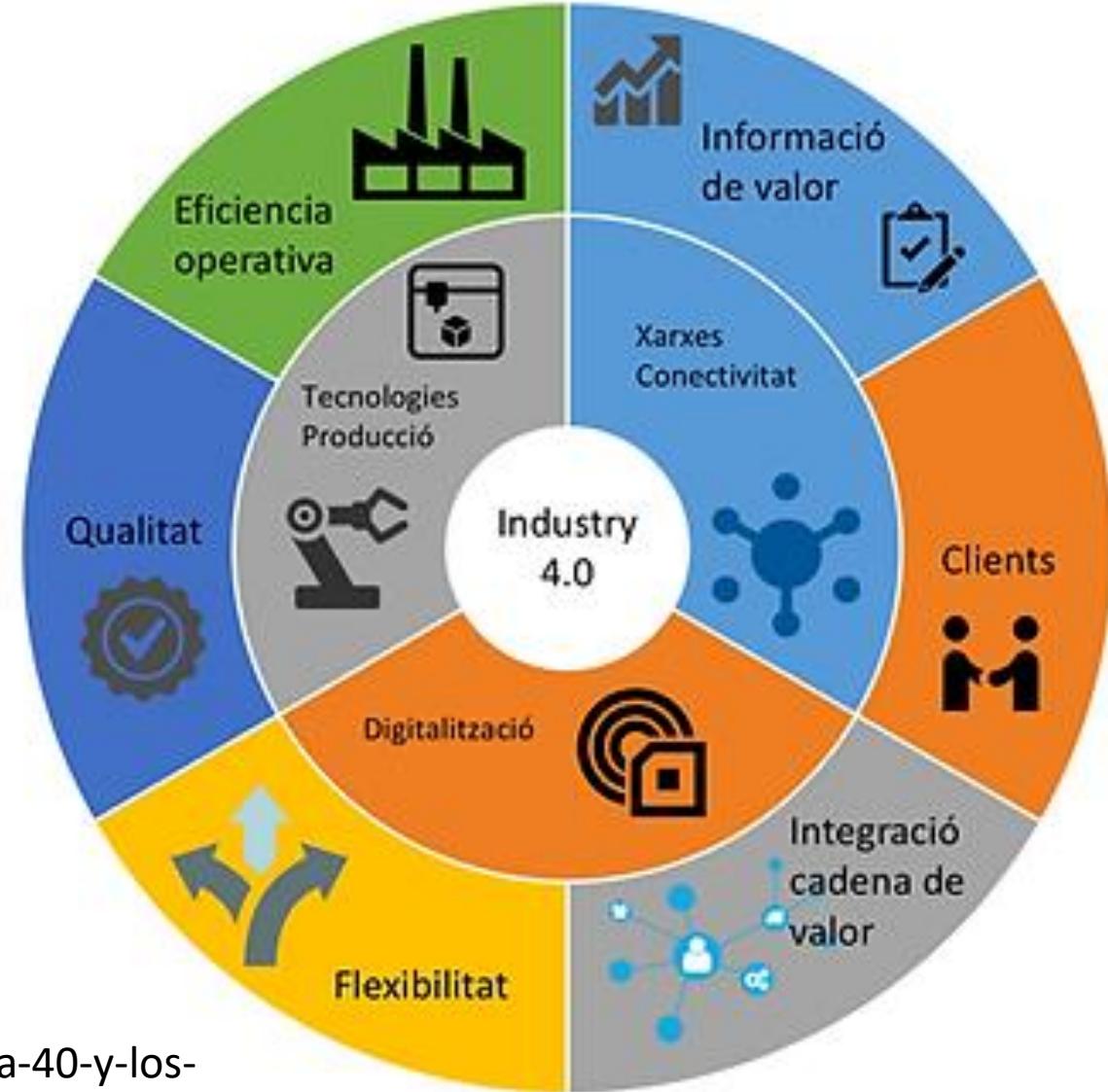
Tecnologías
de la
Industria
4.0

Aplicaciones de la Industria 4.0

- <https://itcl.es/sta-servicios/industria-conectada-y-sostenible/>

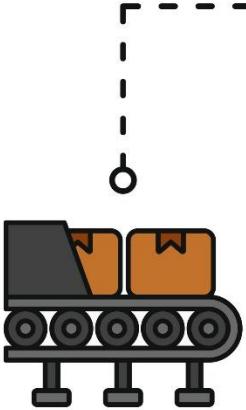


Ingenierías de la Tecnología 4.0

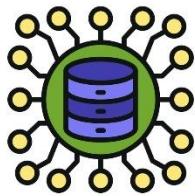


<https://www.iies.es/single-post/2016/12/01/industria-40-y-los-profesionales-de-la-ingener%C3%ADA>

INDUSTRY 4.0



AUTOMATION



BIG DATA



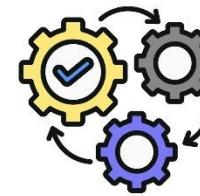
CLOUD COMPUTING



CONNECTION



IOT



SYSTEM INTEGRATION

Videos Sugeridos
Industria 4.0

- **¿Qué es Industria 4.0? | la nueva revolución industrial | Explicado en 4 minutos:**
<https://www.youtube.com/watch?v=bKG3aLwoABM>
- **Industria 4.0 - Explicado Fácilmente (Transformación Digital):**
<https://www.youtube.com/watch?v=Qb7twp03c58>

CONCLUSIONES (Parte 2)

- Se analizaron las tecnologías IoT y Big Data en Agricultura 4.0.
- Se mostró la arquitectura de redes basadas en IoT, siendo la referencia el modelo OSI de siete (7) capas.
- Se discutieron los estándares de la capa de red, aplicaciones y management siendo que la Agricultura 4.0 sigue un modelo segmentado abordado de manera interdisciplinaria.
- Se destacaron los sistemas basados en Arduino y RFID para tecnología IoT en sensores.
- Se mostró un ejemplo de proyecto cordobés relacionado con bigdata
- Se discutieron las tecnologías y conceptos de la Industria 4.0.



CONCLUSIONES DE ENTRENAMIENTO AGRICULTURA 4.0

- Se definieron los conceptos y alcances de la Agricultura Digital, Agricultura de Precisión y Agricultura 4.0 acciones para implementación en cultivos.
- Se analizaron los principales desarrollos tecnológicos de la Agricultura 4.0.
- Se analizaron las limitantes de la Agricultura 4.0 y conceptos de tipo práctico que puedan derivar en recomendaciones para la elaboración de una hoja de ruta a seguir para que usuarios finales (agricultores) transformen su mentalidad y perciban esta tecnología con una actitud positiva, mejoren sus expectativas por su utilidad en aumento de la productividad y ahorro en sus campos.





Agriculture 4.0





ROBÓTICA



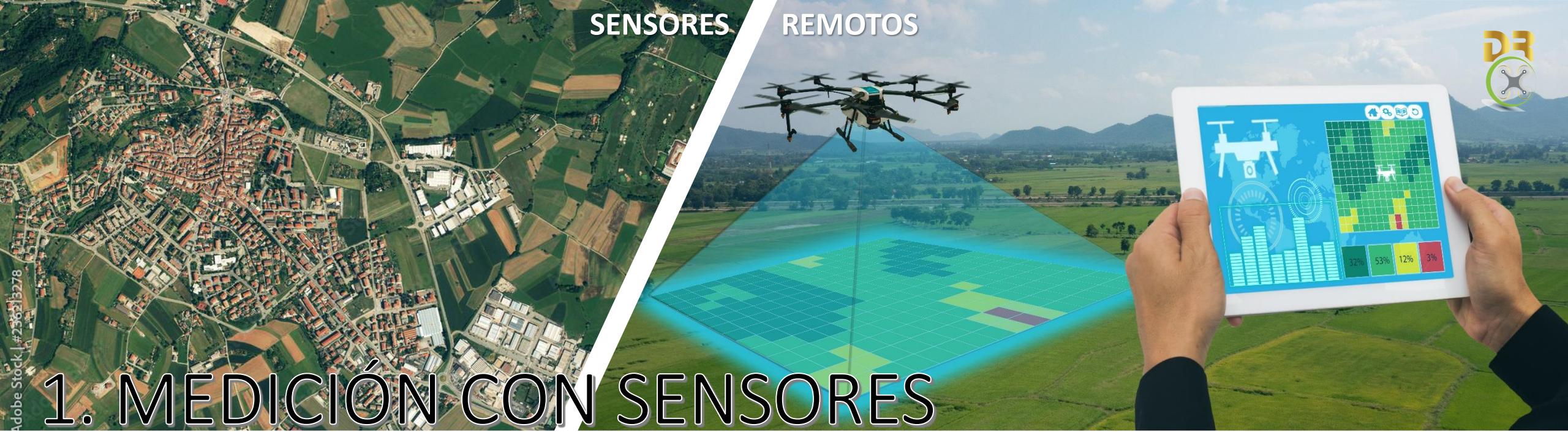
IA Y MACHINE LEARNING



BIG DATA



DRONES



1. MEDICIÓN CON SENsoRES





2. CAPTURA DIGITAL Y TRANSMISIÓN DE DATOS

3. SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS



4. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN



5. ACTUACIÓN



Claudia Serpa Imbett

Ph.D en Ingeniería

CEO



+57-3043499052

Calle 48 No. 18-45

gerencia.dr.innova@gmail.com

www.dr-innova.com

Montería - Colombia

@dr.innova

f. @dr.innova

DR



**¡GRACIAS
POR LA
ATENCION!**

