

Taller

Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel2



PARTE II

Taller práctico: Copernicus

M^a Auxiliadora Casterad

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

“Acceso *gratuito y abierto* a la información”

Satélites

Misiones SENTINEL (desde 2014)

European Space Agency

COPERNICUS 2.0

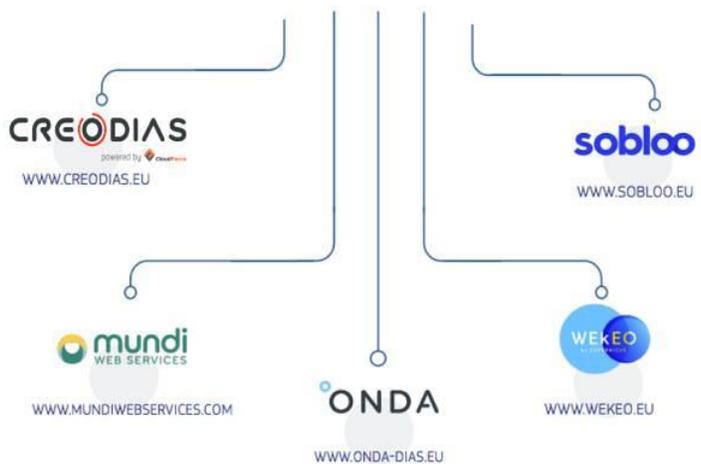
Futuras misiones de Copernicus (2021-2027)

- CHIME** Copernicus Hyperspectral Imaging Mission for the Environment
- ROSE-L** Copernicus Radar Observing System
- LSTM** Land Surface Temperature Monitoring
- CO2M** Copernicus Anthropogenic Carbon Dioxide Monitoring
- Food Security and Water Management**
- Monitoring Land and Natural Resources**
- Safeguarding the Arctic**
- CRISTAL** Copernicus Polar Ice and Snow Topography Altimeter
- CIMR** Copernicus Imaging Microwave Radiometer

Servicios

- Marine
- Atmosphere
- Land
- Security
- Emergency
- Climate

DIAS
Servicio de Acceso a Datos e Información

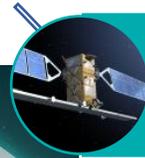


Catálogo de servicios de Copernicus

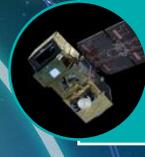
El catálogo contiene una lista completa de productos de información relevantes para los distintos servicios de Copernicus.

[Aprende más](#)

Copernicus Data Space Ecosystem



SENTINEL-1: Radar
Monitoreo terrestre y oceánico



SENTINEL-2: Multiespectral óptica
Seguimiento terrestre



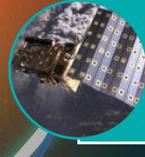
SENTINEL-3: Altimetro radar y sensores ópticos
Observación marina y terrestre



SENTINEL-4: Espectrómetro
Monitoreo calidad del aire



SENTINEL-5p: Precursor Sentinel 5
Monitoreo calidad del aire



SENTINEL-5: Espectrómetro
Monitoreo calidad del aire



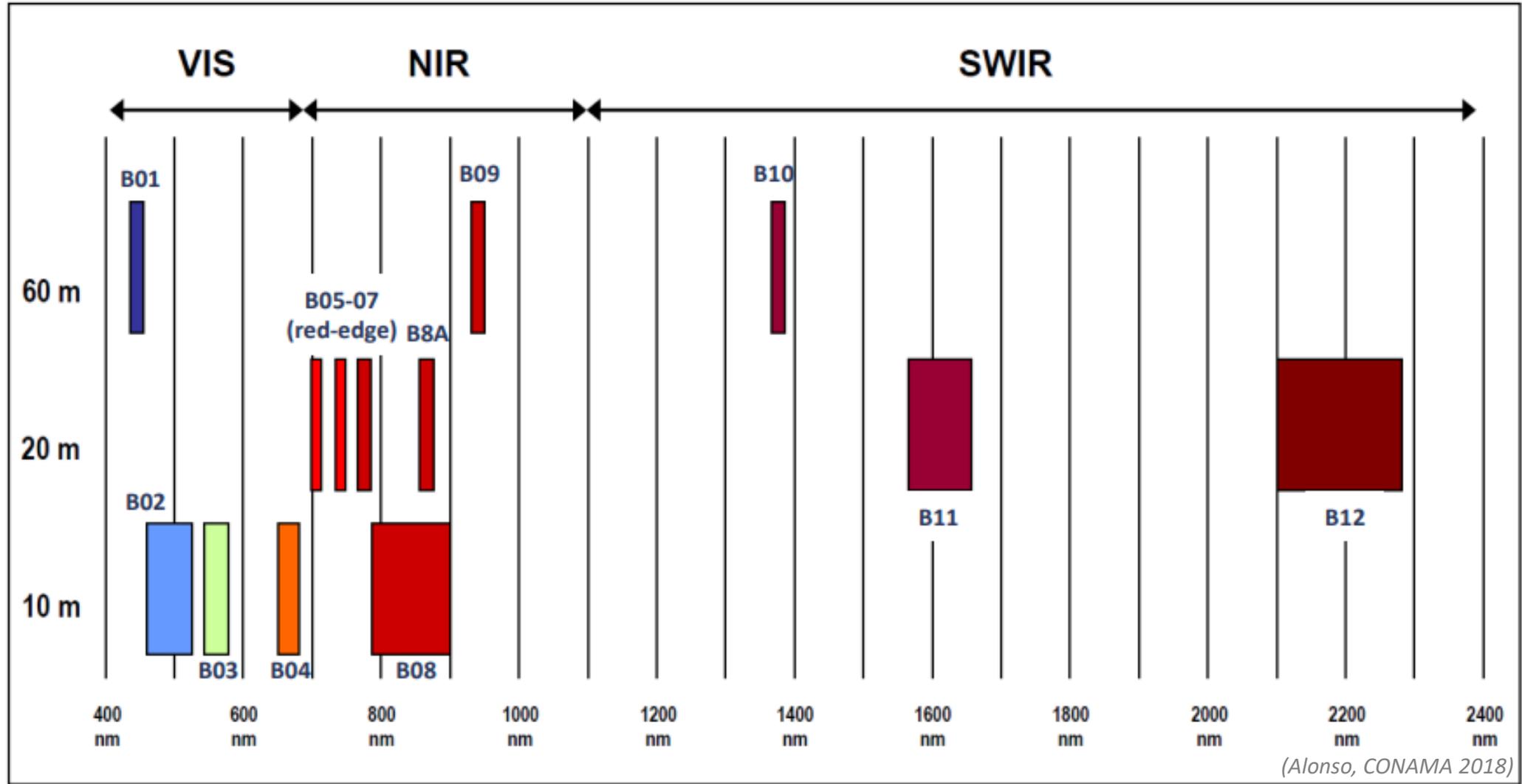
SENTINEL-6: Altimetría Radar
Altura de superficie del mar

SENTINEL 2

- 2 satélites idénticos
Sentinel-2A lanzado 22/6/2015
Sentinel-2B lanzado 7/3/2017
- Operan simultáneamente en fases de 180°
- Órbita heliosincrónica a 786 km

- Sensor multispectral MSI
- Campo de visión (FOV) de 290 km
- 13 bandas espectrales (443nm- 2190nm)
- 10-60 m resolución espacial
- Revisita de 5 días en el ecuador

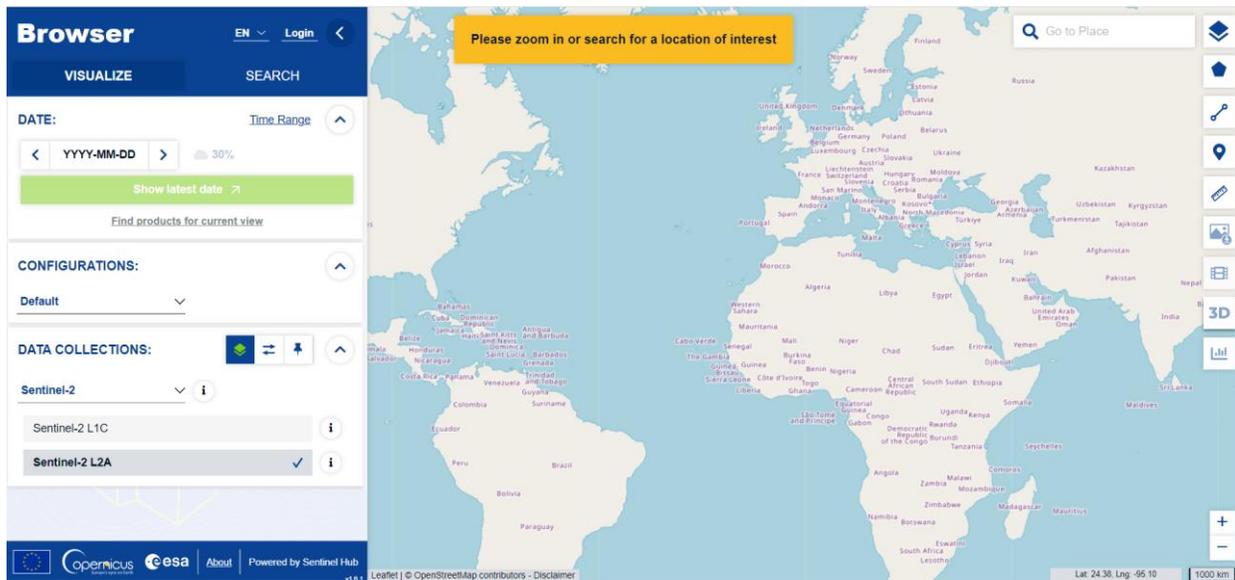
Copyright © ESA and AIRBUS Defence & Space.



Bandas espectrales y Resolución espacial Sentinel-2. Fuente ESA)

Navegador Copérnico

Explore e interactúe con imágenes satelitales utilizando nuestro navegador intuitivo y fácil de usar. Abierto a todos y fácil de navegar.



<https://dataspace.copernicus.eu/explore-data>

<https://documentation.dataspace.copernicus.eu/Applications/Browser.html>

Nueva infraestructura basada en la nube integra



Explorar datos

Acceda a una amplia gama de datos de observación de la Tierra de las misiones Copernicus Sentinel y más. El ecosistema Copernicus Data Space proporciona herramientas para un fácil descubrimiento, visualización y descarga que se actualizarán continuamente.

[DESCUBRE LOS DATOS](#)

Analizar

El servicio proporciona un potente entorno de análisis de datos. Acceda a un conjunto de herramientas de procesamiento de datos de alta calidad para extraer información valiosa para realizar actividades públicas, privadas o comerciales. El ecosistema de espacio de datos de Copernicus será el siguiente nivel de infraestructura de procesamiento y distribución de datos de usuarios.

[ACCEDER A LAS HERRAMIENTAS](#)

Ecosistema

El ecosistema espacial de datos de Copernicus es el siguiente paso en la evolución de los datos de observación de la Tierra. El ecosistema tiene como objetivo reunir herramientas y recursos para desbloquear todo el potencial de estos datos. Esto permite construir un ecosistema próspero, abierto y en expansión para aumentar el impacto de los datos de observación de la Tierra para una sociedad sostenible.

[SABER MÁS](#)

EO Browser ESPAÑOL Acceder

Descubrir Visualizar Comparar Marcadores

Conjunto de datos: Sentinel-2 L2A **Mostrar L1C**

Fecha: 2023-11-06 Intervalo

- True color
A partir de las bandas 4, 3, 2
- False color
A partir de las bandas 8, 4, 3
- Highlight Optimized Natural Color**
Visualización en color natural realzado
- NDVI
A partir de la combinación de bandas (B8 - B4)/(B8 + B4)
- False color (urban)
A partir de las bandas 12, 11, 4
- Moisture index
A partir de la combinación de bandas (B8A - B11)/(B8A + B11)
- SWIR
A partir de las bandas 12, 8A, 4

Regístrese gratis para acceder a todas las prestaciones

Desarrollado por Sentinel Hub con aportaciones de ESA v3.48.3



Browser EN Login

VISUALIZE SEARCH

2023-11-06 30%

Default

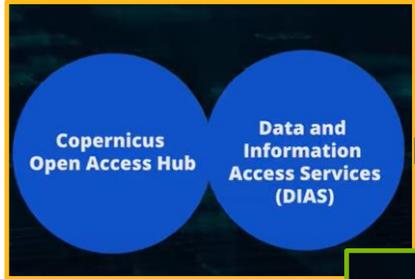
Sentinel-2 L2A

LAYERS:

- True color
Based on bands B4, B3, B2
- False color
Based on bands B8, B4, B3
- Highlight Optimized Natural Color** + Add to </>
- NDVI
Based on a combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)
- False color (urban)
Based on bands B12, B11, B4
- Moisture index
Based on a combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)
- SWIR

Show effects and advanced options Hide layer Share

Powered by Sentinel Hub



Taller

Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel 2

M^a Auxiliadora Casterad
acasterad@cita-aragon.es

Taller

Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel2



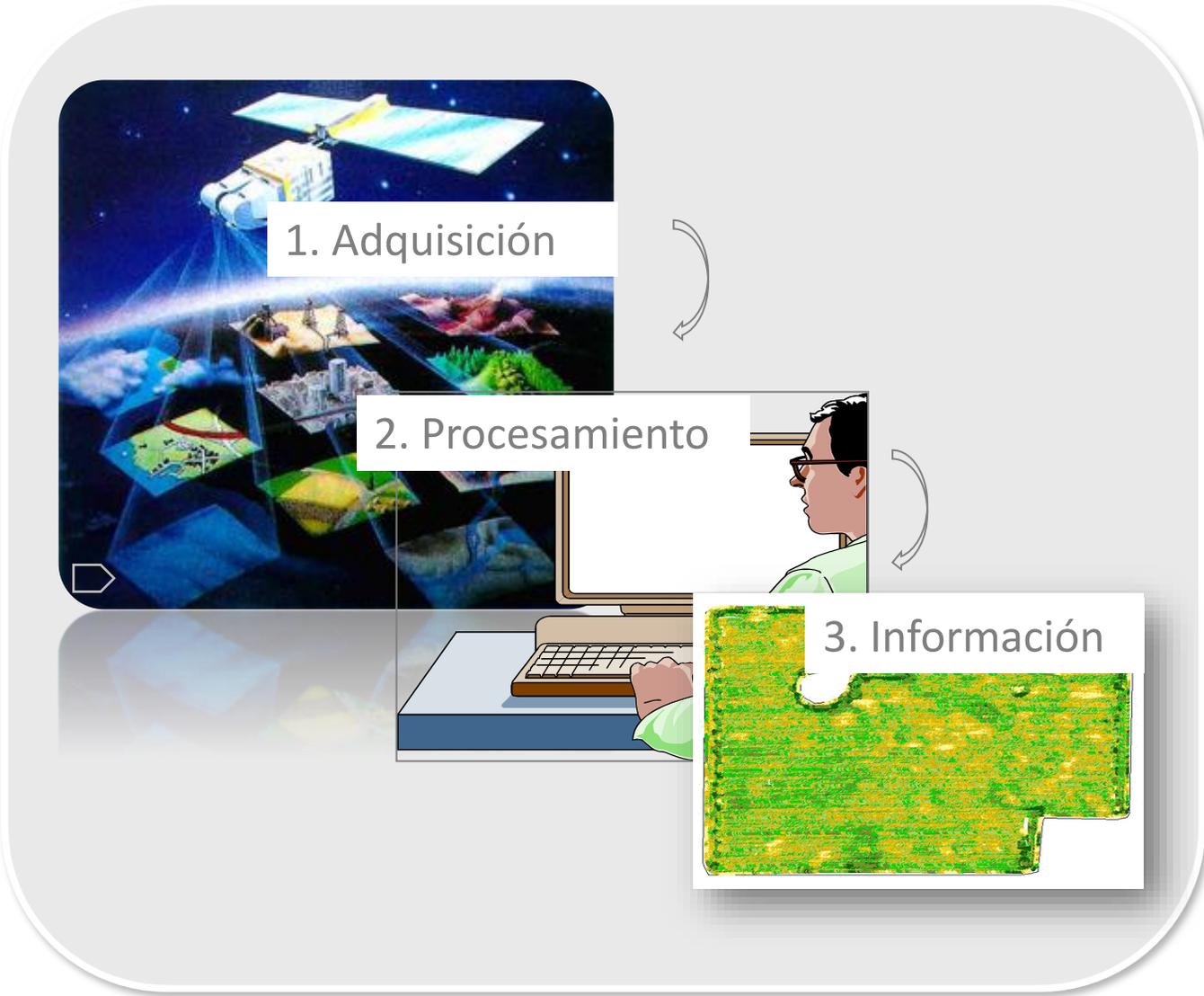
PARTE I

Introducción a la teledetección

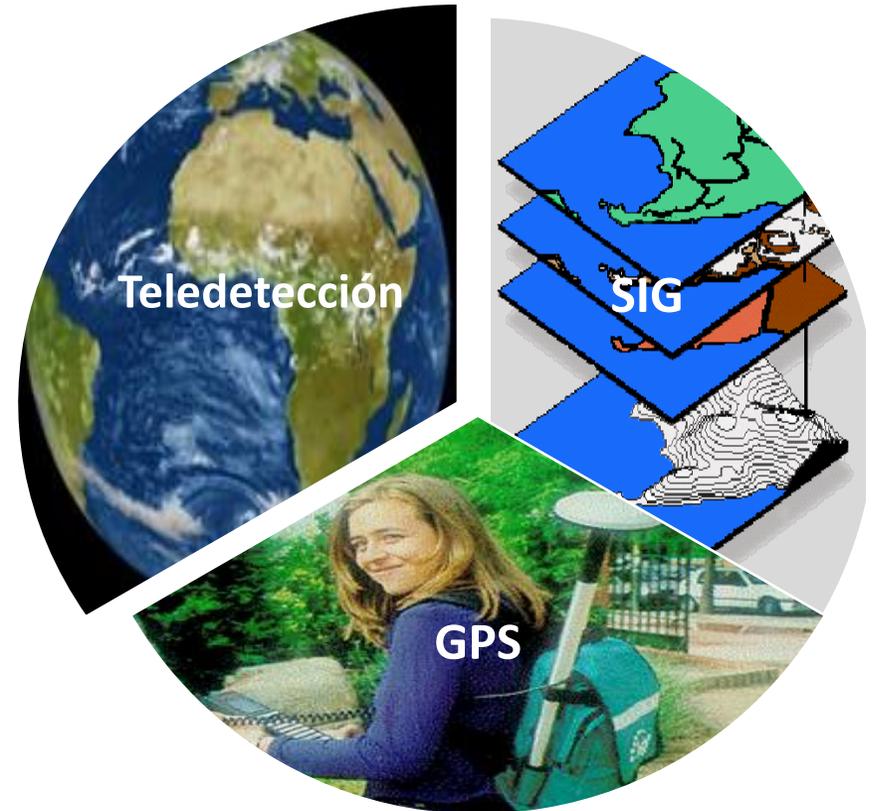
M^a Auxiliadora Casterad

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

¿QUÉ ES LA TELEDETECCIÓN?



Tecnologías de Información Geográfica



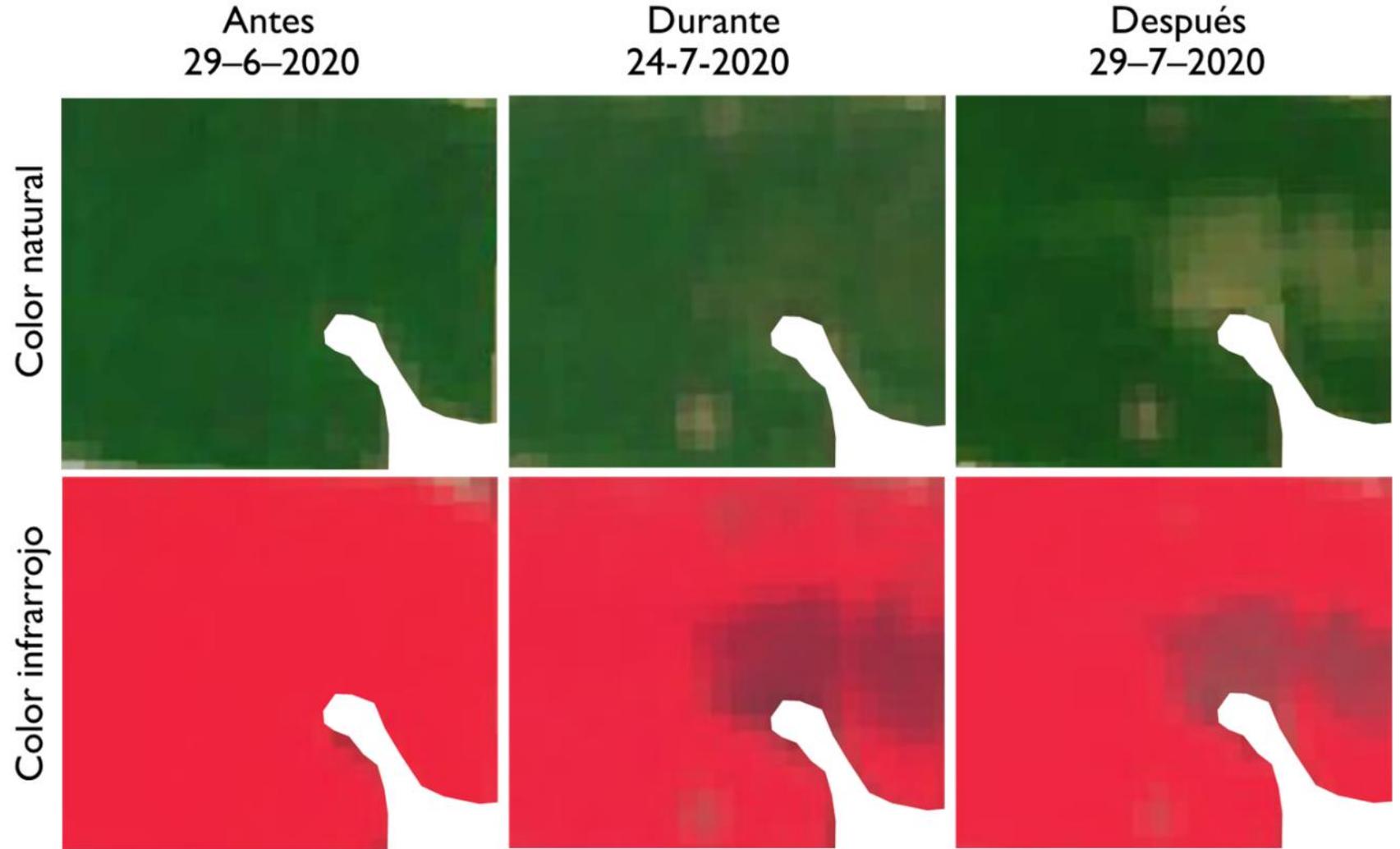
Imprescindibles actualmente en estudios del territorio y su gestión

¿Por qué usar la teledetección?

- Es una observación directa **no destructiva y objetiva**
Adquisición de información no invasiva y no destructiva
Mejor cuantificación objetiva que visualmente
- Proporciona información **repetitiva** y a **tiempo real**
Rápida disponibilidad. Multitemporalidad
- De **regiones no visibles** del espectro
Posibilidad de identificación pre-visual
- En **diferentes escalas** de trabajo
Desde ámbito local hasta global de todo el territorio
Homogeneidad en la adquisición de información
- Es información en **formato digital**
Fácil integración con otra información geográfica
Generación de modelos cuantitativos

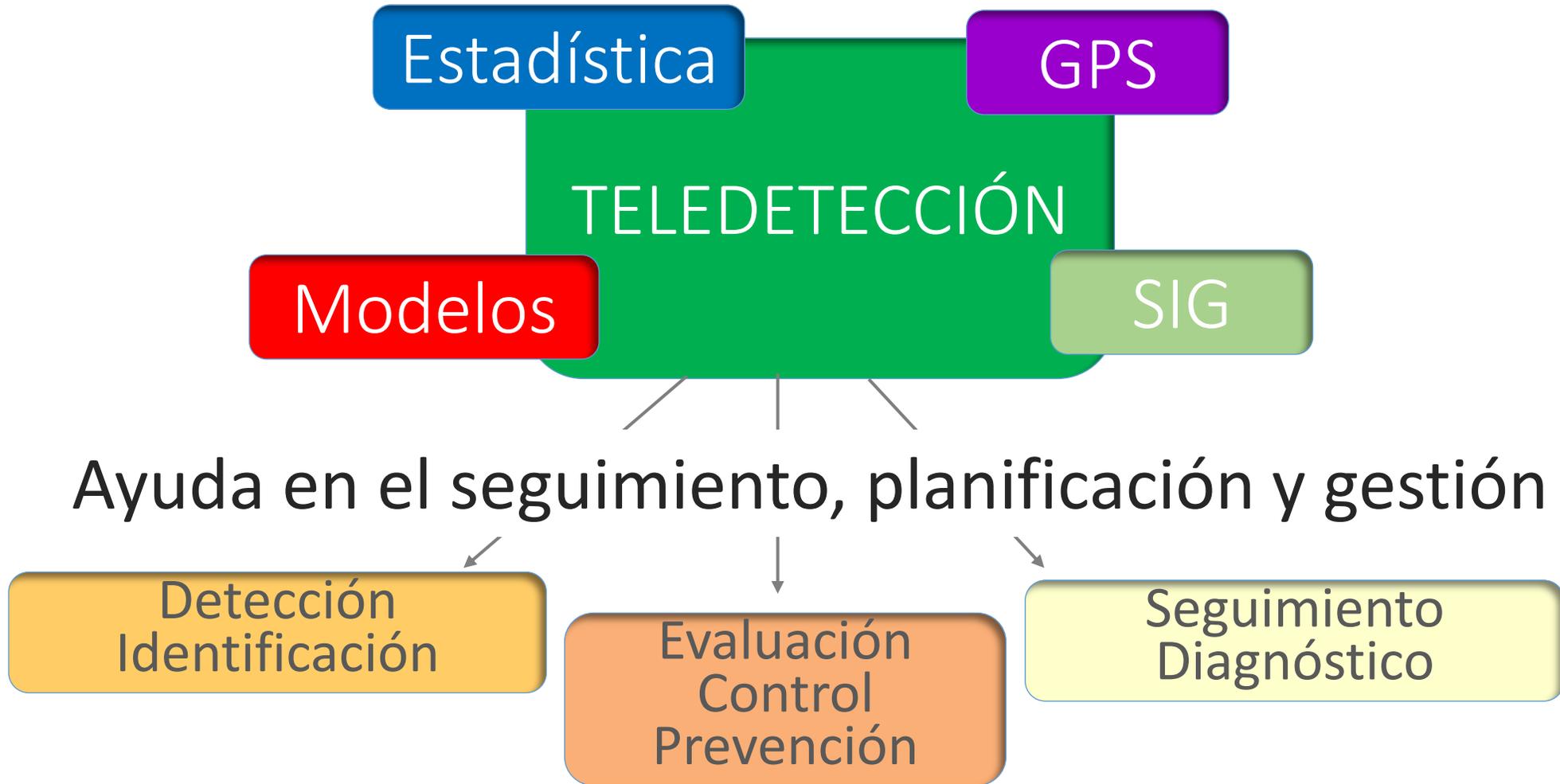


*Identificación previsual
Rotura tubería riego*



(Playan et al. 2022. Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera, 1065:54-49)

ENFOQUE MULTIDISCIPLINAR



Cartografía inventarios agrícolas

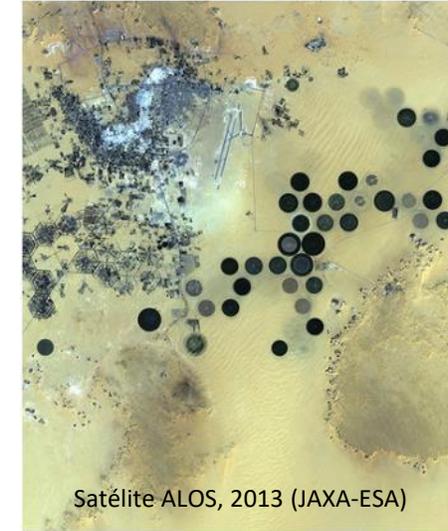


Patrones de ocupación suelos

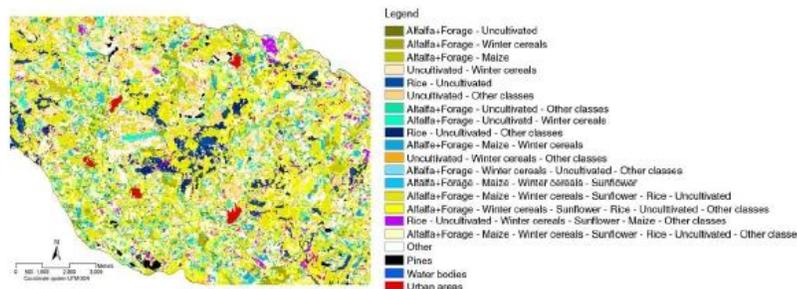


Identificación áreas agrícolas

LIBYA'S AL JAWF OASIS



Rotación de cultivos



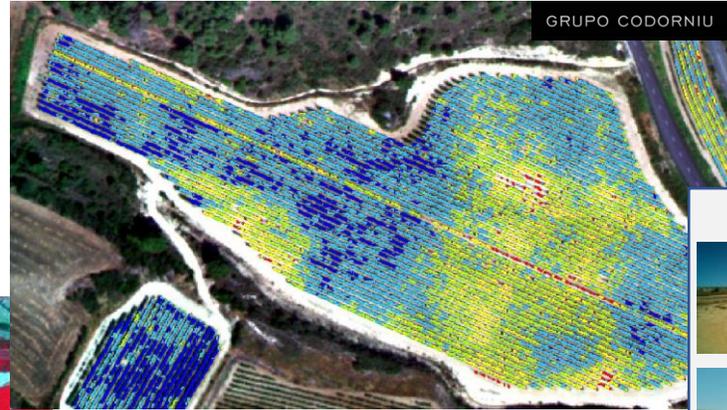
Agricultura de precisión



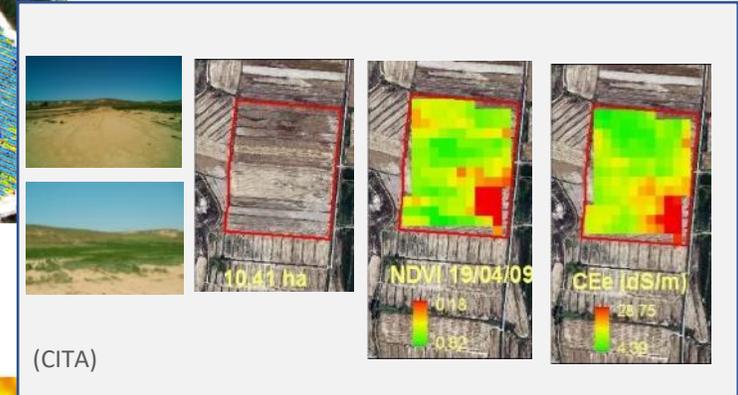
Detección estrés



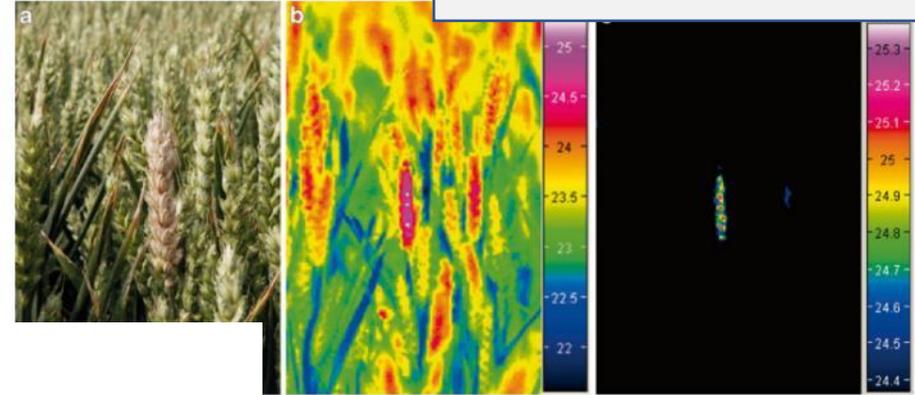
Falta-exceso agua



Salinidad

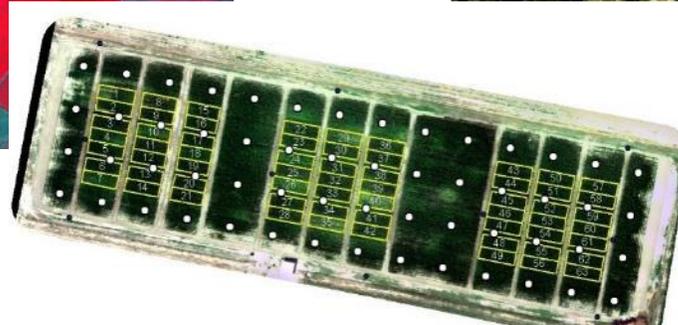


Plagas y enfermedades

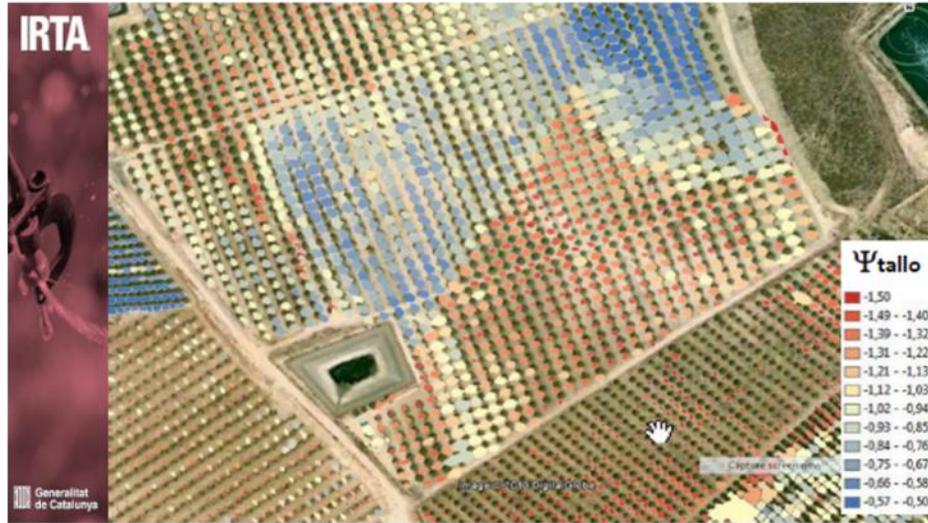


scab infected ears in winter wheat at GS 77-79. RGB image (a), thermogram with broad (b) and ied from Oerke and Steiner 2010) Mahlein et al. Eur J Plant Pathol (2012) 133:197-209

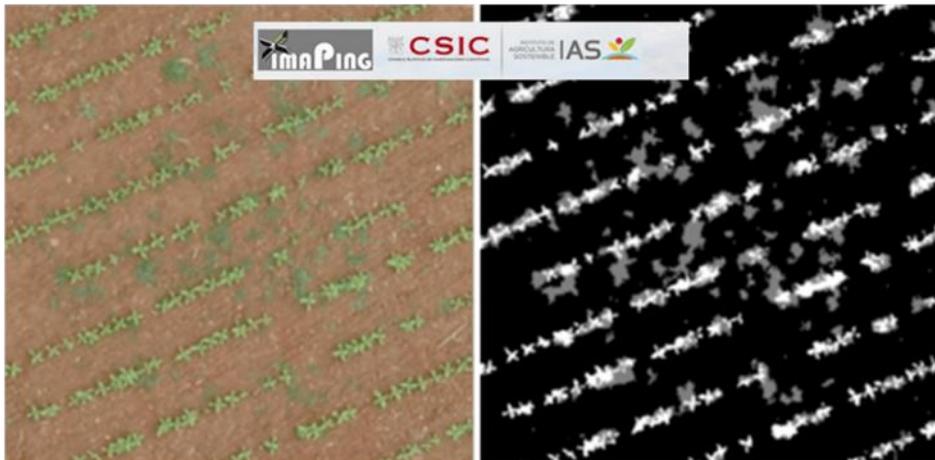
Deficiencias nutricionales



Detección de estrés hídrico



Modelos 3D

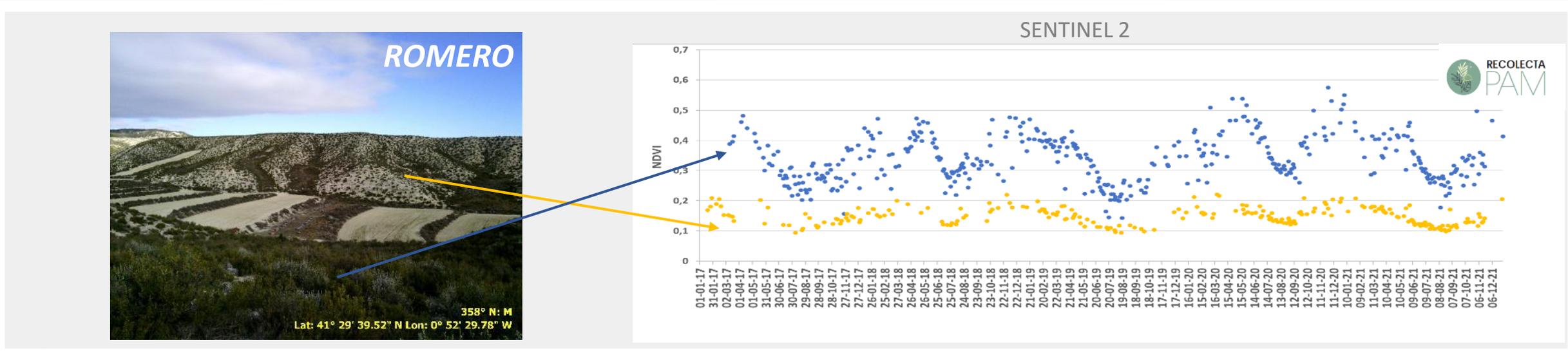


Detección malas hierbas

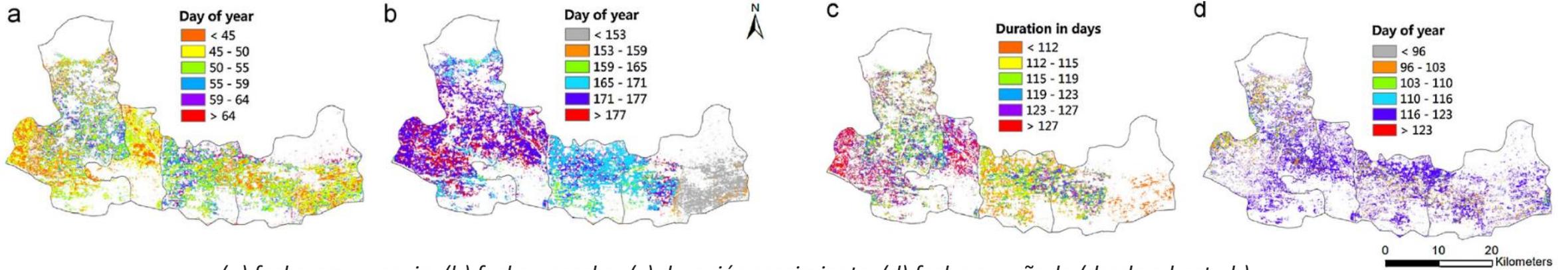


Tratamientos dirigidos

Monitorización de la fenología



TRIGO



(a) fecha emergencia, (b) fecha cosecha, (c) duración crecimiento (d) fecha encañado (desde a hasta b)

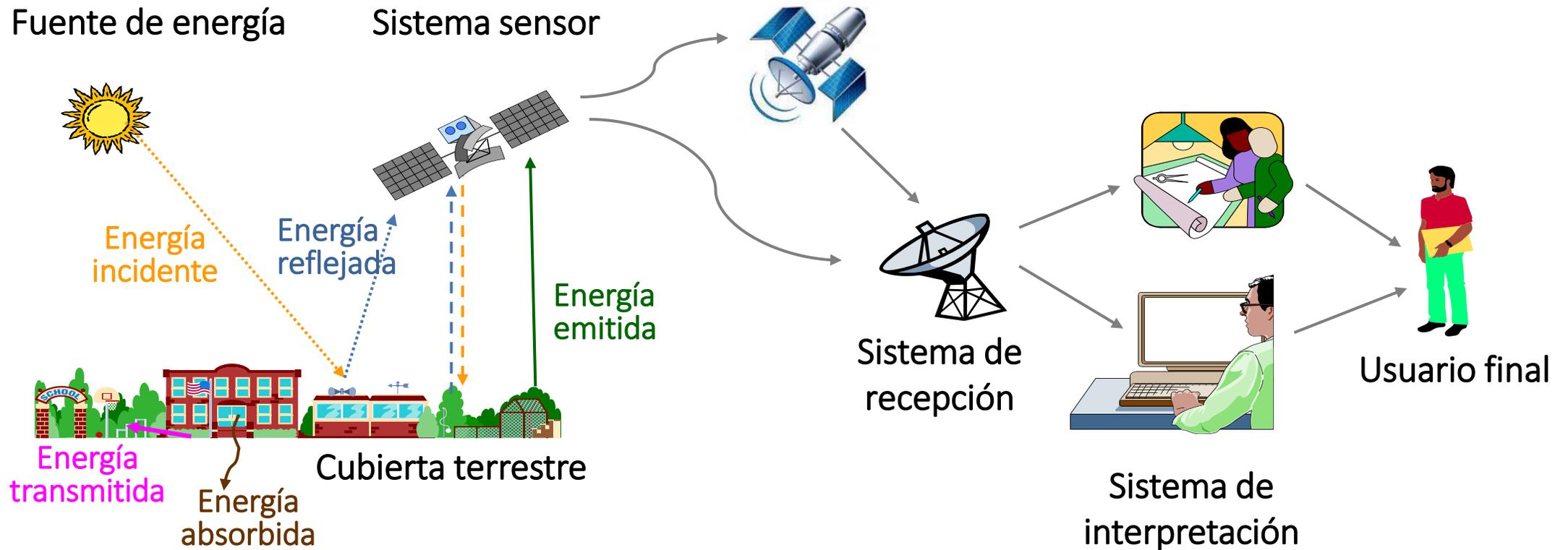
Pan et al. (2015)

Algunas limitaciones

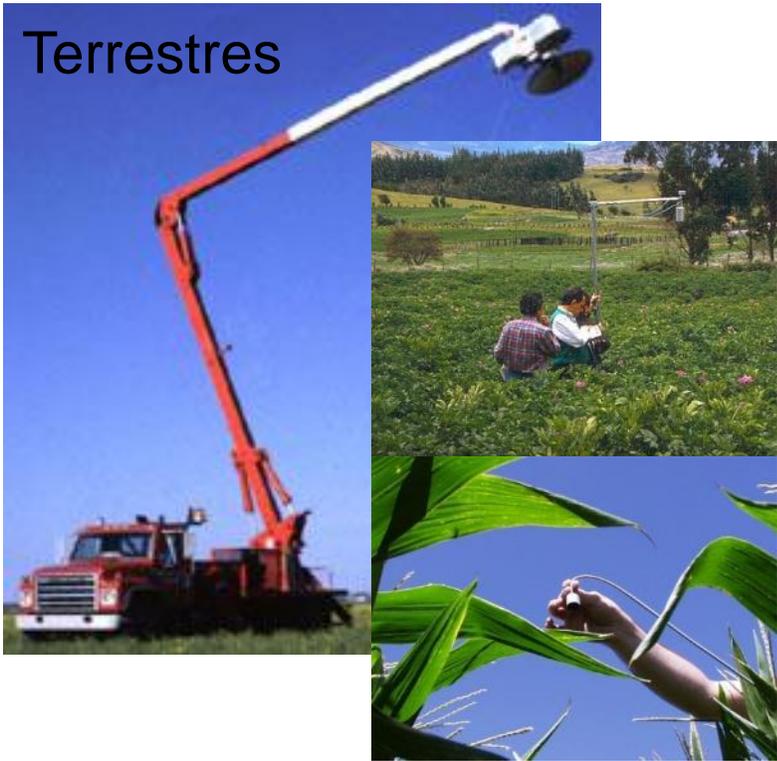
- Observación de la superficie, **no penetra**
Algo con radar
- **Meteorológicas**
Nubosidad, Viento
- Identificación del **efecto no la causa**
Dificultades cuando hay combinación de estreses

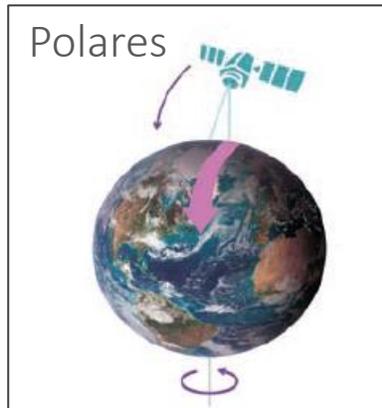
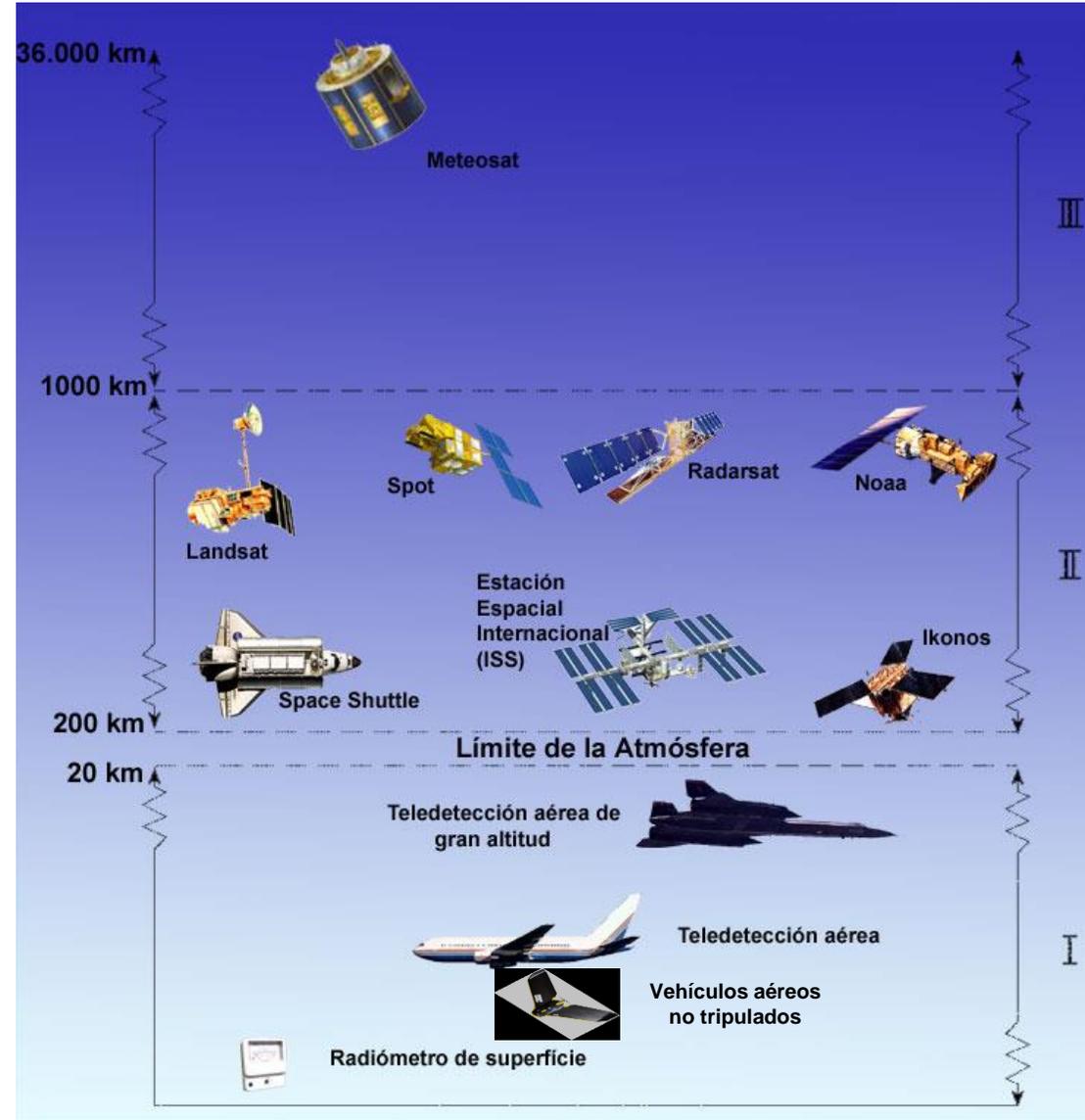


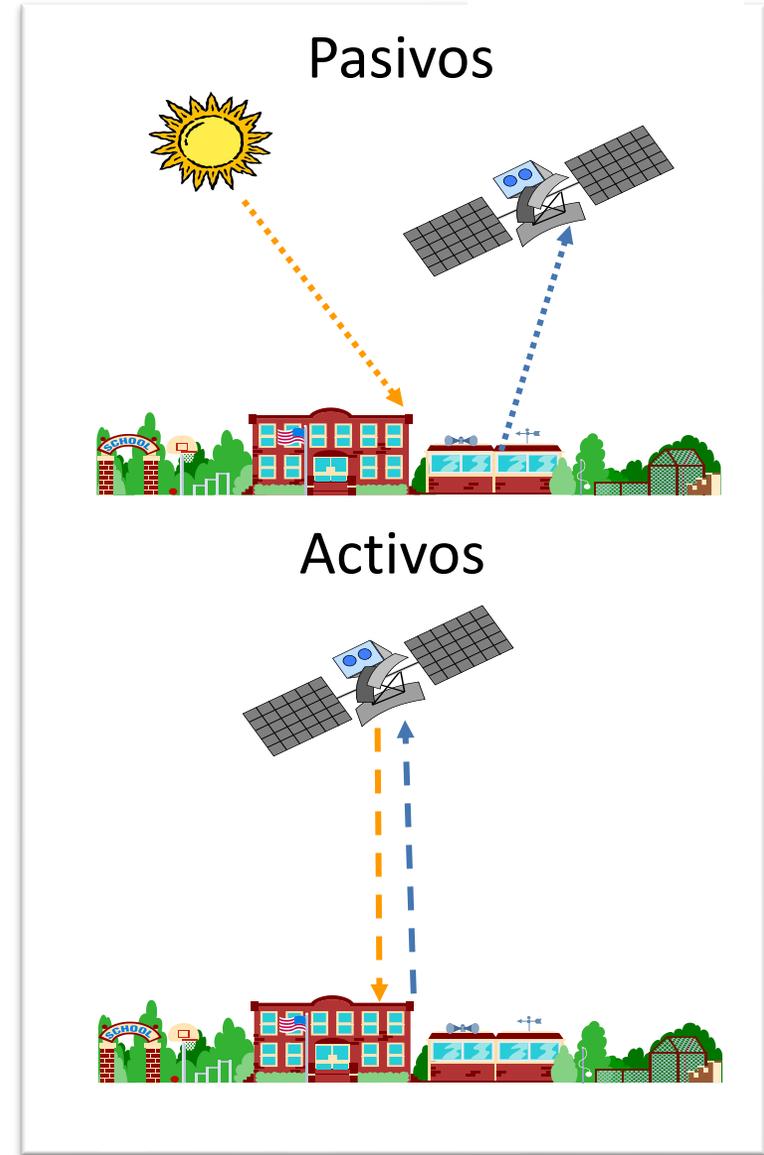
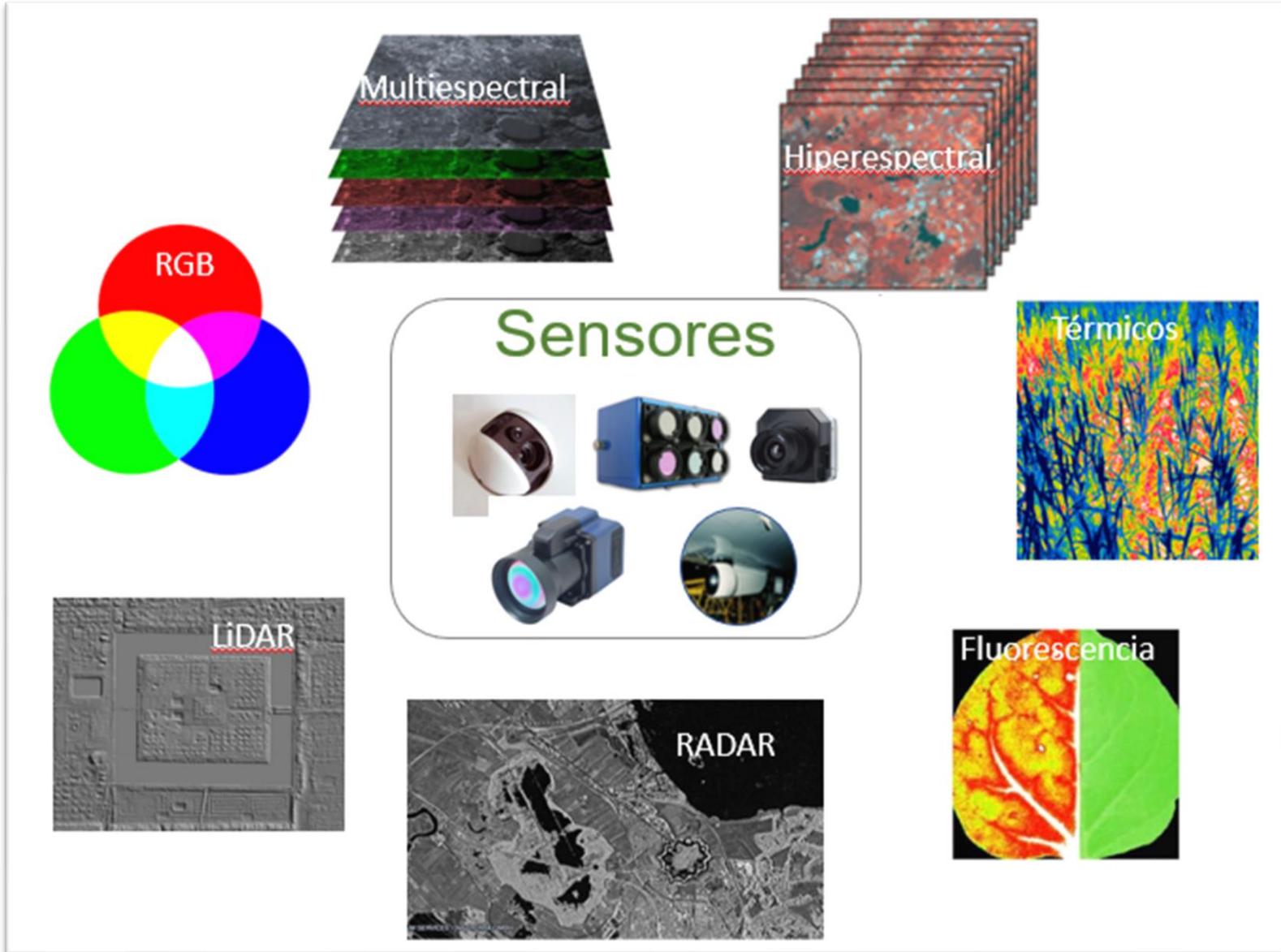
¿CUÁLES SON LOS COMPONENTES DE UN SISTEMA DE TELEDETECCIÓN?



Plataformas







Centro Espacial de Canarias - Estación de Maspalomas



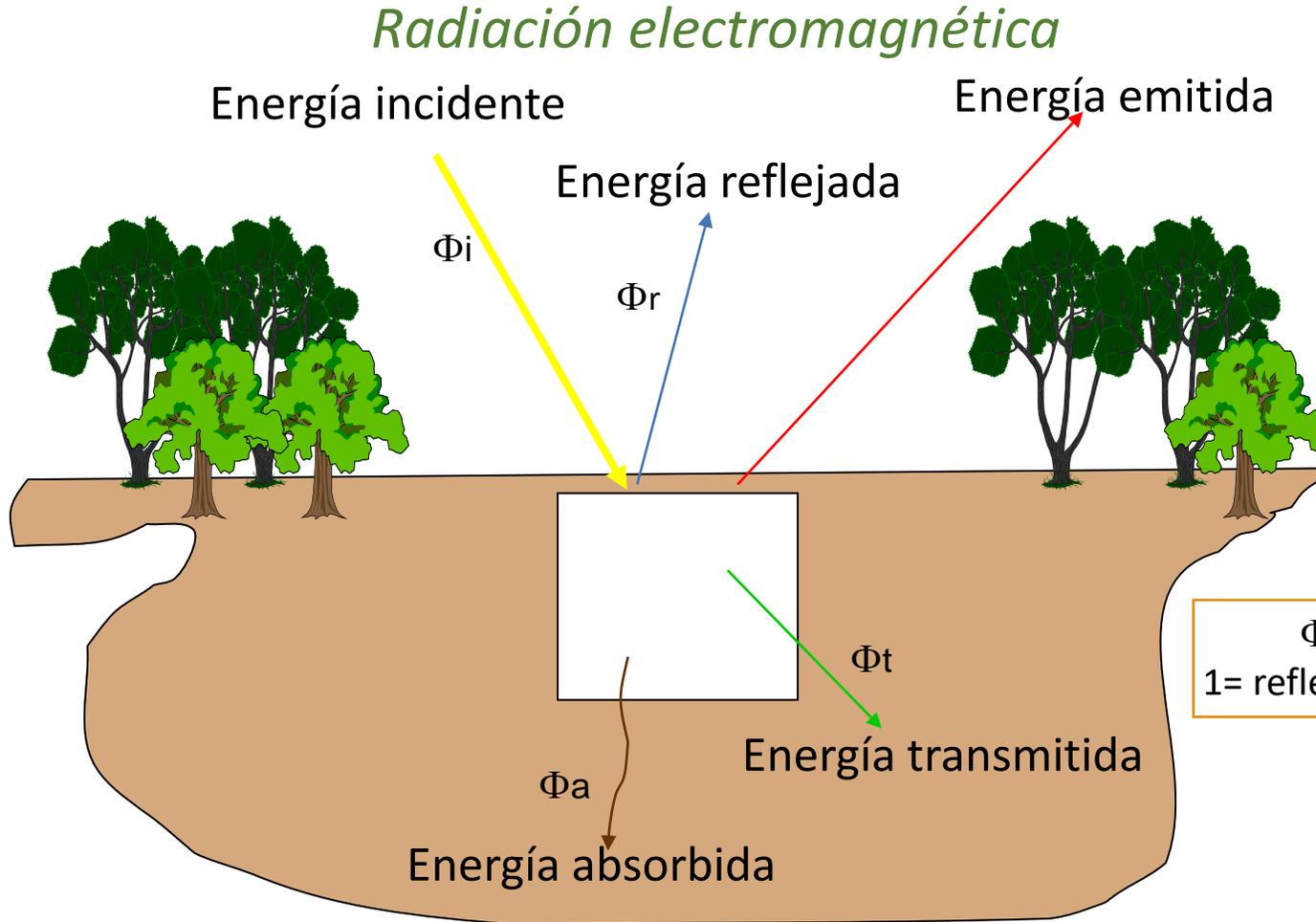
(Foto de Felix König, CC BY-SA 3.0,)



En este taller:

- Trabajaremos con teledetección óptica*
- Nos centraremos en las imágenes de satélite*
- Utilizaremos imágenes de Sentinel 2*
- Veremos su aplicación en agricultura*

¿QUÉ CAPTAN LOS SENSORES?

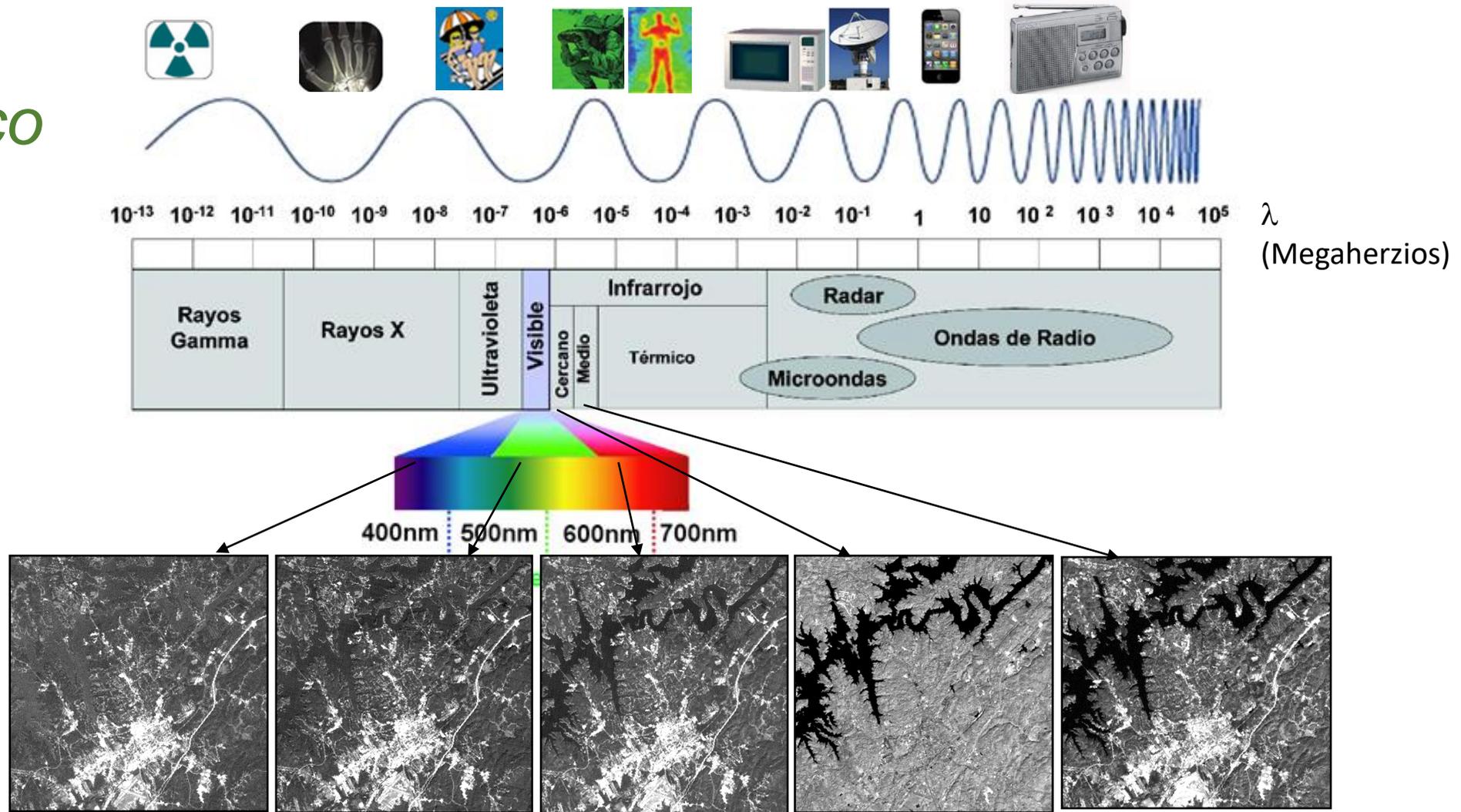


$$\frac{\Phi_i}{\Phi_i} = \frac{\Phi_r}{\Phi_i} + \frac{\Phi_a}{\Phi_i} + \frac{\Phi_t}{\Phi_i}$$

1 = reflectividad + absortividad + transmisividad

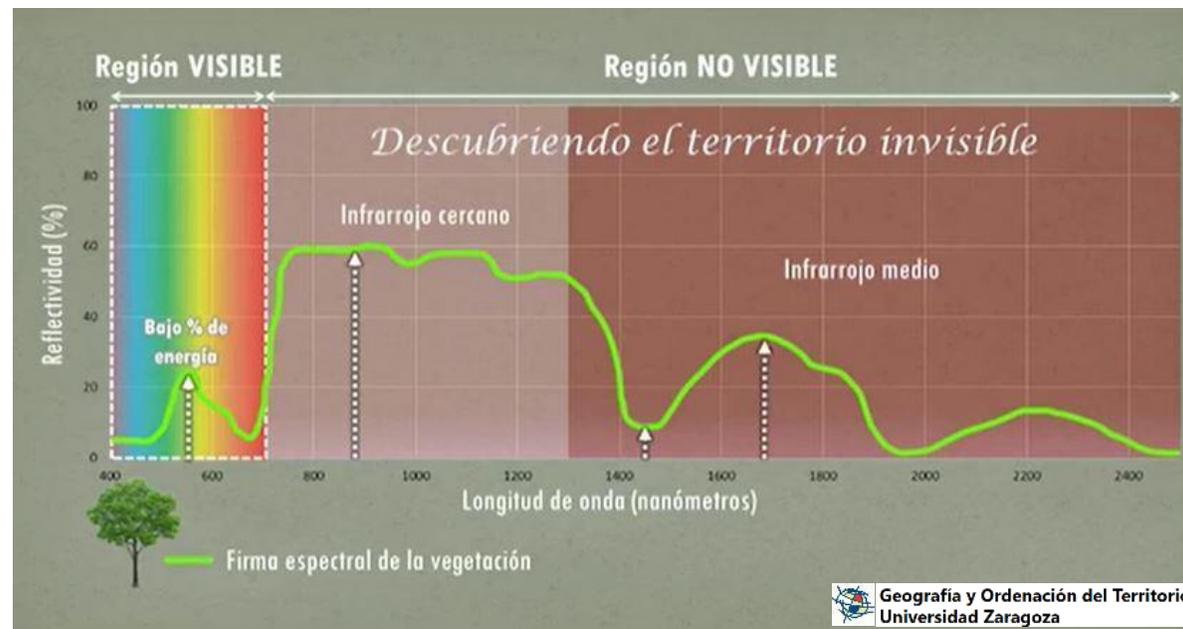
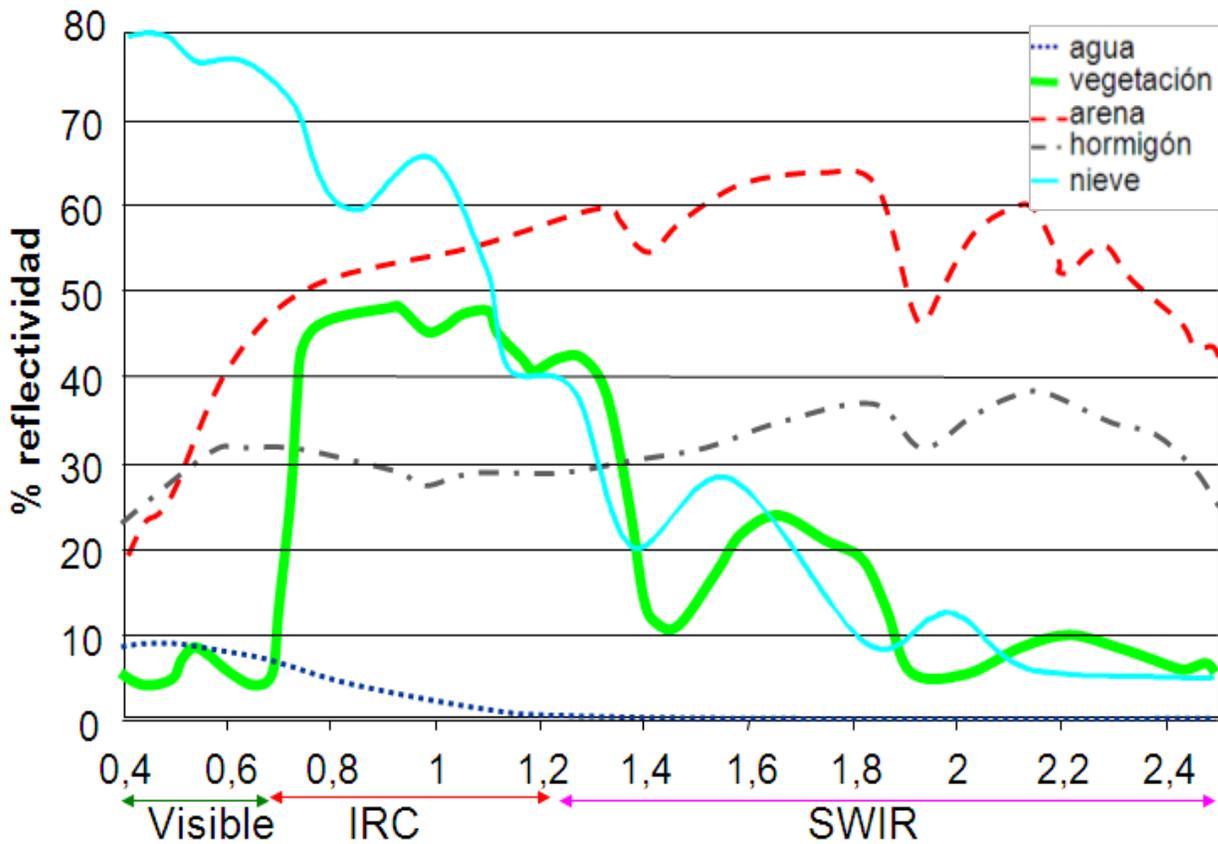
Mediante teledetección óptica sólo son reconocibles los fenómenos que cambian la manera de reflejar-emitir la energía electromagnética

Espectro electromagnético

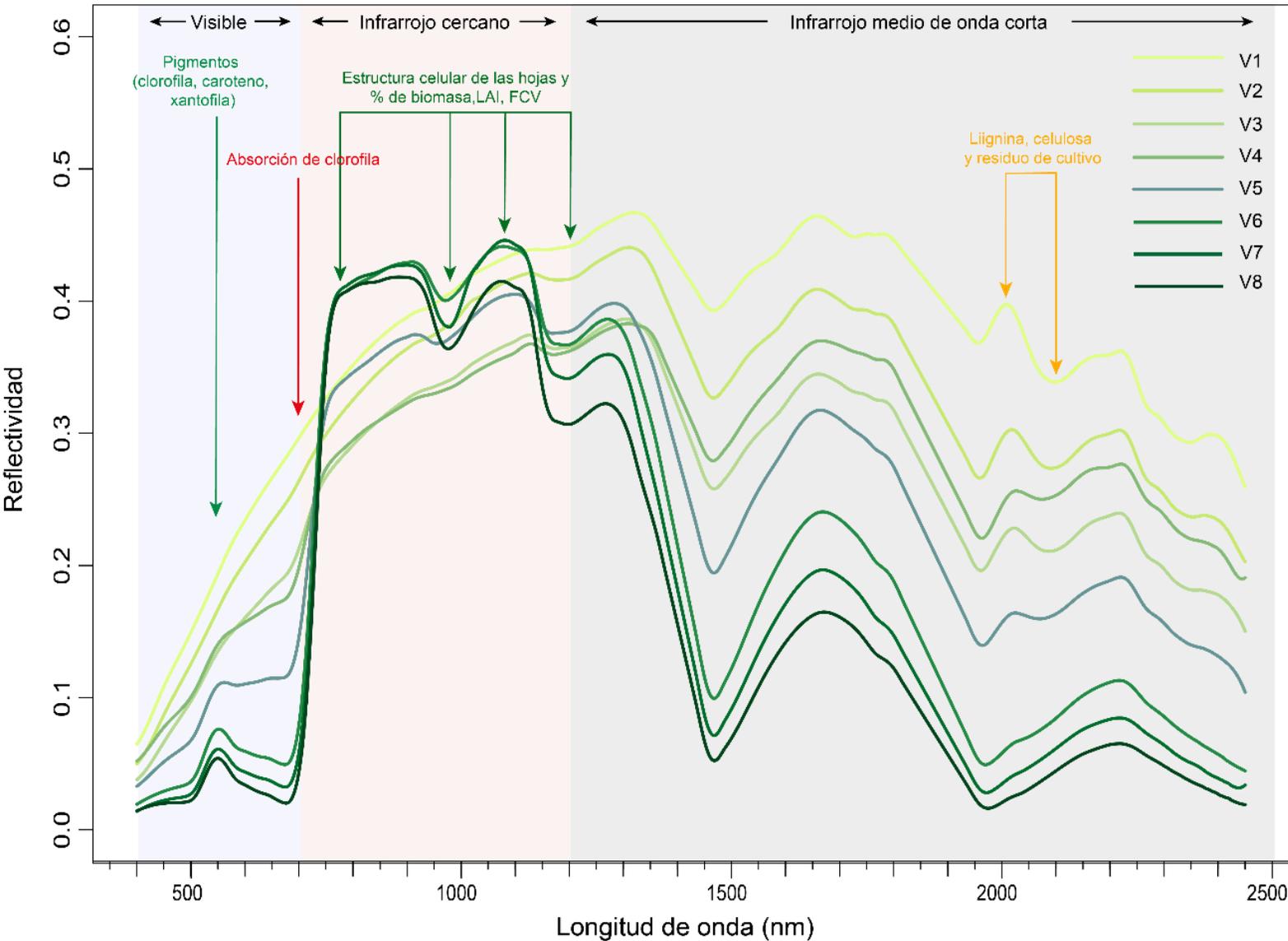


Bandas espectrales

Signatura espectral



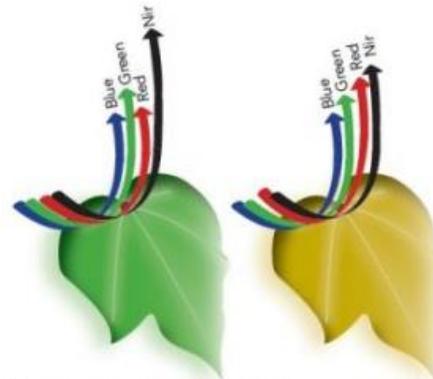
Respuesta espectral del maíz



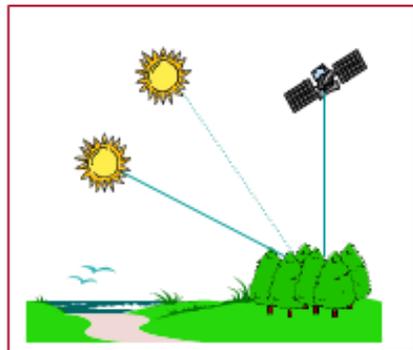
Tesis doctoral de Pérez Cardiel (2022)



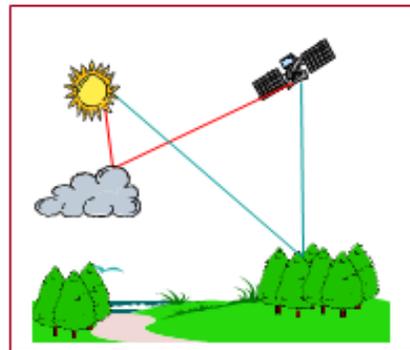
Variaciones en la cobertura del suelo, \Rightarrow cambios VIS, NIR y T^a contenido en clorofila y daños celulares



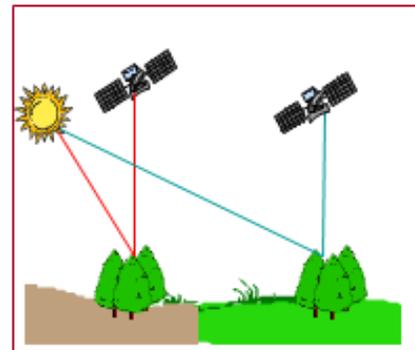
Factores que modifican la respuesta espectral de las cubiertas



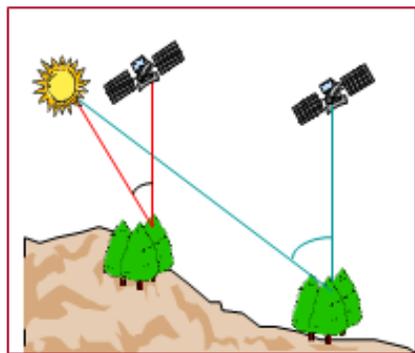
Ángulo de elevación solar



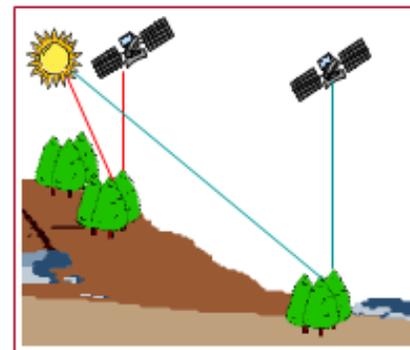
Condiciones atmosféricas



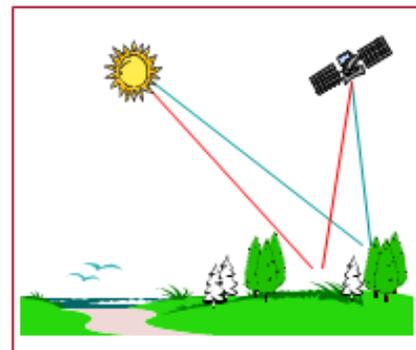
Sustrato edáfico



Pendiente



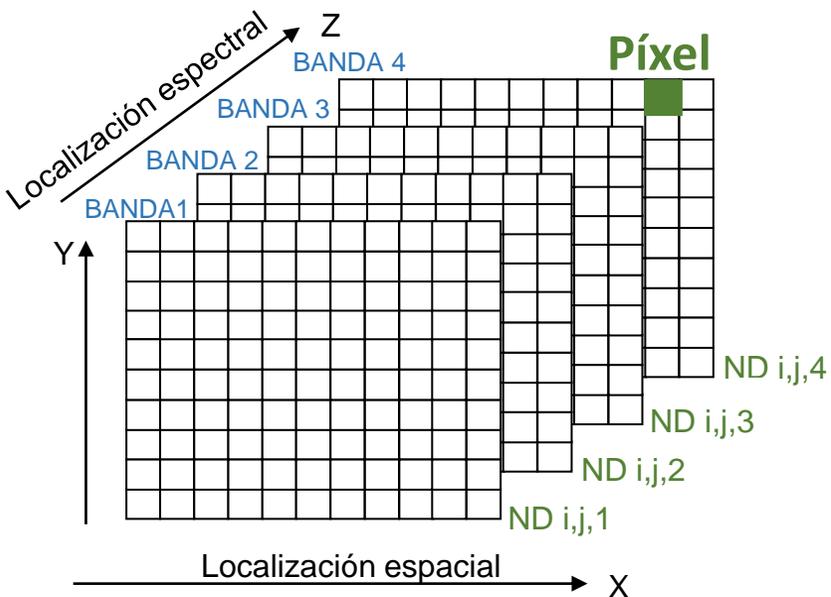
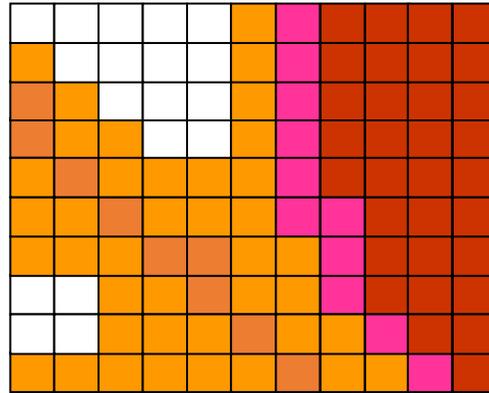
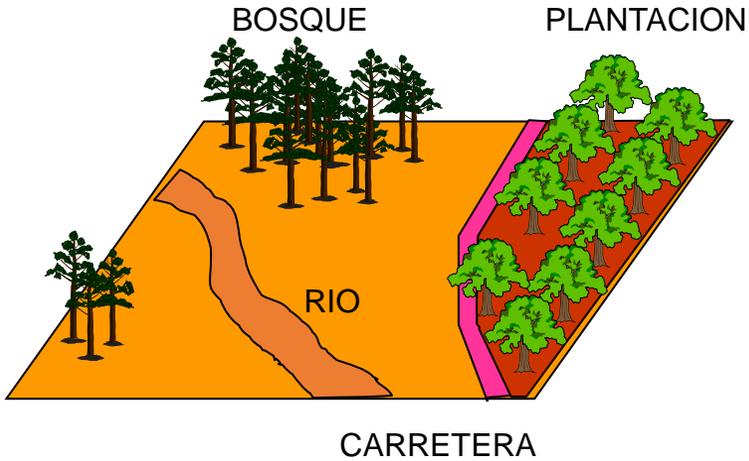
Orientación de las laderas



Variaciones en la cubierta

Relieve

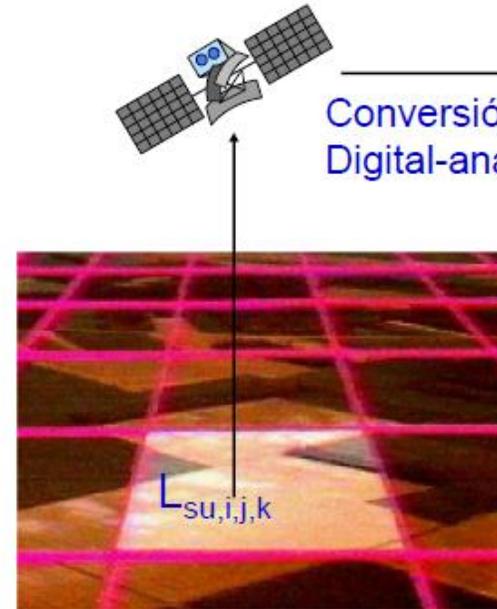
¿CÓMO ES UNA IMAGEN DE SATÉLITE?



170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Nivel digital

CONVERSIÓN A UNIDADES FÍSICAS



Conversión Digital-analógica

$$\begin{matrix} B1 & 23 \\ B2 & 45 \\ B3 & 87 \\ \dots & \dots \\ Bn & 16 \end{matrix} \quad ND_{i,j,k}$$

$$L_{sen,i,j,k} = f(ND_{i,j,k})$$

Radiancia sensor

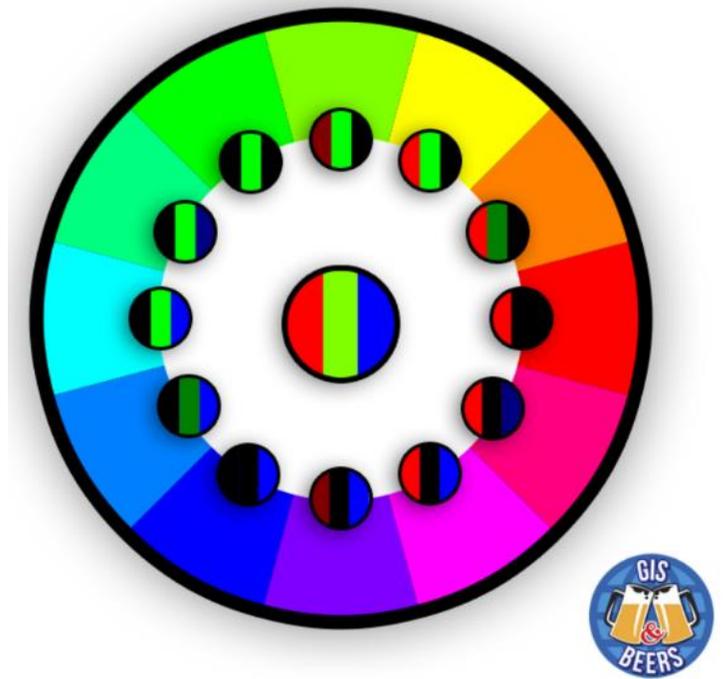
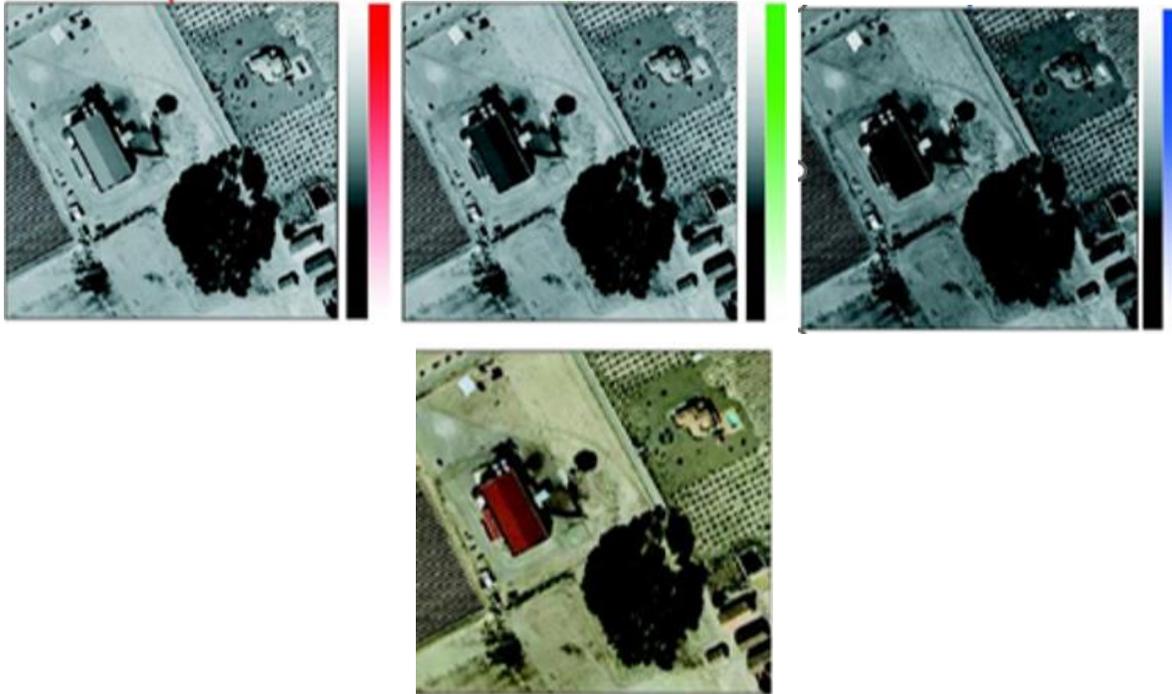
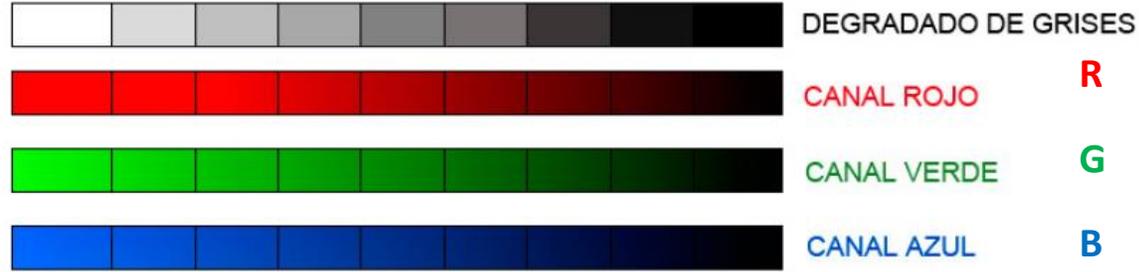
Radiancia superficie

Modelo simplificado

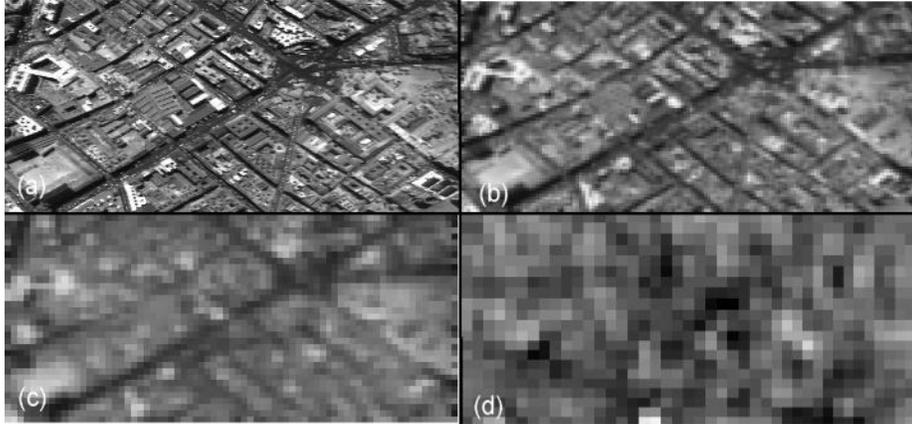
$$\rho^*_k = \frac{K\pi L_{sen,k}}{E_{0,k} \cos \theta_i}$$

Reflectividad

Visualización

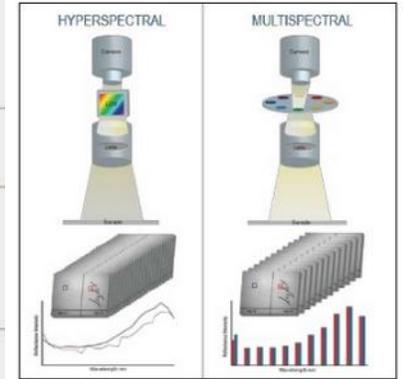
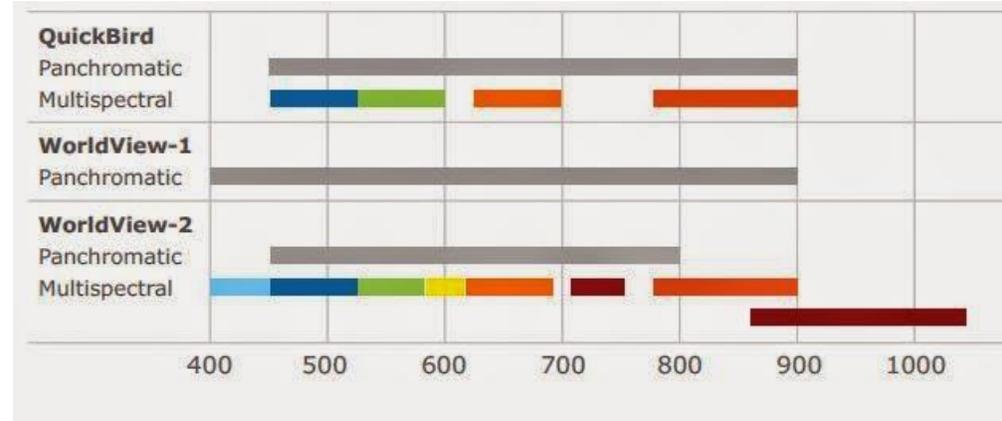


Espacial



(a) 1 m; (b) 5 m; (c) 10 m; (d) 30 m

Espectral



Radiométrica

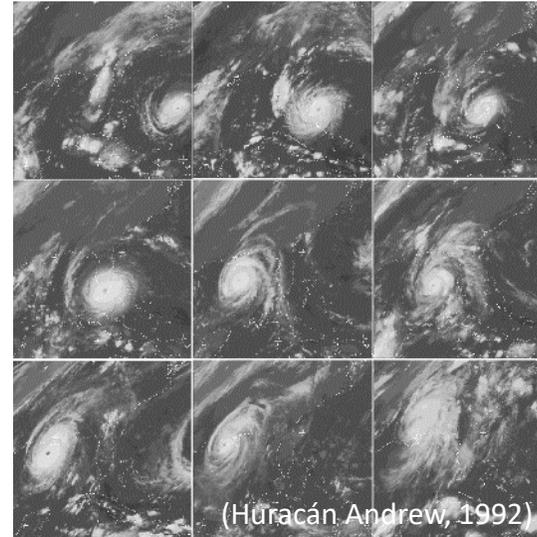


11 bits: 2048

8 bits: 256

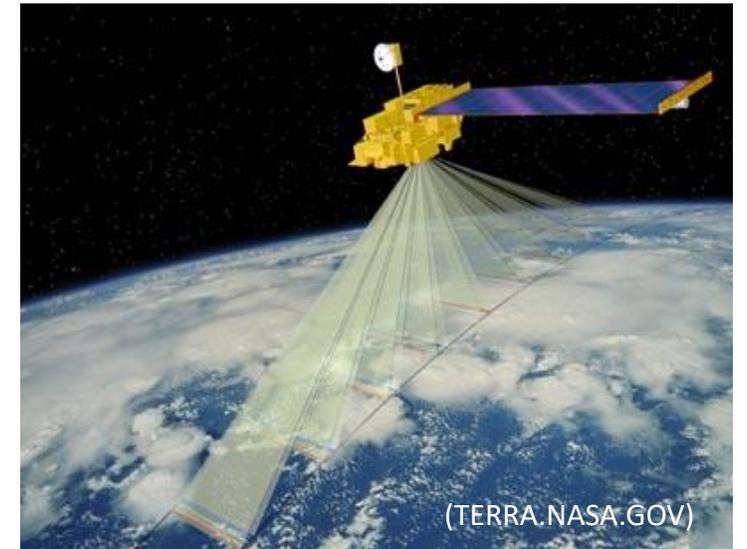
(Cortesía Indra-Espacio)

Temporal



(Huracán Andrew, 1992)

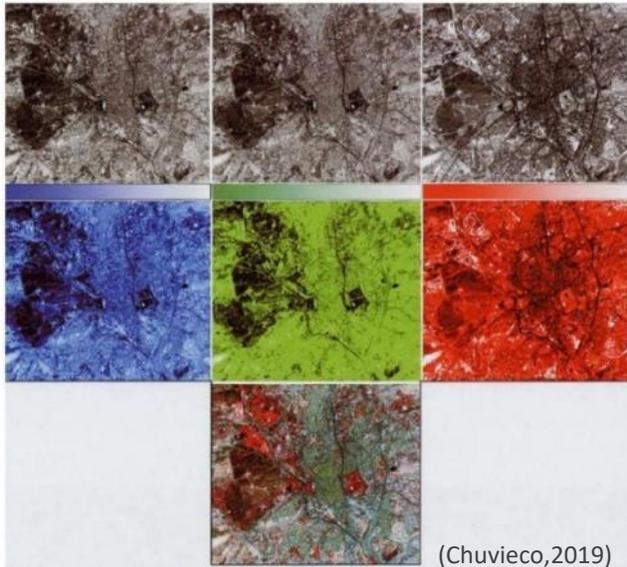
Angular



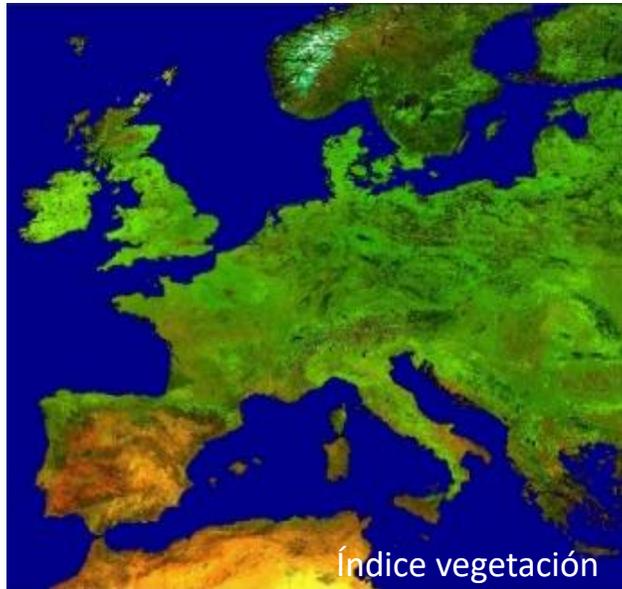
(TERRA.NASA.GOV)

¿QUÉ INFORMACIÓN PODEMOS EXTRAER DE LAS IMÁGENES?

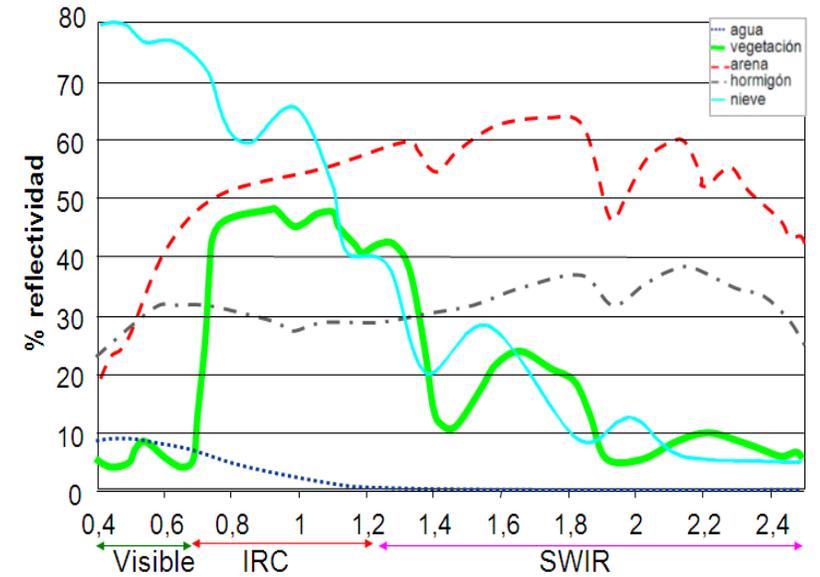
Composiciones color



Combinaciones y transformaciones



Firma espectral



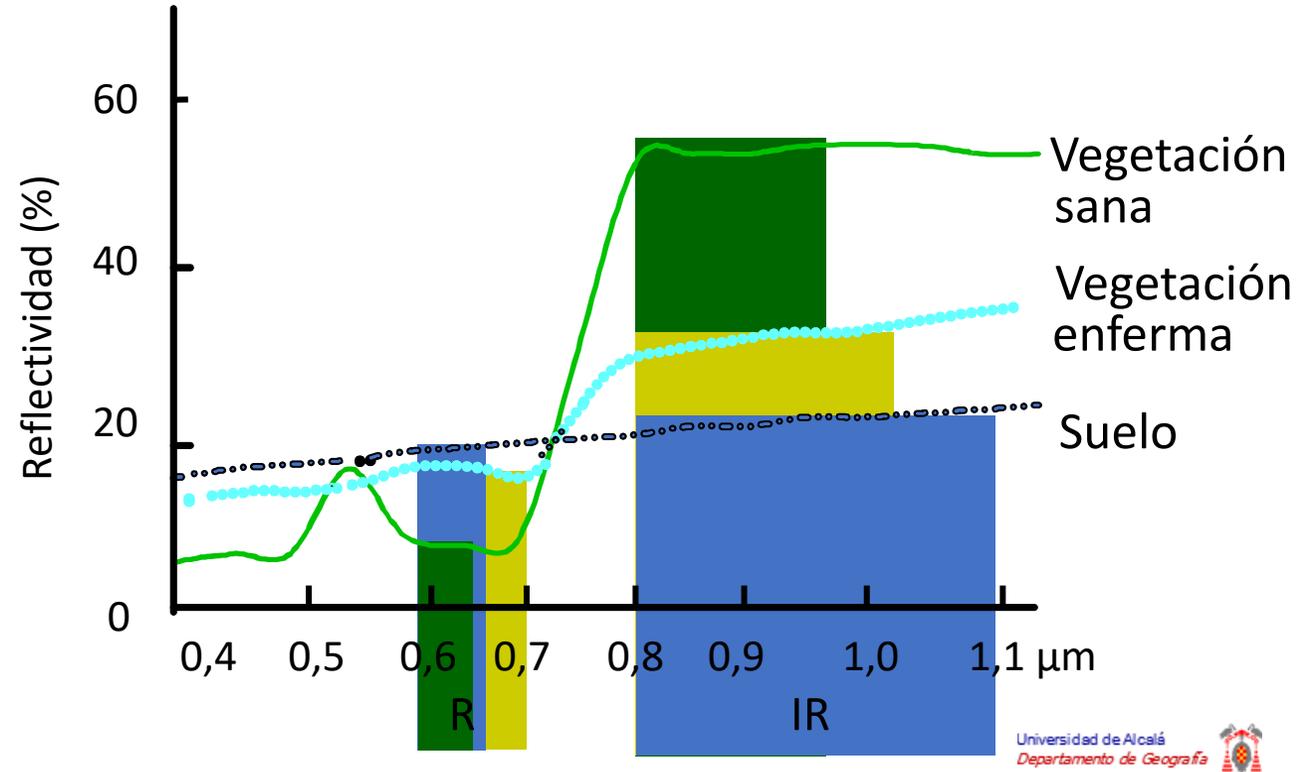
Análisis visual

Tratamiento digital

CATEGORIZACIÓN

Índices de vegetación

- El **90%** de la **información** relativa a la **vegetación** está contenida en las bandas del **R** del **IRC**
- Están relacionados con:
 - Porcentaje de cubierta verde
 - Biomasa aérea
 - Índice de área foliar
 - Clorofila y otros pigmentos de la hoja
 - Contenido en agua ...



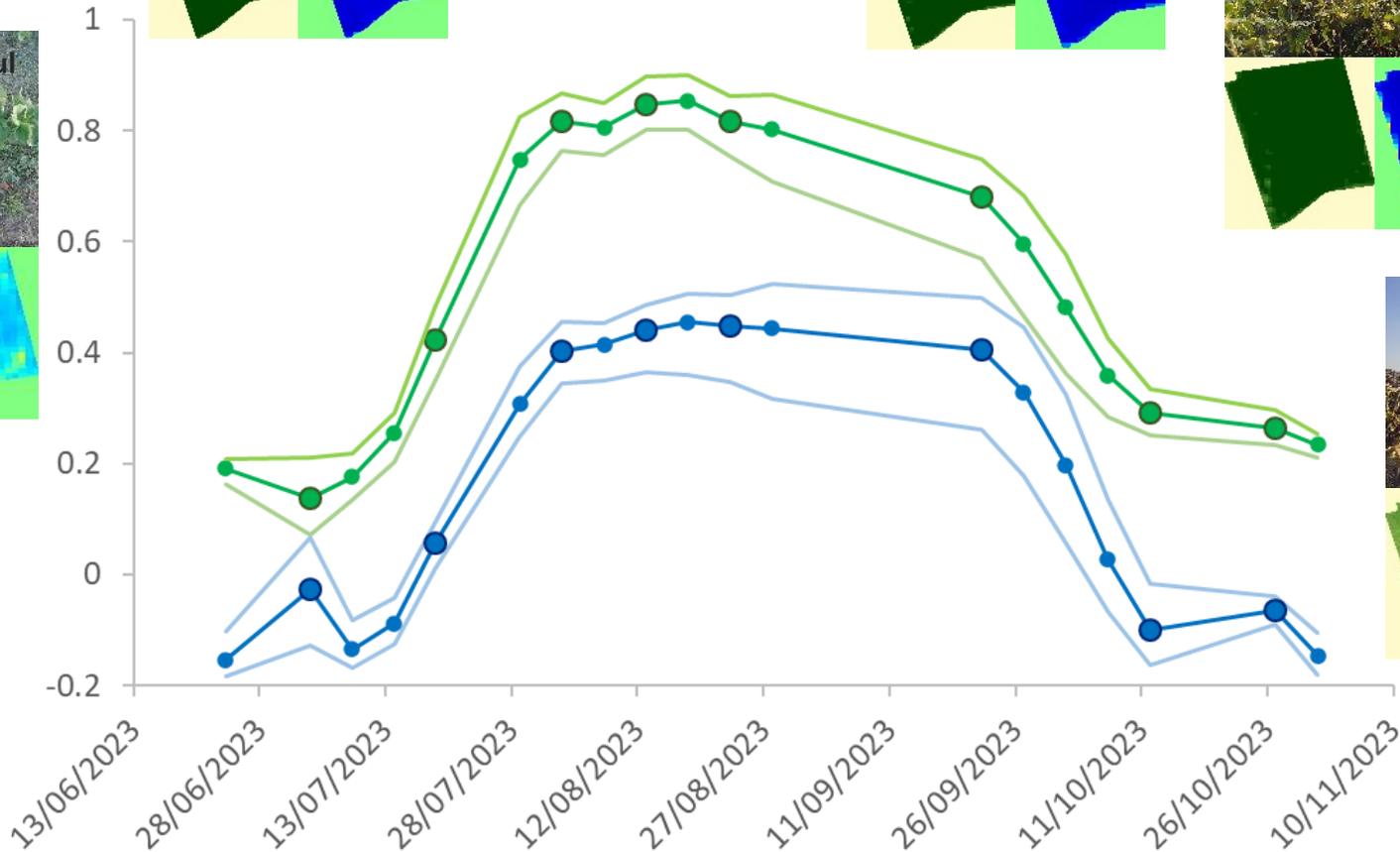
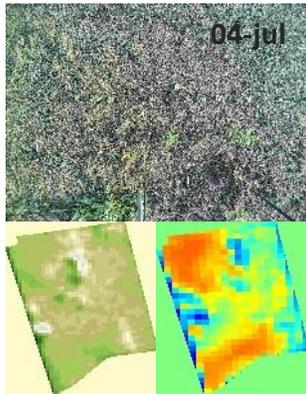
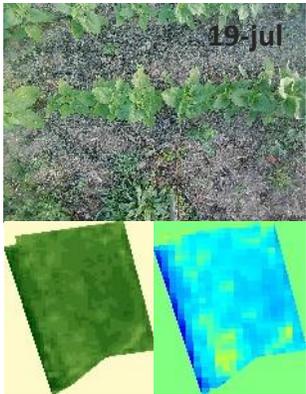
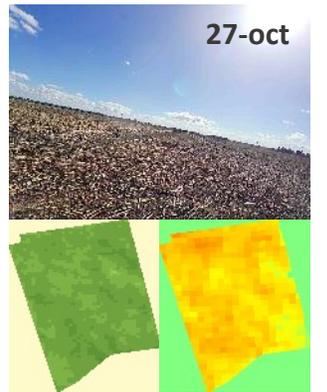
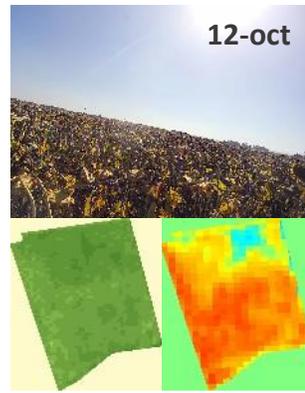
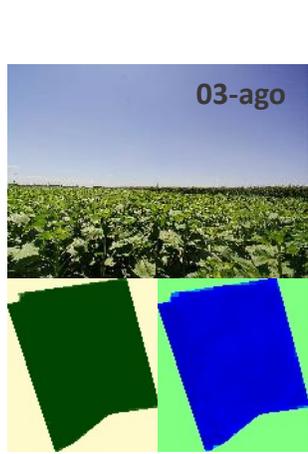
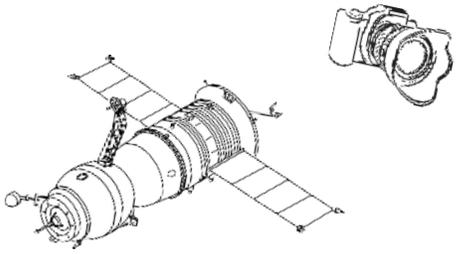
- Algunos índices

Estructurales
SR, NDVI, SAVI, OSAVI

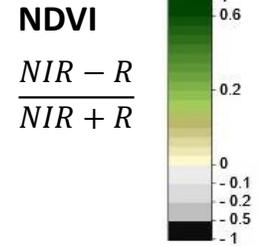
Pigmentos
MCARI, TCARI, TVI, ZTM

Contenido Agua
NDWI3, SRWI, PWI

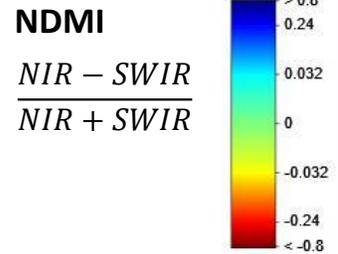
<https://www.indexdatabase.de/>
<https://custom-scripts.sentinel-hub.com/>



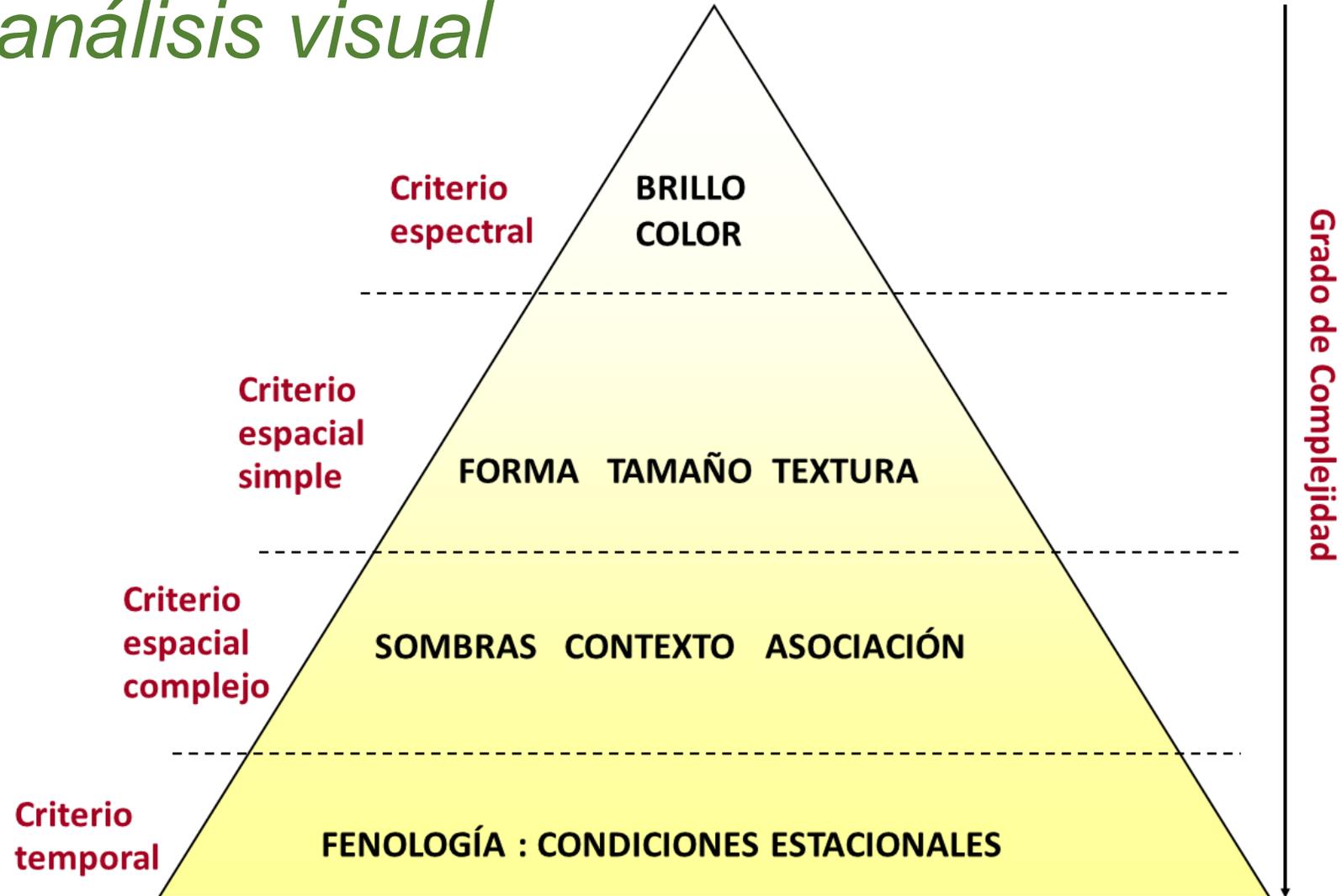
Vegetación



Humedad

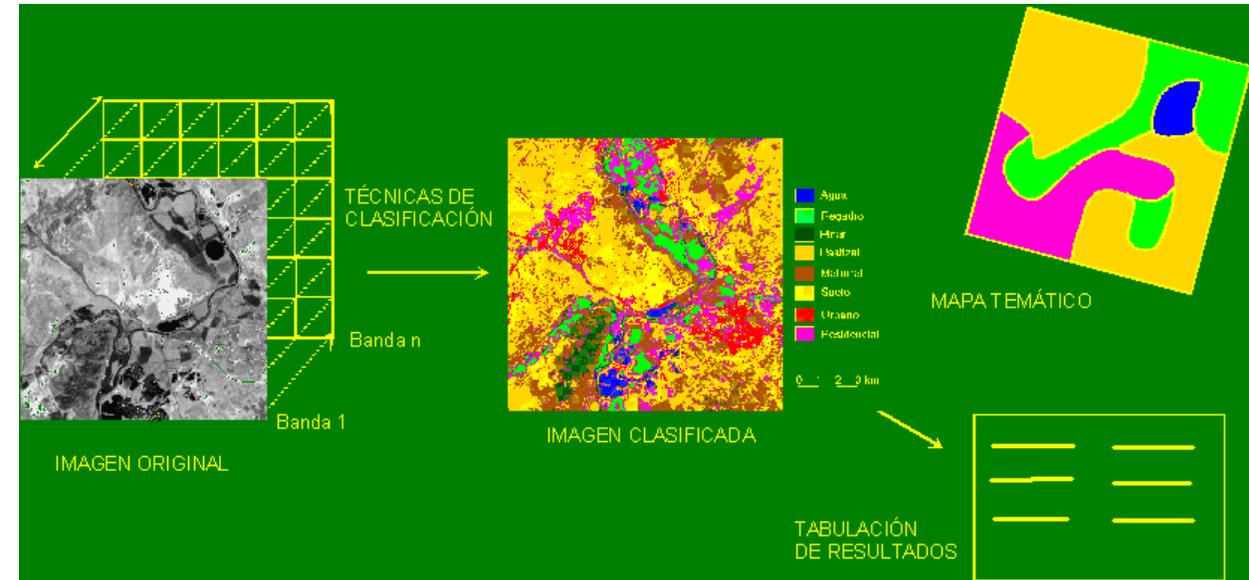


Criterios de análisis visual



Clasificación digital

- Por píxel o por objetos
- Tipos de clasificación
 - supervisados
 - no supervisados
 - mixtos
- Métodos de asignación del píxel a cada categoría
 - No estadísticos: mínima distancia, paralelepípedos
 - Estadísticos clásicos: máxima probabilidad
 - Algoritmos basados en inteligencia artificial: clasificación contextual, lógica borrosa, redes neuronales, árboles de decisión



ANÁLISIS



- Espacial
- Multitemporal
- Hiperespectral
- Detección de cambios
- Estadístico
- ...

Identificación y cuantificación

Relaciones con parámetros biofísicos y bioquímicos: empíricas, modelos, validación....

Algunos recursos didácticos de introducción a la teledetección

- *La teledetección: descubriendo el territorio invisible* (video)
Grupo de investigación GEOFOREST-IUCA de la Universidad de Zaragoza
<https://www.facebook.com/100057523115395/videos/299954220422565/>
- *Video ¿Qué es la Teledetección?* (video)
Instituto Geográfico Nacional
<https://www.facebook.com/IGNSpain/videos/qu%C3%A9-es-la-teledetecci%C3%B3n/2202396153212015/>
- *Video Teledetección: La Observación de la Tierra desde el Espacio* (video)
UNED/UAH 2011
<https://educatel.web.uah.es/?q=content/video-introductorio-de-teledeteccion>
- *Guía didáctica de Teledetección y Medio Ambiente*
Javier Martínez-Vega y Pilar Martín. Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC.
http://www.aet.org.es/files/guia_teledeteccion_medio_ambiente.pdf
- *Curso de Introducción a la Teledetección*
Emilio Chuvieco. Educatel.
<https://educatel.web.uah.es/?q=content/curso-de-introducci%C3%B3n-la-teledetecci%C3%B3n>

Taller

Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel 2

En esta presentación se han utilizado recursos gráficos obtenidas de:

- Chuvieco E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones Rialp, Madrid.*
- Chuvieco, E, 2010. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. Editorial Ariel, Barcelona.*

*M^a Auxiliadora Casterad
acasterad@cita-aragon.es*

Taller

Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel 2



PRESENTACIÓN

M^a Auxiliadora Casterad y Ana Garcés

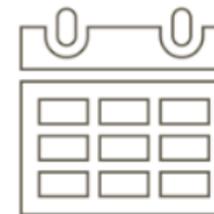
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
AGROALIMENTARIA DE ARAGÓN

¿Qué es BIODIVERSA?

AGROALNEXT
Plan complementario de I+D+i de Agroalimentación con CCAA



Aragón, Asturias, Extremadura, La Rioja, Murcia, Navarra, Valencia



Desde 01/09/22 hasta 30/07/25



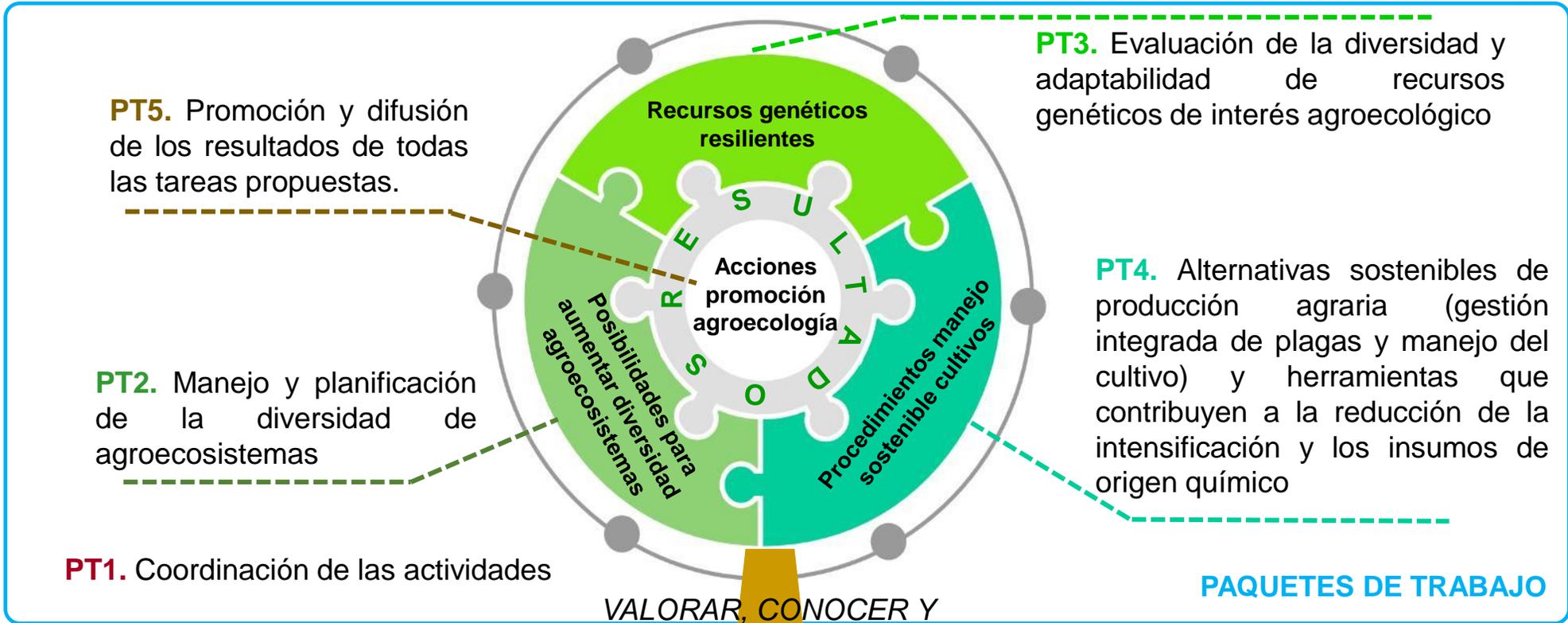
Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU




Biodiversa
Sistemas agrícolas biodiversos y resilientes.

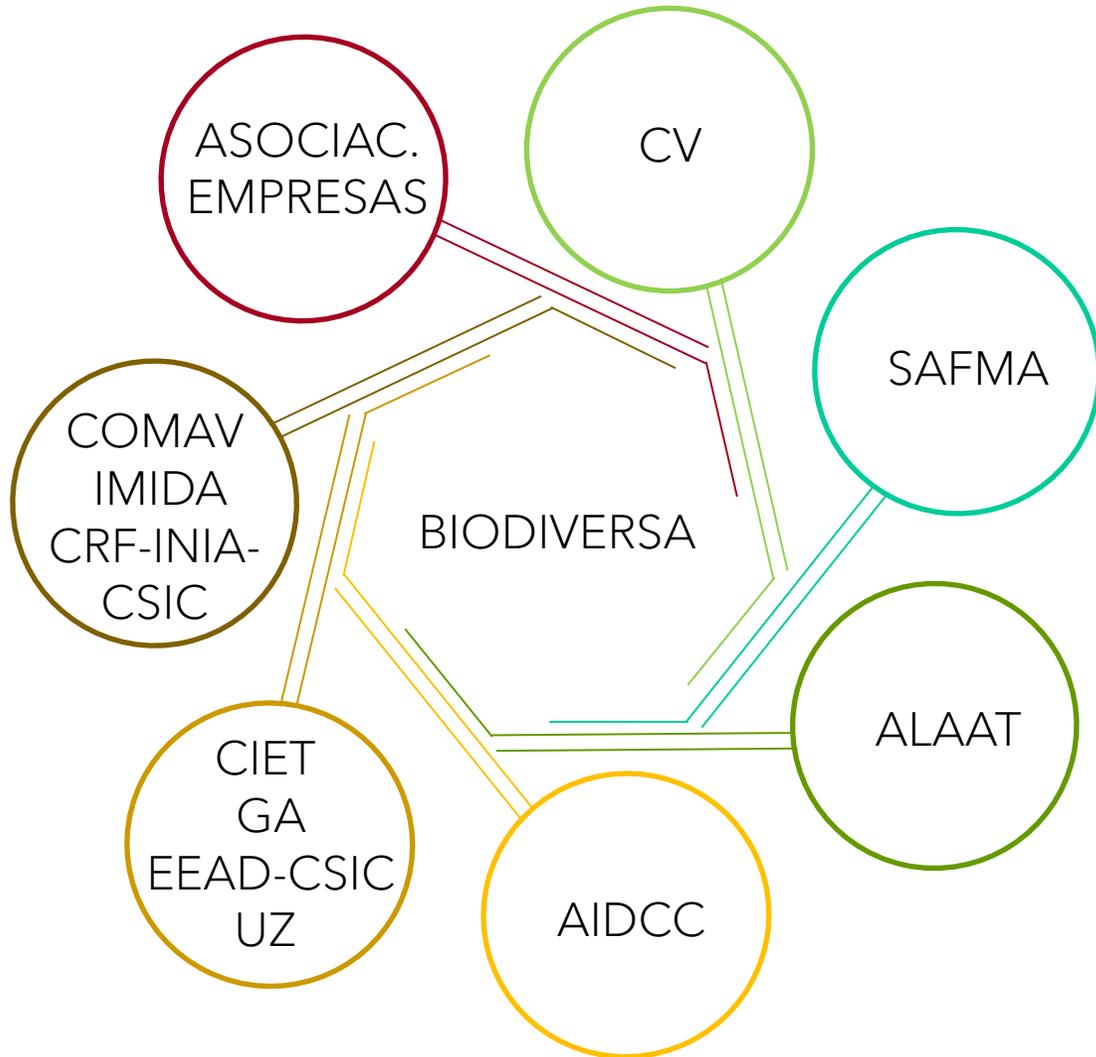

Sos.suelo
Evaluación de la calidad del suelo en diferentes agroecosistemas y determinación de indicadores para un manejo sostenible.


anaram
Sistemas de producción ganadera en Aragón y resistencias antimicrobianas que afectan a la salud humana.



¿Quiénes somos?

- 7 Asociaciones o Empresas del sector: APISTAR, PIRINEA, KIMITEC, IDAI NATURE, AFRUCCAS, Viveros Mariano Soria y Tulare
- 3 Entidades públicas nacionales: COMAV-UPV, BAGERIM-IMIDA, CRF-INIA-CSIC
- 4 Entidades públicas de Aragón: Centro de Investigación y Experimentación en Truficultura, Centro de Transferencia del GA, EEAD-CSIC y Dept. Geografía y Ordenación de Territorio - UZ



- CITA**
17 investigadores de los Departamentos de Ciencia Vegetal y de Sistemas Agrícolas, Forestales y Medio Ambiente, junto con 20 miembros de los respectivos departamentos
 - 2 investigadoras del Área de Laboratorios y Análisis y Asistencia Tecnológica
 - 3 miembros del Área de Información, Documentación y Cultura Científica
- 42 personas*

¿Y la teledetección?

PT4. Alternativas sostenibles de producción agraria y herramientas que contribuyen a la reducción de la intensificación y de los insumos de origen químico

T4.5. Demostración de las posibilidades y beneficios de la teledetección en el manejo de los cultivos

Objetivo: Acercar la **teledetección** al sector y mostrar sus posibilidades ante un **manejo óptimo de los cultivos**

- *Ayudar al usuario no especializado a familiarizarse con la teledetección*
- *Facilitar la adquisición de conocimientos básicos para su aplicación*
- *Dar a conocer casos prácticos de utilización*



Auxi Casterad, Mónica Guillén y
Rosa Gómez del Dpto. SAFMA
Marta Carracedo del AIDCC

Raquel Montoiro



Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza

¿Qué actividades se van a hacer?



- **Taller** de Introducción a la teledetección y al manejo de Sentinel Hub –EO Browser
- **Guía didáctica** de Teledetección y manejo de cultivos



Aumento de **conocimientos, posibilidades, expectación y aptitud** en el uso de la teledetección para **el fomento de su integración** en el manejo de los cultivos

¿En qué va a consistir el taller?



The screenshot shows the Copernicus Browser interface. On the left, there's a search bar and a list of layers including NDVI, False color (urban), Moisture index, SWR, NDWI, NDSI, and Scene classification map. The main area displays a satellite image of a field with a red and brown color scheme. An inset shows a false-color image of the same field. A time-series graph titled 'Sentinel-2 L2A - 3_NDVI' shows NDVI values from 2018 to 2020, with a peak in summer and a trough in winter. The graph has tabs for '5 years', '2 years', and '1 year'. The x-axis shows dates: 20. Oct 18, 8. Jun 19, 26. Jan 20, 13. Sep 20.

Sacar partido de forma sencilla a las imágenes de satélite



PARTE I: Introducción a la teledetección

Para conocer algo más la teledetección y adquirir unas nociones básicas para poder utilizarla



PARTE II: Taller práctico con Copernicus Browser

Para aprender a interpretar y sacar información de las imágenes

Taller Explorando los cultivos y su entorno con el satélite Sentinel 2