

TERCER SEMINARIO TEMÁTICO



La geomática aplicada a la Agricultura de Riego



Sensores remotos en la agricultura: Evolución y tendencias

Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata

12 de noviembre de 2020



Contenido

- Conceptos
- Desarrollo histórico del uso de satélites en agricultura
- Aplicaciones del uso de sensores remotos en agricultura
- Tendencias (Drones y servicios)

Geomática



1970 →

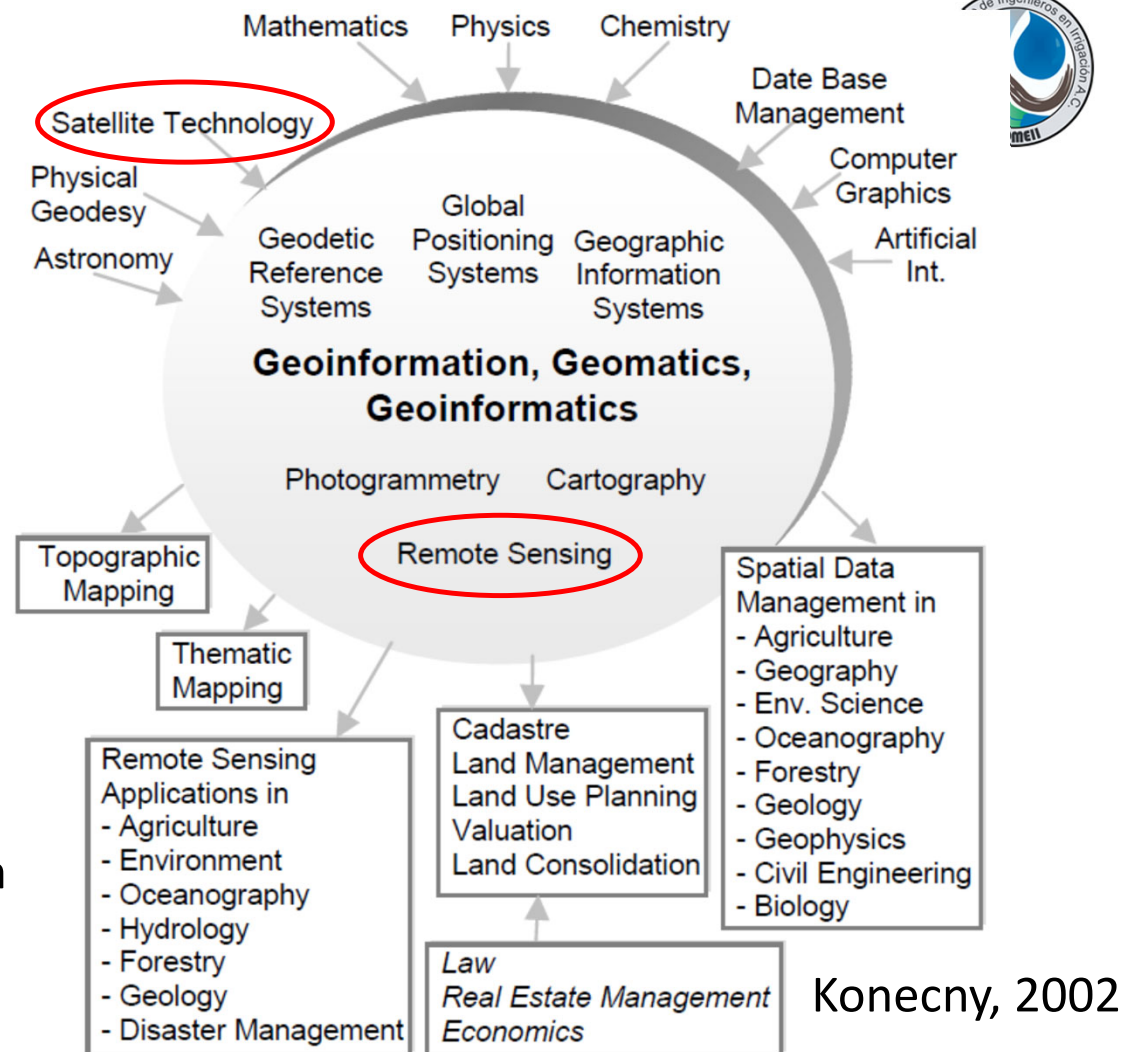
Mapeo asistido por ordenador

1990 →

SIG, análisis espacial

2002 →

Medición espacial con nuevas tecnologías de captación, tratamiento, almacenamiento y difusión de datos geográficos



Agricultura de Precisión



AGRICULTURA TRADICIONAL
Campos agrícolas son homogéneos
No se considera variabilidad espacial y temporal

Agricultura de precisión



AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Objetivo: Manejo de la variabilidad espacial y temporal de variables determinantes para la producción

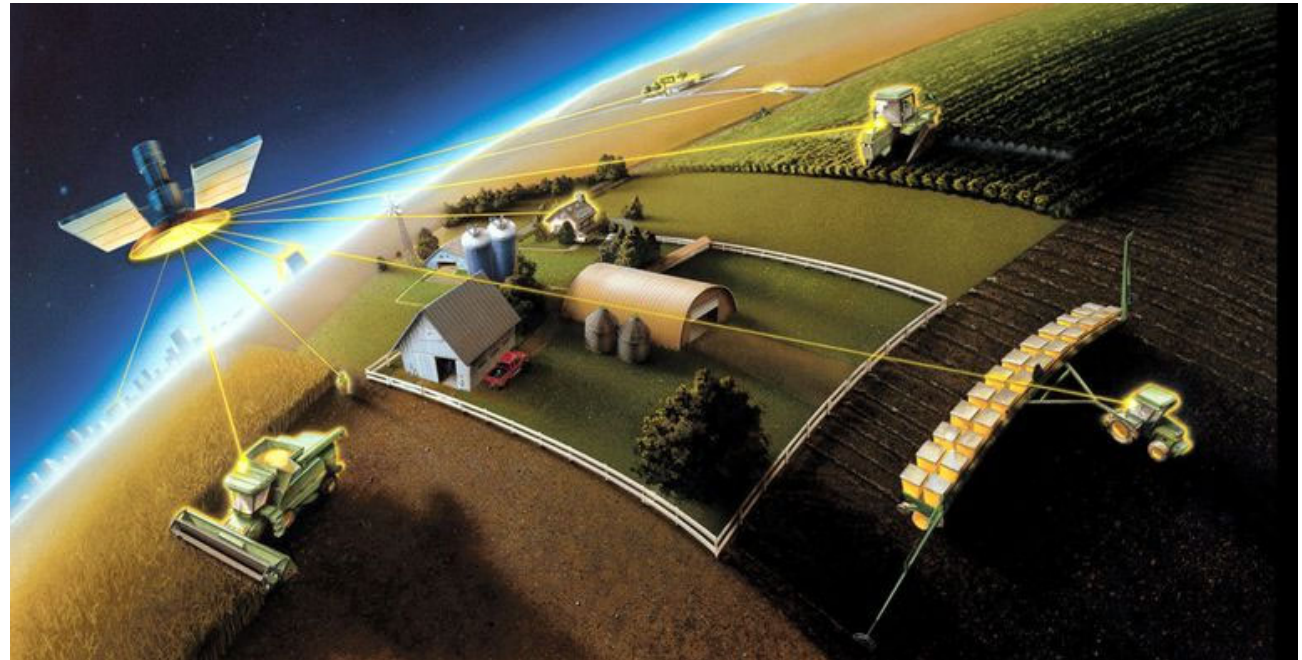
Principio: Aplicar la cantidad adecuada de insumos, en el momento adecuado y lugar exacto

Herramientas:

1. Tecnologías de información
2. Electrónica y Robótica
3. Drones
4. **Sensores remotos**
5. Sistemas de Posicionamiento (GPS)

Ventajas AP

- Menor costo de producción
- Incremento de la producción
- Menor impacto ambiental
- Mayor beneficio económico
- Mayor sostenibilidad



Agricultura de precisión



Sensores Remotos



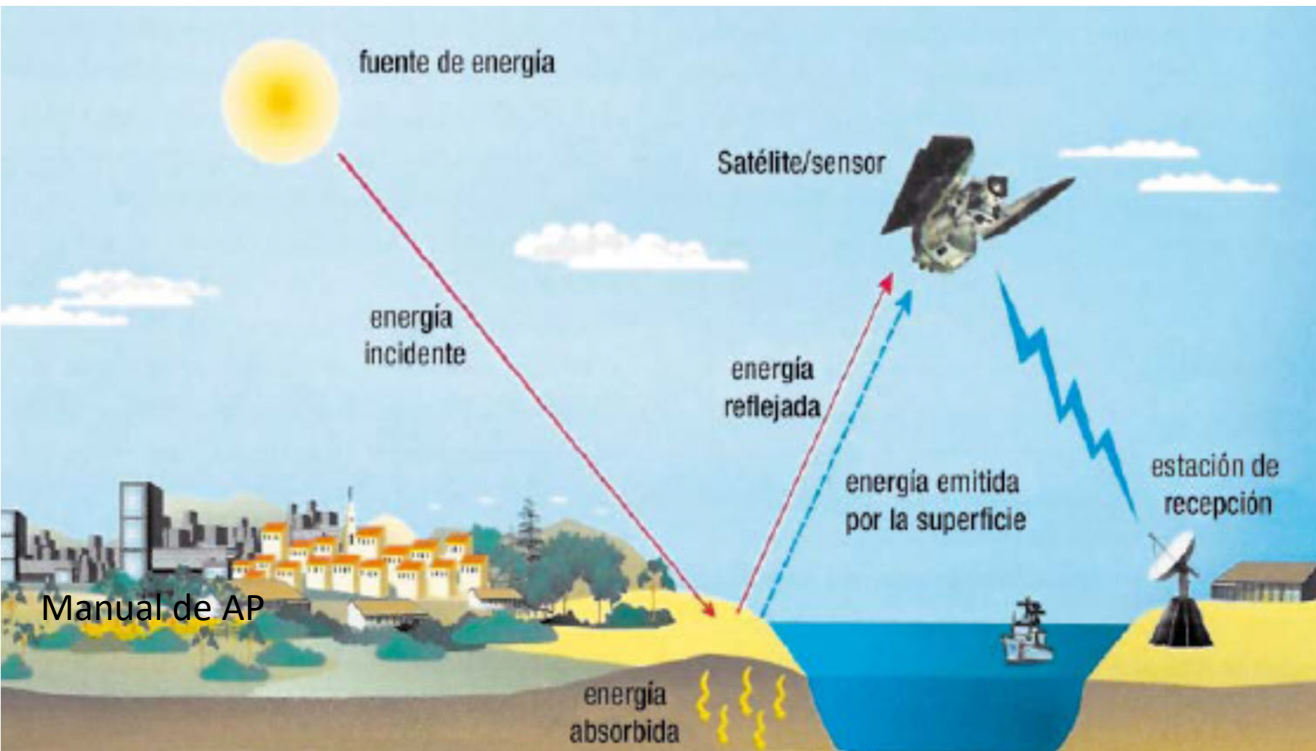
Principio de percepción remota

Satélites



Drones

Portátiles

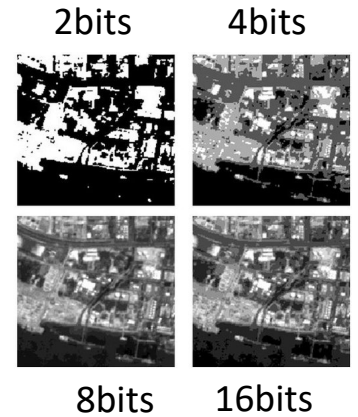
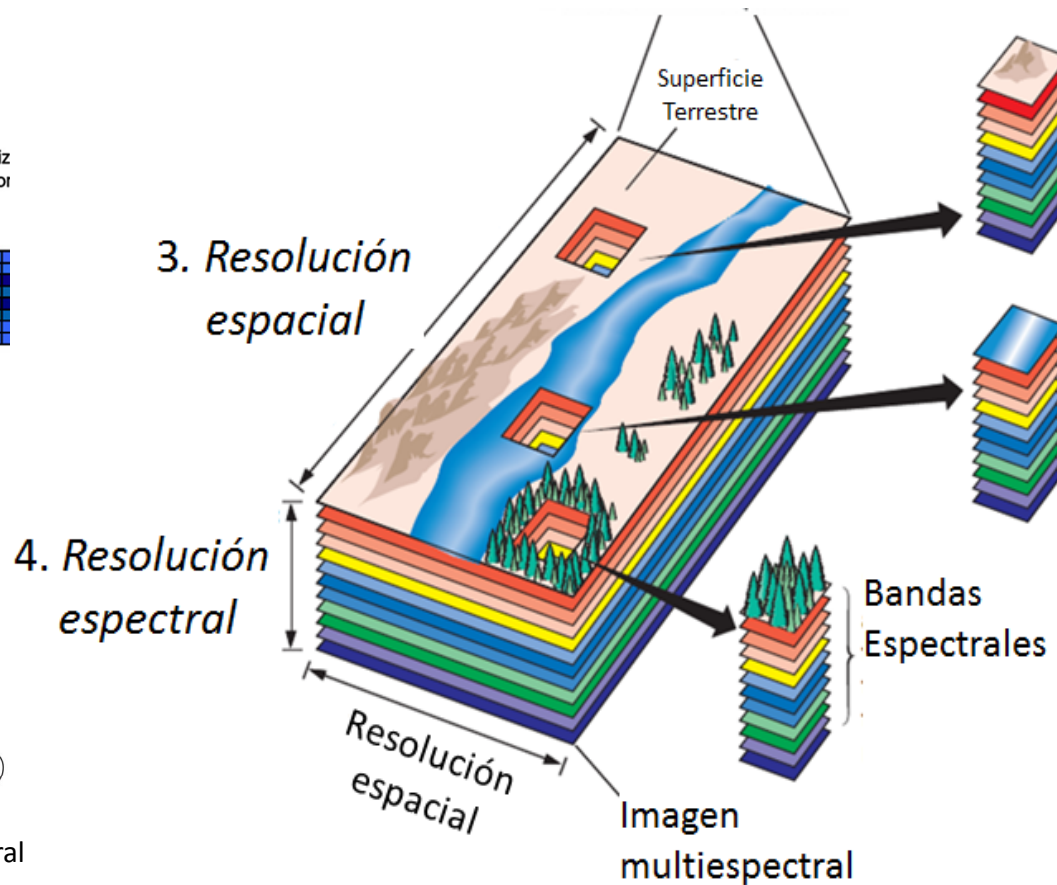
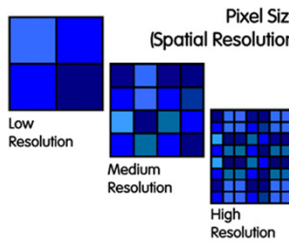


Sensores Remotos

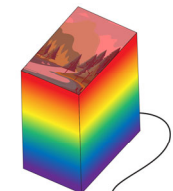
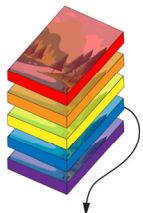
Sensores remotos



1. Resolución radiométrica
2. Resolución Temporal

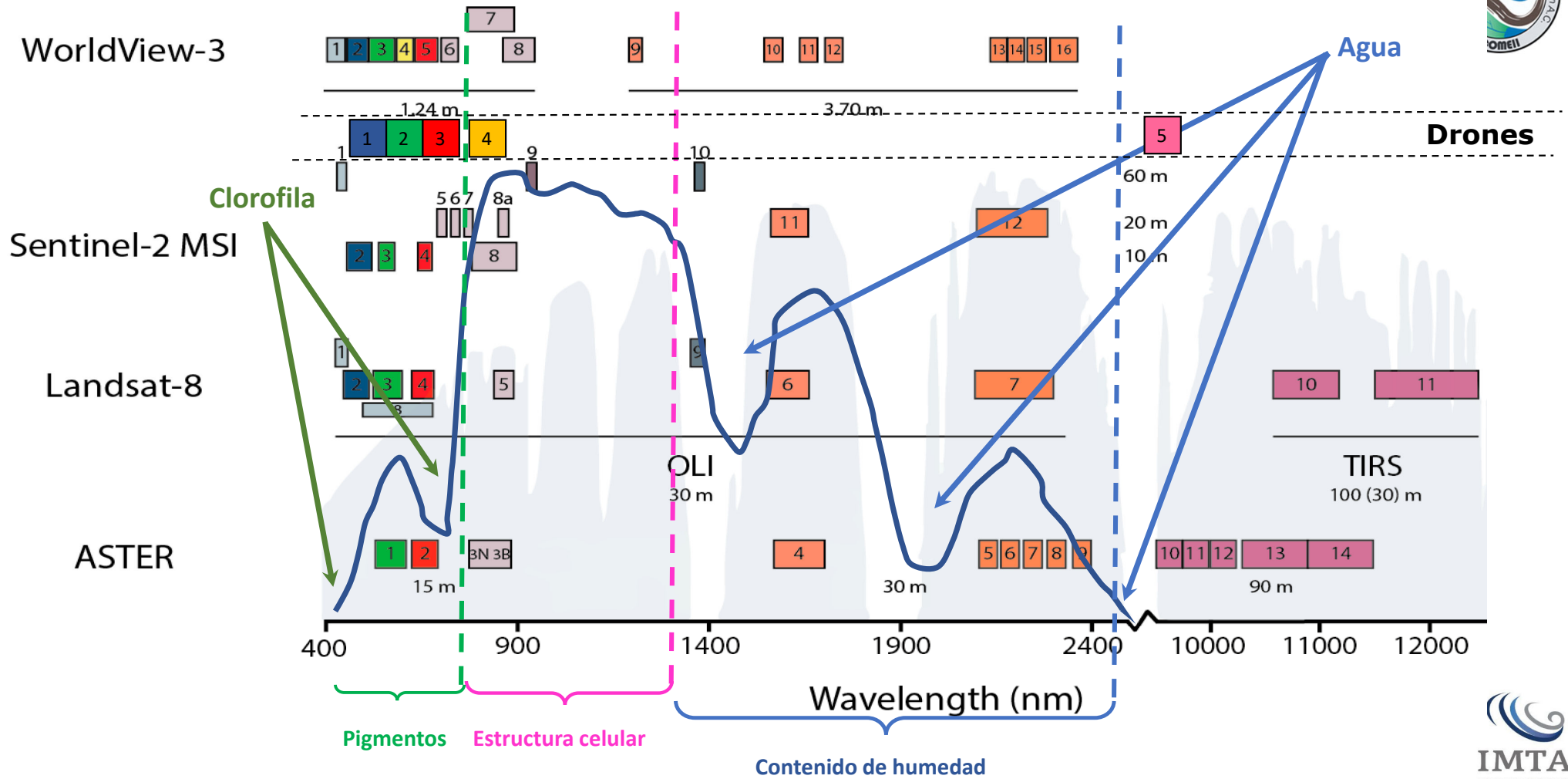


Multiespectral



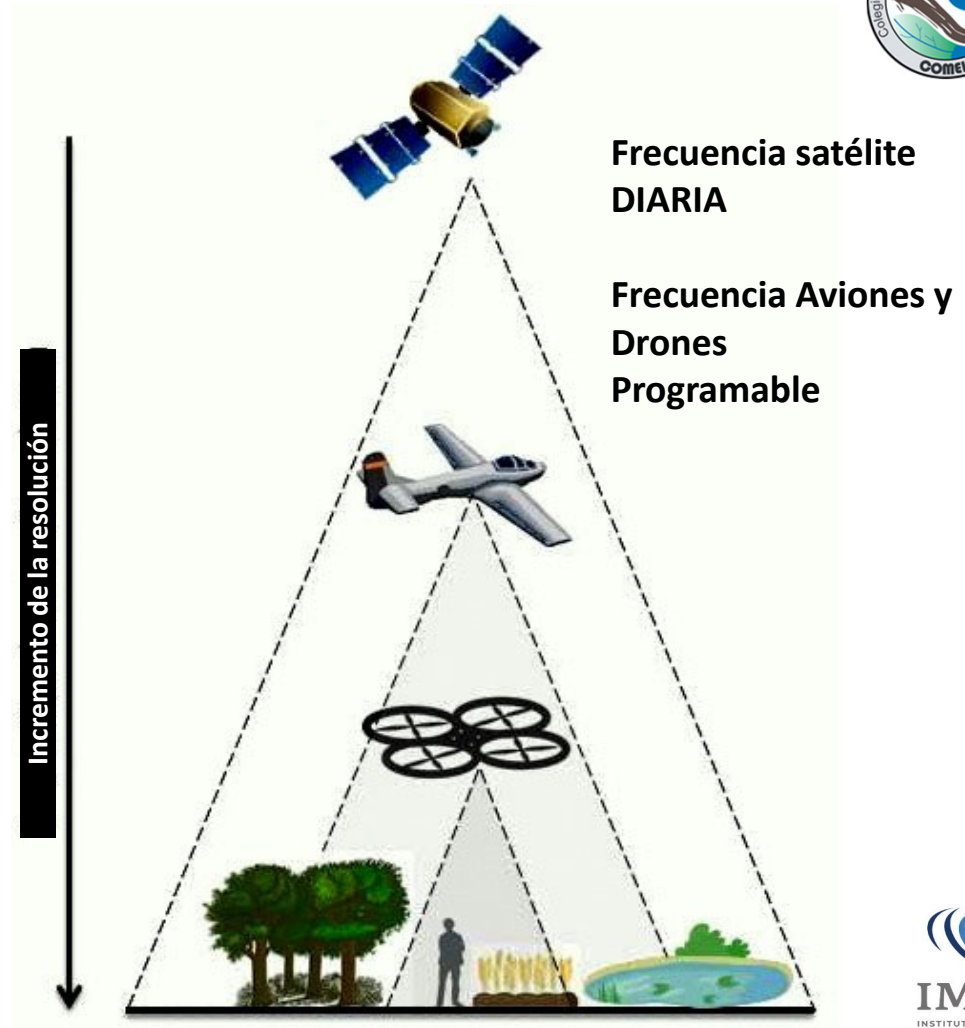
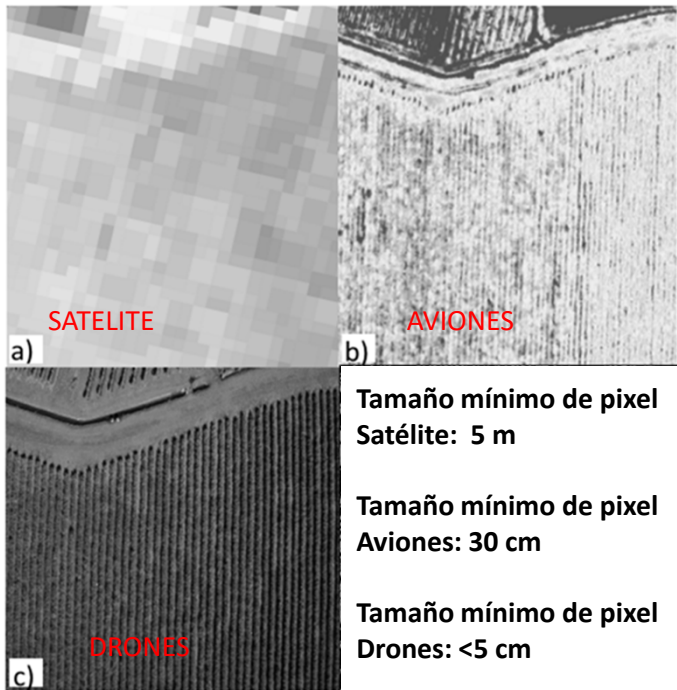
Hiperespectral

Características Espectrales



Sensores remotos

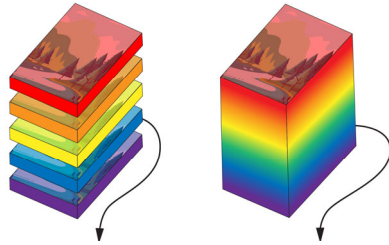
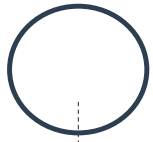
Diferentes plataformas para sensores remotos



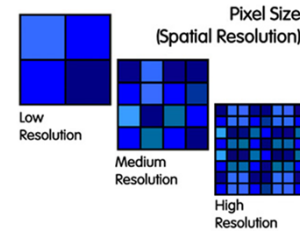
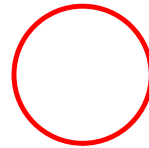
Tendencia del uso de sensores remotos en agricultura



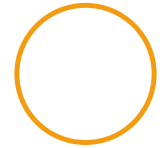
Lanzamiento de satélites de Obs. Terrestre



Incremento de la Precisión



Mejora de los métodos de análisis



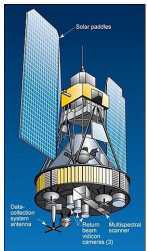
1970-1980

1980-1990

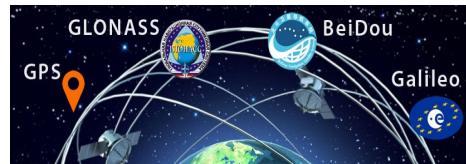
1990-2000

2000-2010

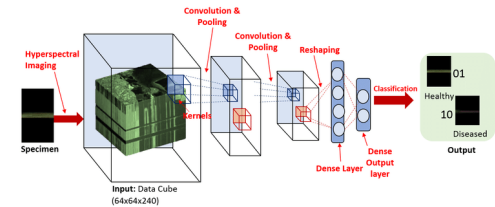
2010-
Presente



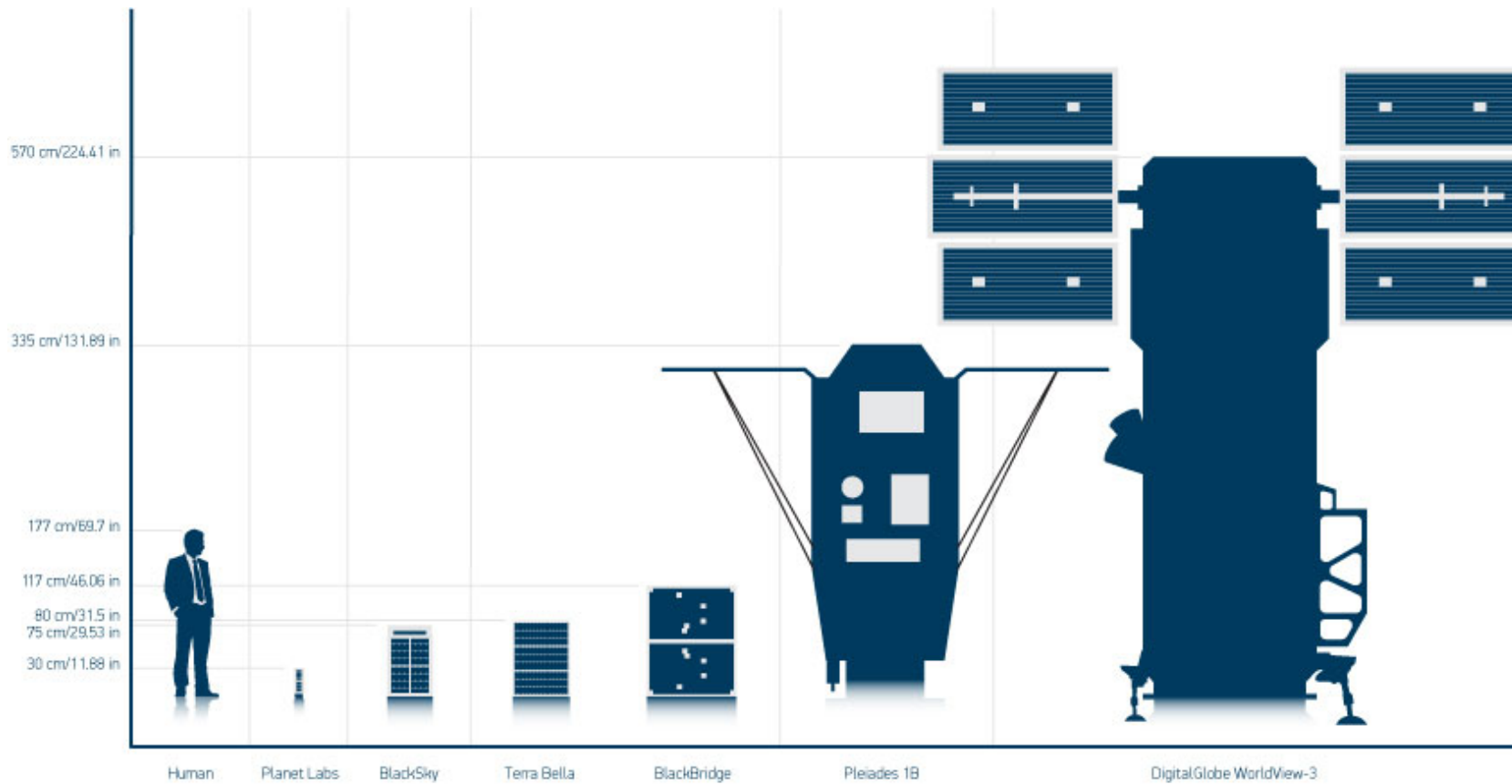
Incremento de la Resolución espectral



Incremento de la Resolución espacial

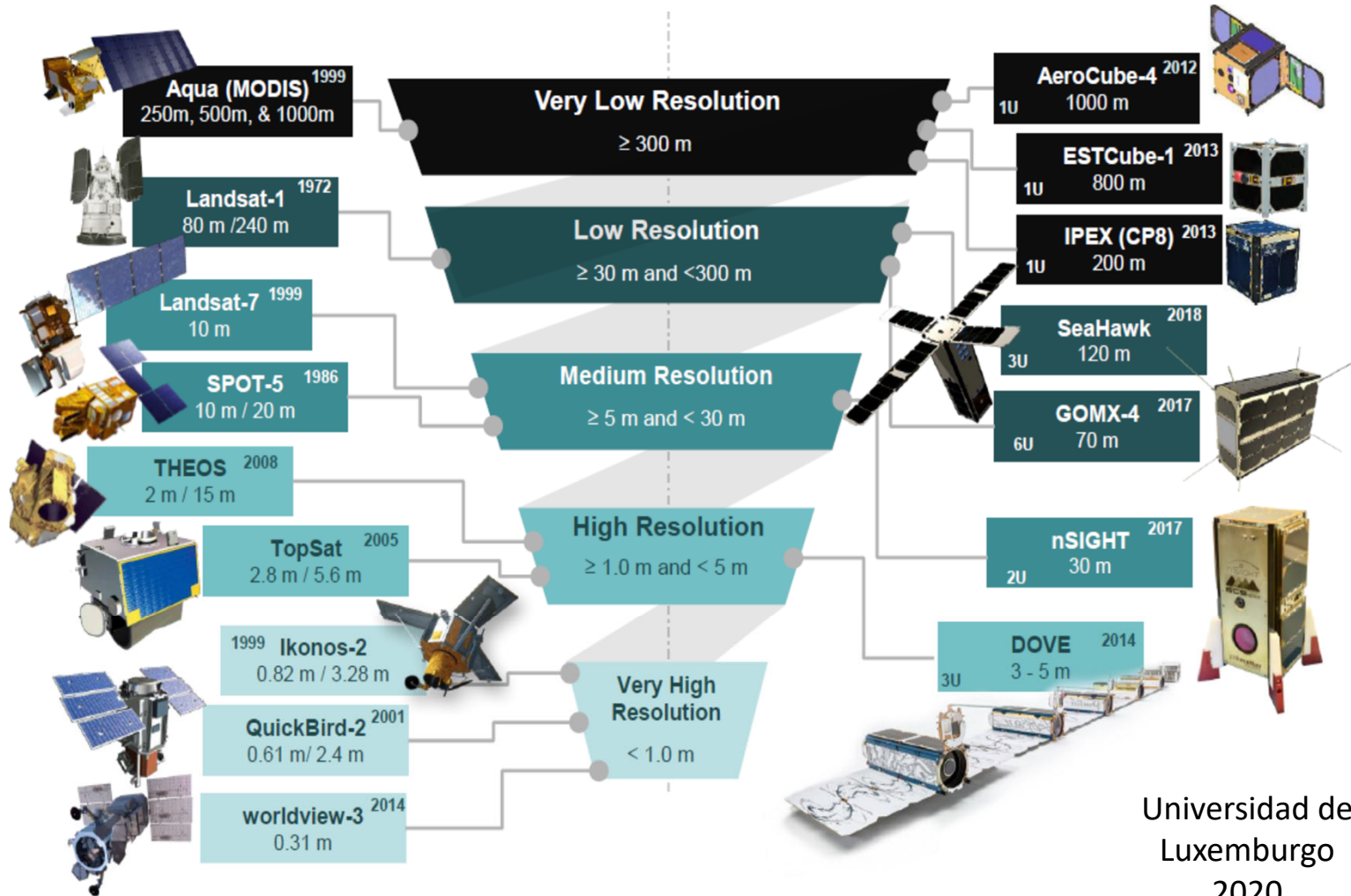


Última generación de satélites



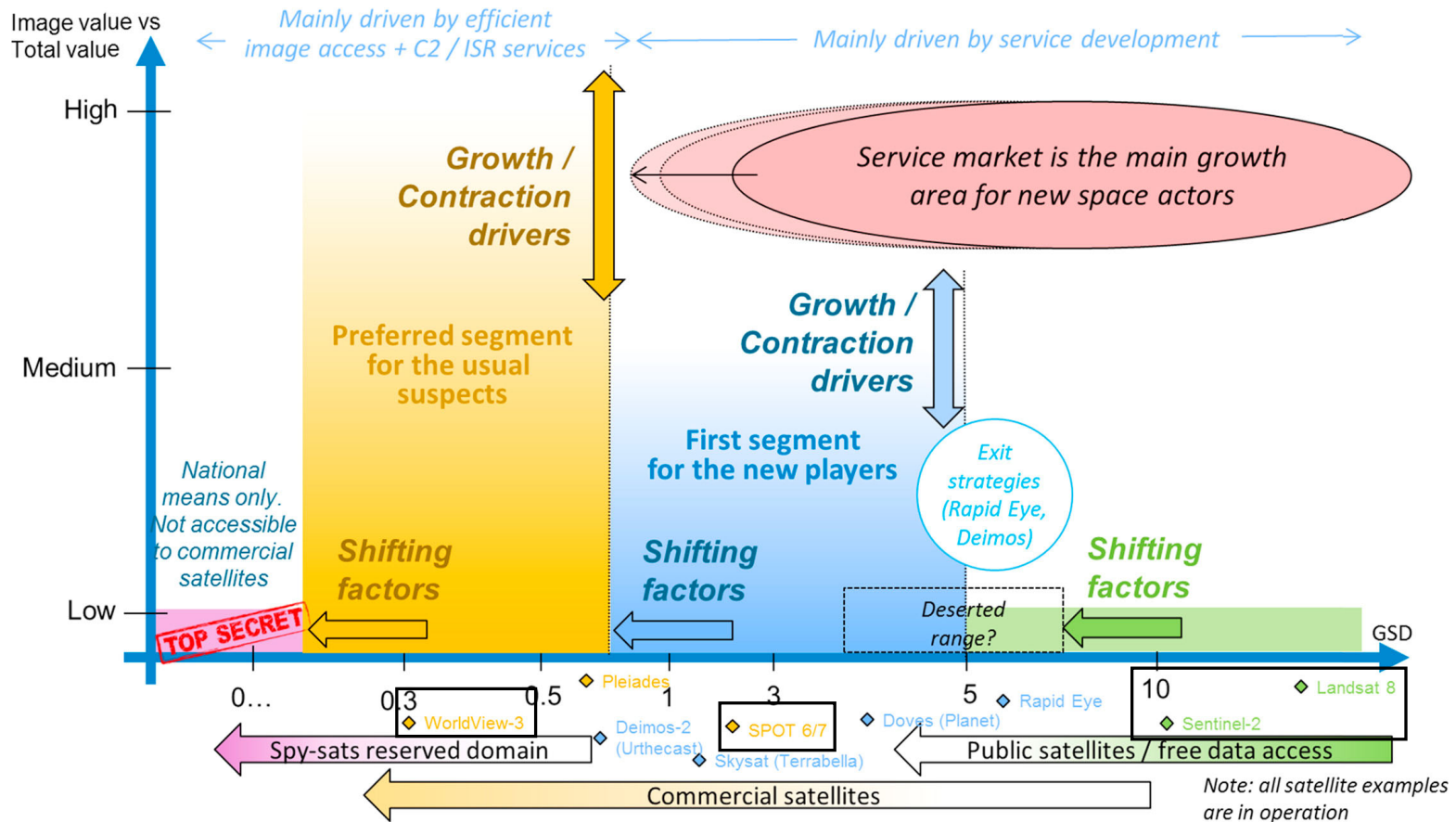
Maxar, 2020

Satélites convencionales y Cubesats



Universidad de
Luxemburgo
2020

Tendencias del uso de satélites



Evolución de la información generada por satélites de observación terrestre (Denis et al., 2017)

Satélites en agricultura

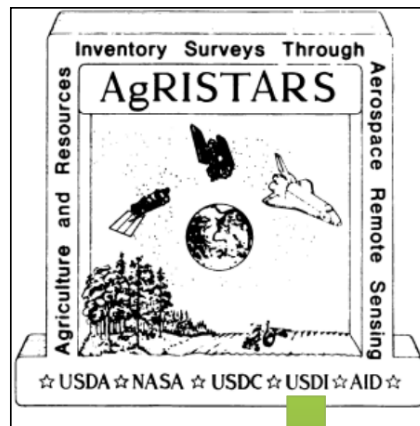


Monitoreo cultivos



Crecimiento de cultivos y rendimiento
LANDSAT

1970



Datos de maíz, soya, trigo y algodón
LANDSAT y NOAA-6

USA, Rusia, Canadá, Brasil, China, India, Australia

1980-1990



Estimación de superficie, rendimiento y producción de granos, oleaginosas y algodón

GLOBAL

1990-Actualidad

Satélites en agricultura



Levantamiento de cultivos en Europa a gran escala



1989

Integración de variables biológicas con sensores remotos



1999

Cambios en el paisaje y uso de suelo con muestreo en ciertas áreas

LUCAS
Land use and land cover survey



2001

Satélites en agricultura



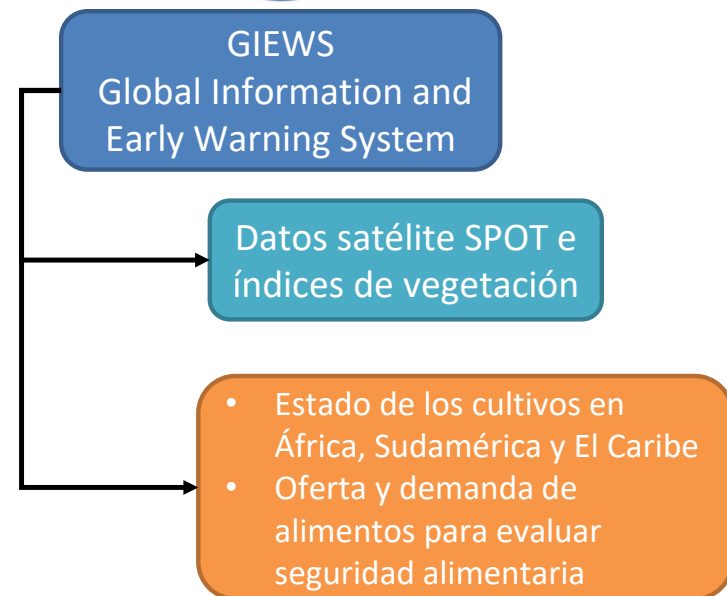
- Otras aplicaciones:



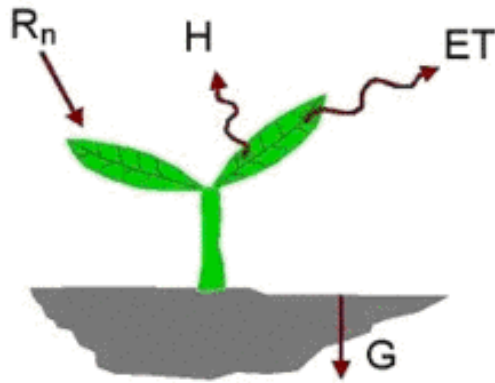
CropWatch bulletin
QUARTERLY REPORT ON GLOBAL CROP PRODUCTION

	CropWatch <ul style="list-style-type: none">• Global Crop Monitoring System
	DroughtWatch <ul style="list-style-type: none">• Drought monitoring system
	ETWatch <ul style="list-style-type: none">• Evapotranspiration monitoring system

www.cropwatch.com.cn



CÁLCULO DE ET A PARTIR DE IMAGENES SATELITALES



Donde:

$$R_n = G + H + \lambda ET \quad [W \cdot m^{-2}]$$

R_n : Es el flujo de radiación neta

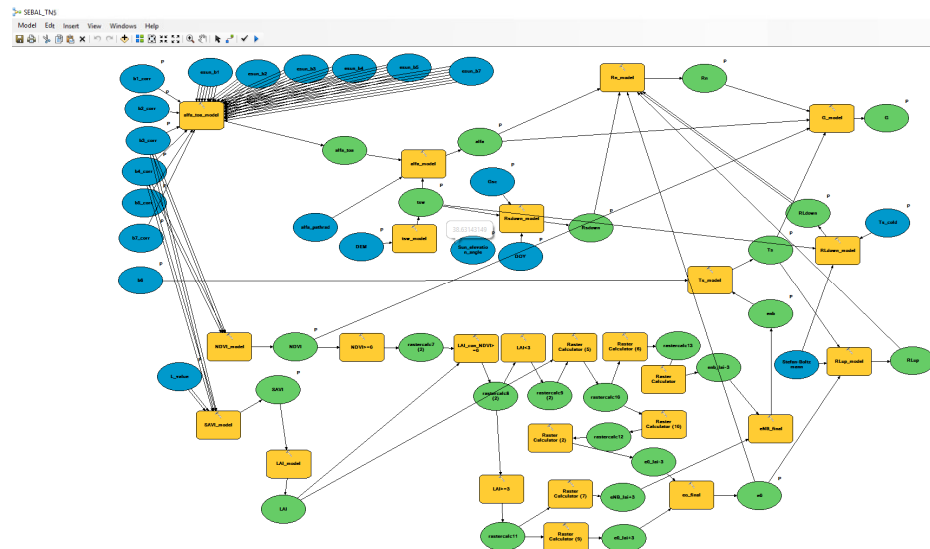
G : Densidad de flujo de calor del suelo en la superficie

H : Densidad de flujo de calor sensible

λET : Densidad de flujo de calor latente o energía latente consumida por la ET

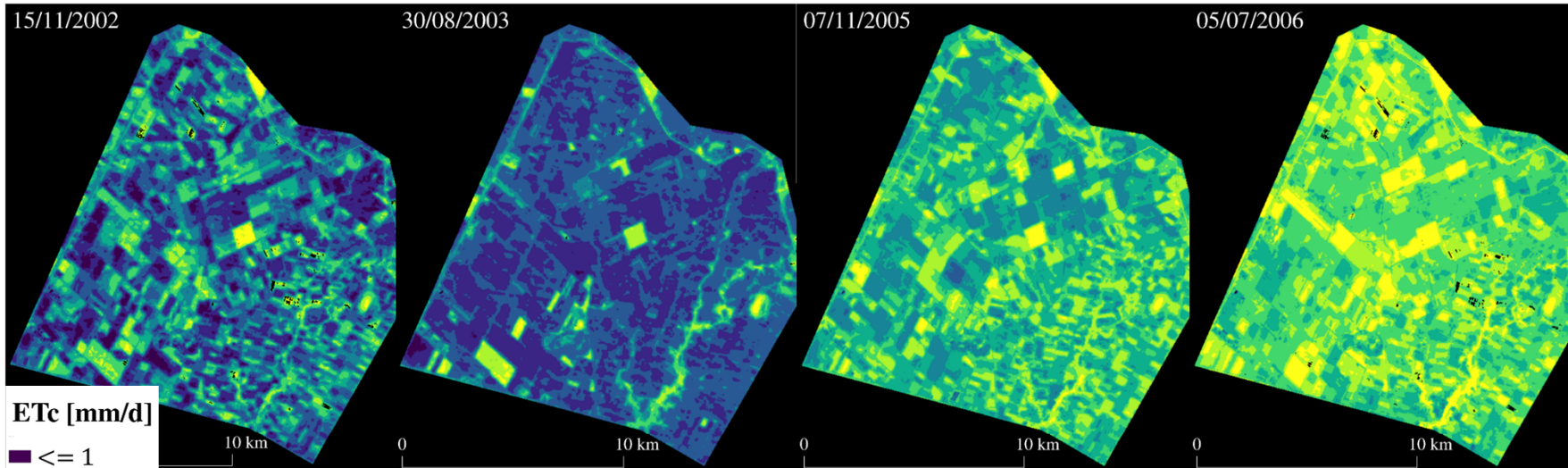
Desarrollo de un modelo espacial en ArcGIS

- Cálculo de índices espectrales
- Radiación Neta (R_n)
- Flujo de energía al suelo (G)
- Flujo de energía hacia el aire (H) (en proceso)



Modelo implementado en ARCGIS para estimación automática

Cálculo de ET con sensores remotos (DR075) Valle del Fuerte



ETc [mm/d]

- ≤ 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6
- 6 - 7
- > 7

Tabla 1. Valores estadísticos de evapotranspiración de cultivo (ET_c) para cada fecha estimados mediante el método SEBAL.

Fecha	ET _c min [mm/d]	ET _c max [mm/d]	ET _c promedio [mm/d]	Desviación Estándar
15/11/2002	0.01	8.86	4.43	2.57
30/08/2003	0.25	7.87	4.06	2.21
07/11/2005	0.98	9.27	5.12	2.41
05/07/2006	0.04	10.22	5.13	2.96

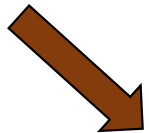
Aplicaciones

**Climate Hazards Group InfraRed
Precipitation with Station data
(CHIRPS)**

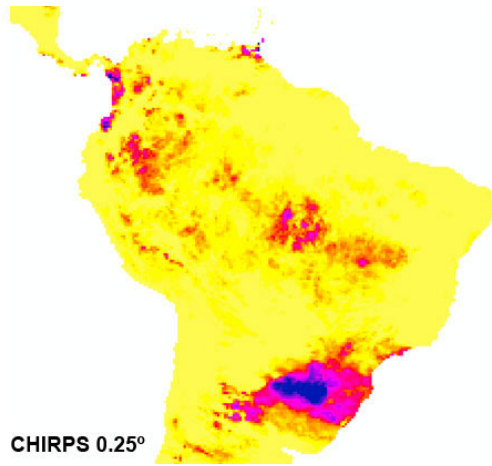
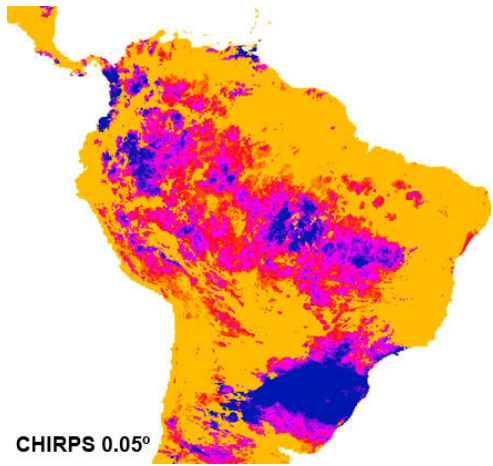


Earth Resources
Observation and
Science (EROS)

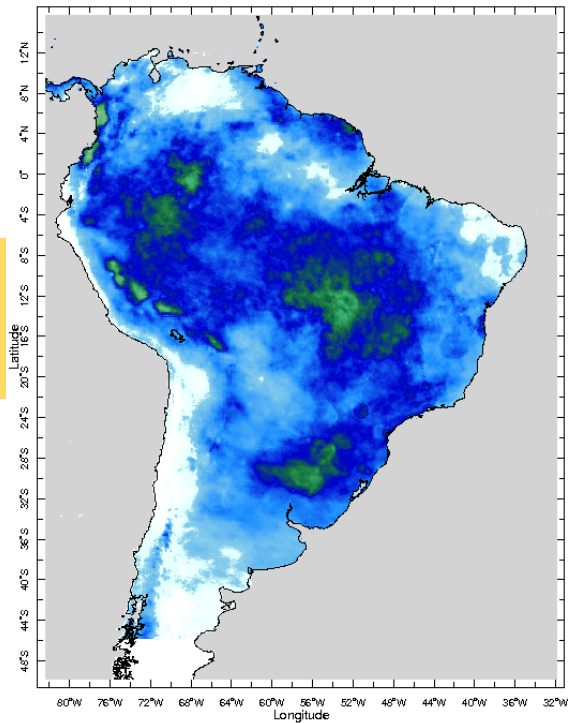
Combina estaciones meteorológicas junto a estimaciones de precipitación basadas en satélites de la NASA y NOAA.



Precipitación diaria
Desde 1981 al presente

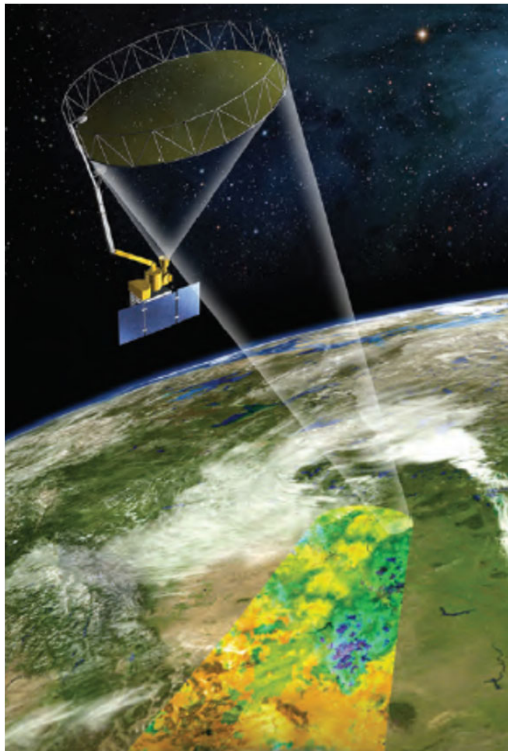


0.05° Aprox 50km
0.25° Aprox 300km



Aplicaciones

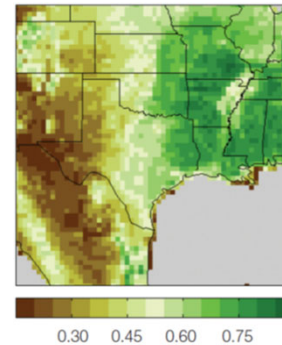
SMAP SOIL MOISTURE ACTIVE PASSIVE



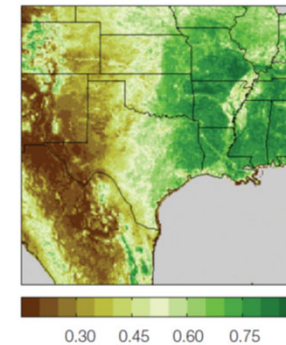
Resolución espacial:
3, 9 y 36 km

Resolución temporal:
Diaria y acumulada cada 3 días

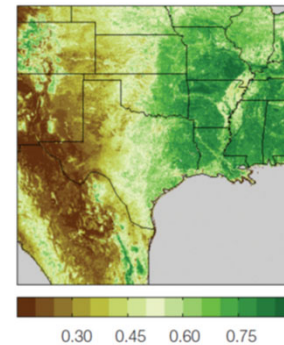
Índices de Vegetación



36 km

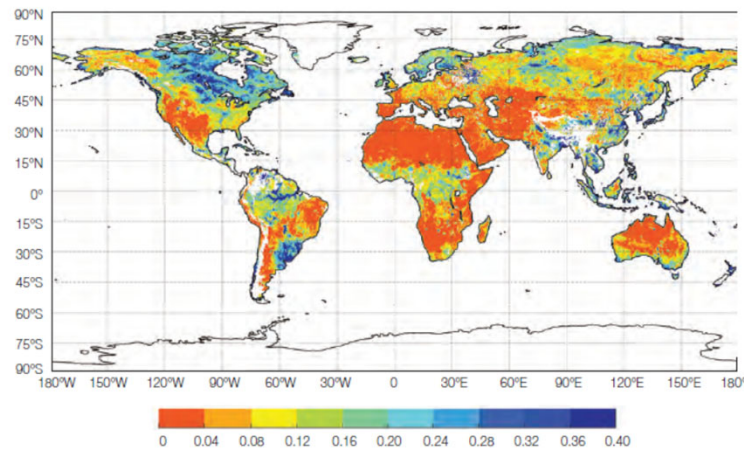


9 km

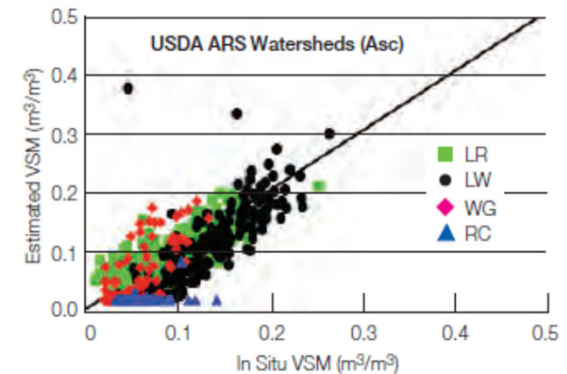


3 km

Contenido de humedad de suelo



Validación in situ



Satélite de la NASA

Radar y radiómetro

Servicios de imágenes



Búsqueda inteligente de IMG's
Índices de vegetación
(SAVI, EVI, ARVI, GCI, SIPI y NBR)



Imágenes originales
y corregidas de
varios satélites

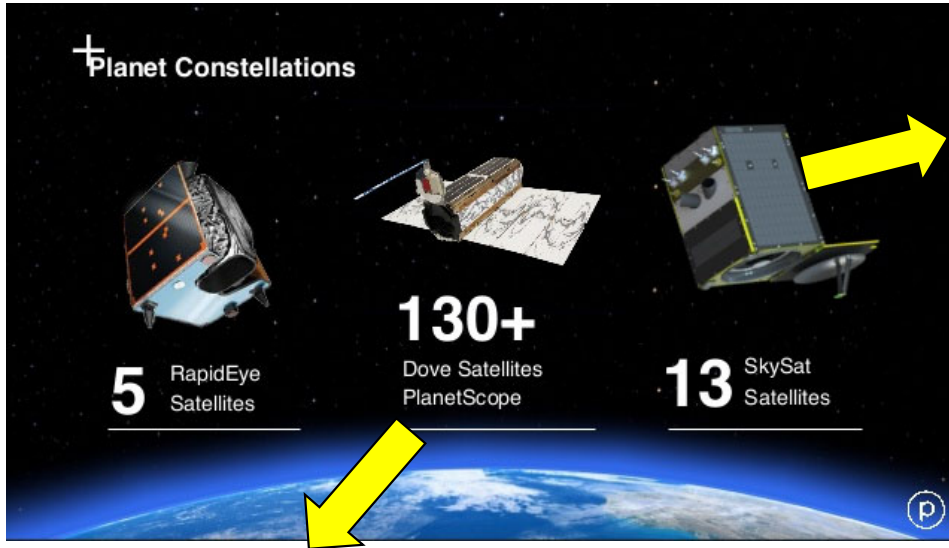
IKONOS
QUICKBIRD
RAPIDEYE



Análisis de
series de
tiempo

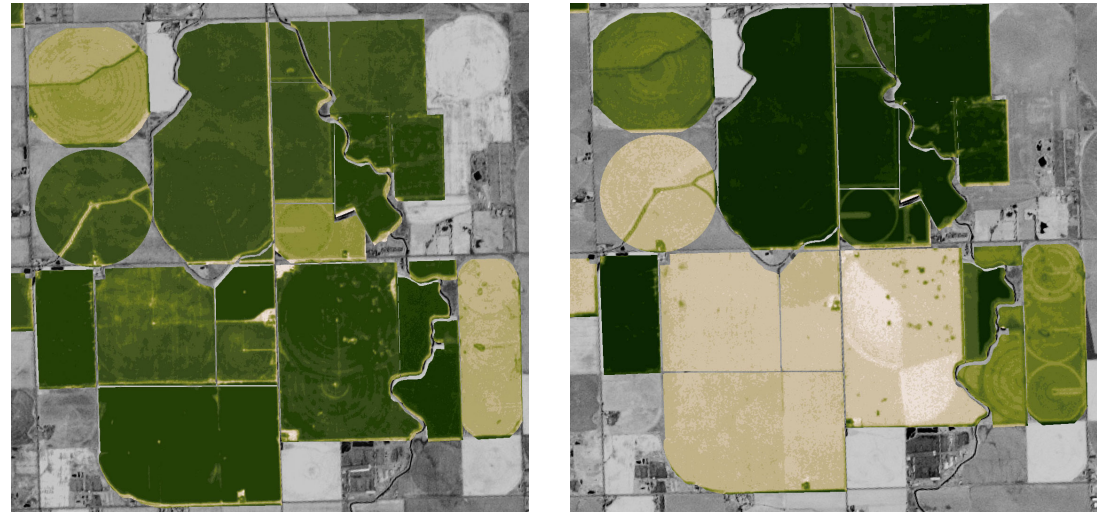


Servicios de imágenes



Imágenes de cualquier lugar
Hasta 2 veces por día
Resolución de 50 cm
5 Bandas
(RGB, infrarrojo y pancromática)
Imágenes desde 2014

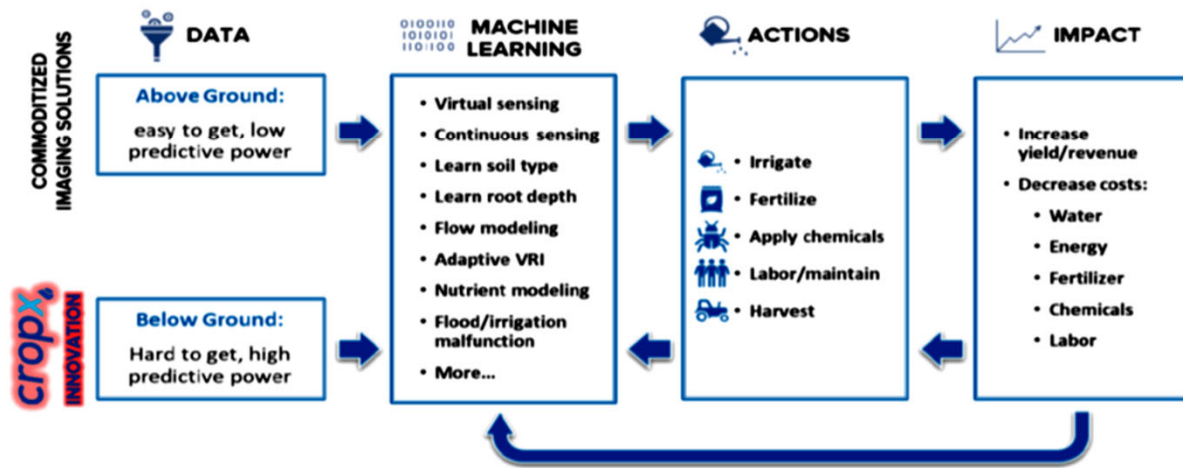
Frecuencia diaria
Resolución de 3.7 m
4 Bandas (RGB e infrarrojo)
Imágenes desde 2009



Monitoreo de cultivos; Fenología; Estrés hídrico

Servicios: Smart Irrigation

cropx



Combina:

- Humedad de suelo
- Imágenes satelitales
- Datos climáticos
- Machine learning

Calcula demanda de riego

Brinda recomendaciones



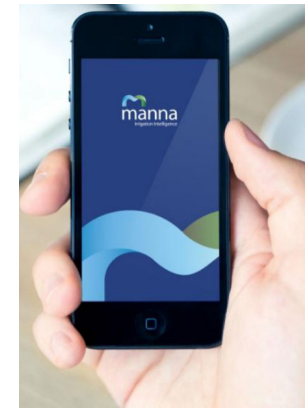
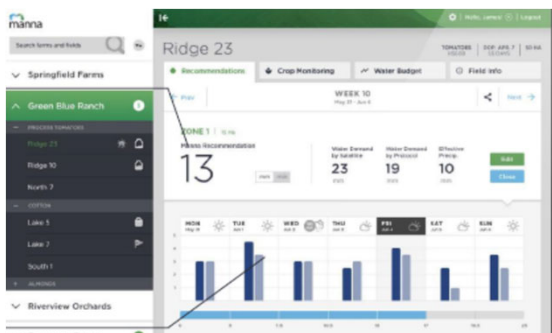
Servicios: Smart Irrigation



Imágenes satelitales Sentinel-2 y Landsat
(imágenes cada 5 días)



Recomendaciones de riego cada semana



En un servicio que no requiere de sensores in situ

Combina Big-data con Machine Learning para estimar los Kc en la zona de raíces



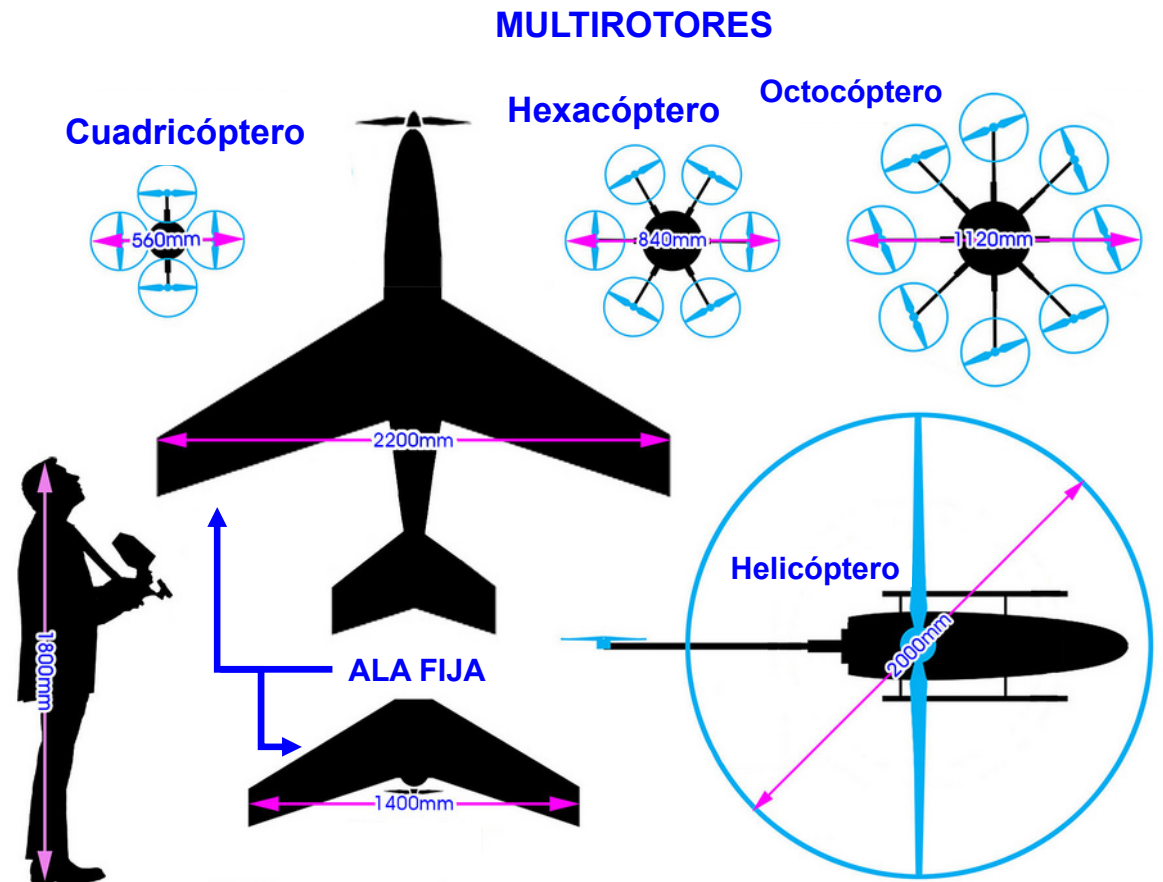
Mapas de vigor de la vegetación



Sensores en drones

RGB	NDVI	NIR
		
Multispectral		
		
Hyperspectral		
		
LiDAR	Thermal	
		

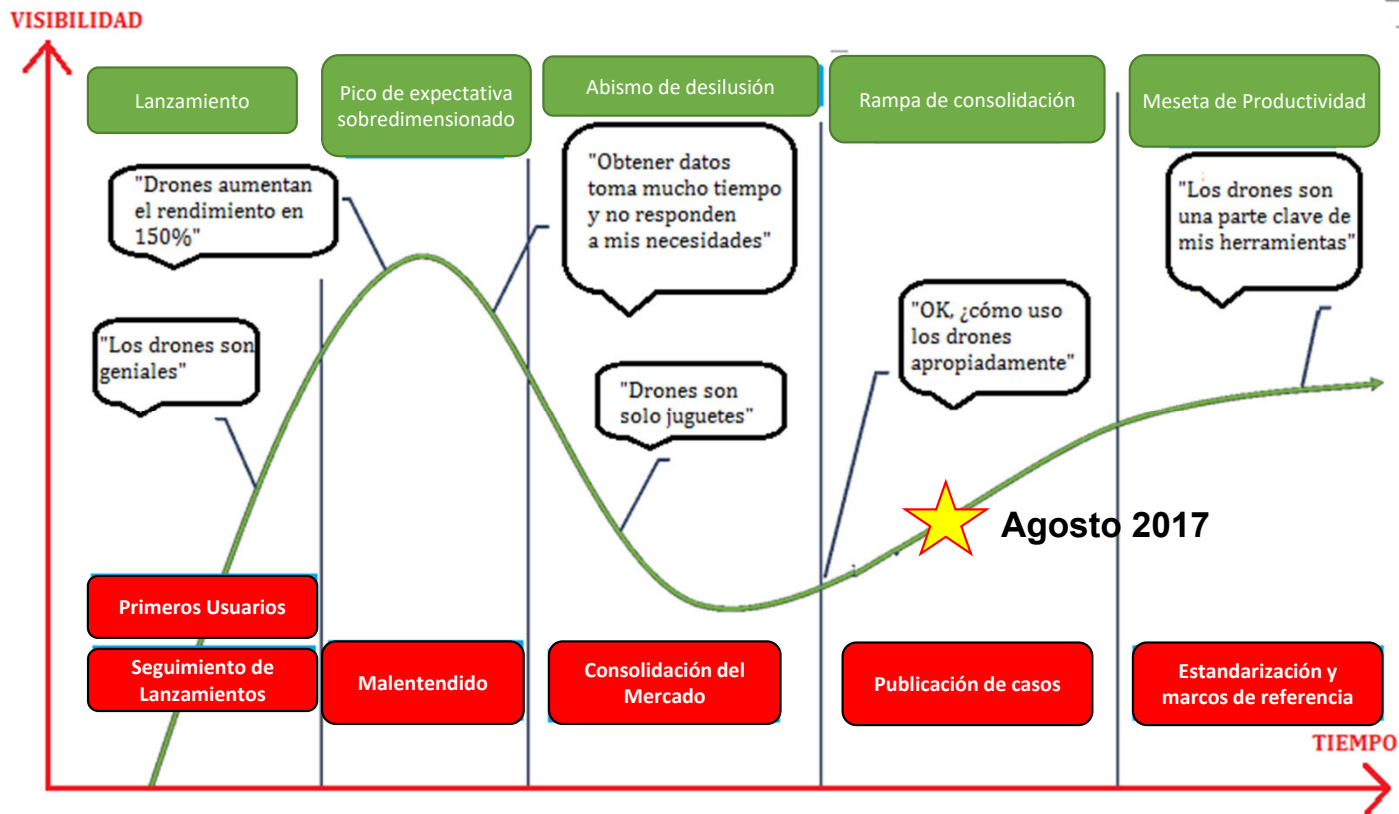
Drones en Agricultura de Precisión



Drones en AP

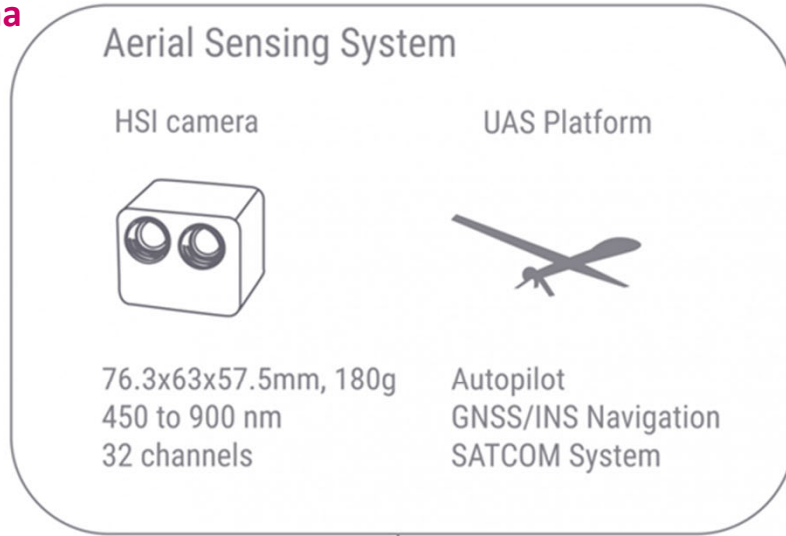


El ciclo de la tecnología de drones en AP

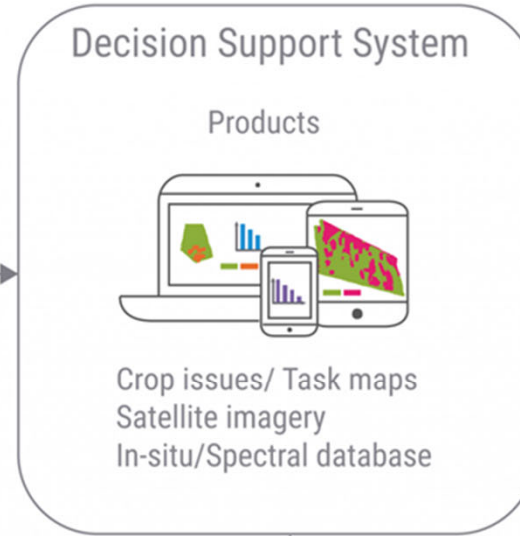


Tendencias

1 Colecta de imágenes hiperspectrales y datos históricos de clima



4 Recomendaciones de manejo óptimo de recursos (fertilizantes, plaguicidas y riego)



User/Machinery



2

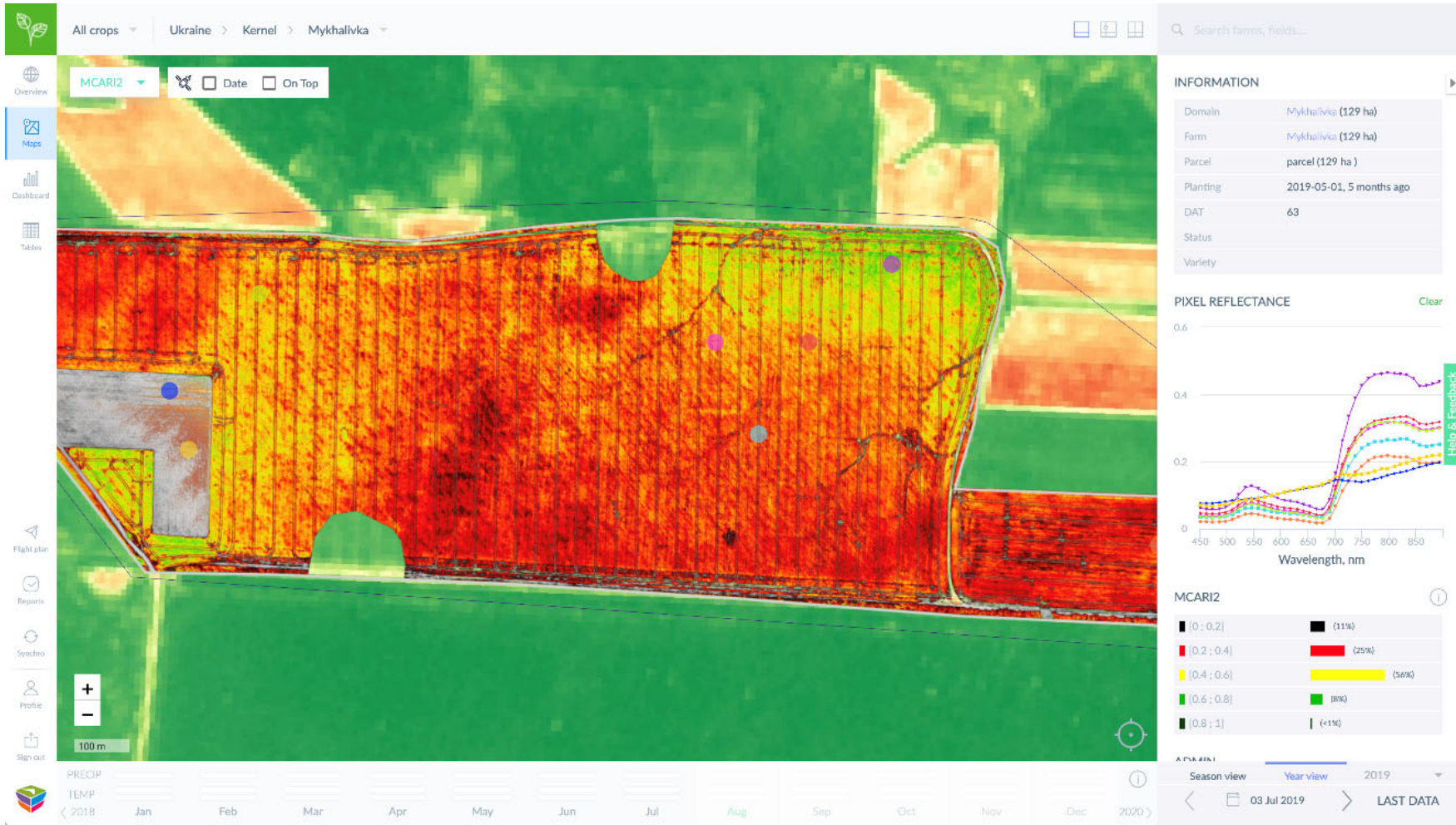
Modelación de cultivos mediante inteligencia artificial (fenología y fisiología)



3

Generación de mapas detallados de variables agrícolas (nutrición, plagas, malezas, estrés hídrico)

Tendencias



The Drone Market Environment 2019

Hardware

Agriculture

Delivery Systems

Safety & Security

Lighter-Than-Air

Passenger Drones / eVTOLs / Air Taxis

Cameras, Imaging and Vision Systems

Launch and Recovery Systems

Drone Platforms

Drone-in-a-Box

Flight, Fleet & Operation Management

Open Source Infrastructure, SDK

Navigation, CV and AI

UTM, LAANC Suppliers

Data Analytics, Workflow, CV and AI

Counter-Drone Solutions

Components & Systems

Navigation & Guidance Systems

Population & Power

Data and Communication

Software

Flight, Fleet & Operation Management

Open Source Infrastructure, SDK

Navigation, CV and AI

UTM, LAANC Suppliers

Data Analytics, Workflow, CV and AI

Counter-Drone Solutions

Components & Systems

Navigation & Guidance Systems

Population & Power

Data and Communication

Services

Drone-as-a-Service Providers

Education, Simulation, Training

System Integration, Engineering, Advisory

Maintenance

Market Research & Consulting

User Groups, Networks

Media, News, Blogs & Magazines

Shows, Conferences, Events

Coalitions, Organizations & Initiatives

Insurance

Supplier, Retailers

Test Sites

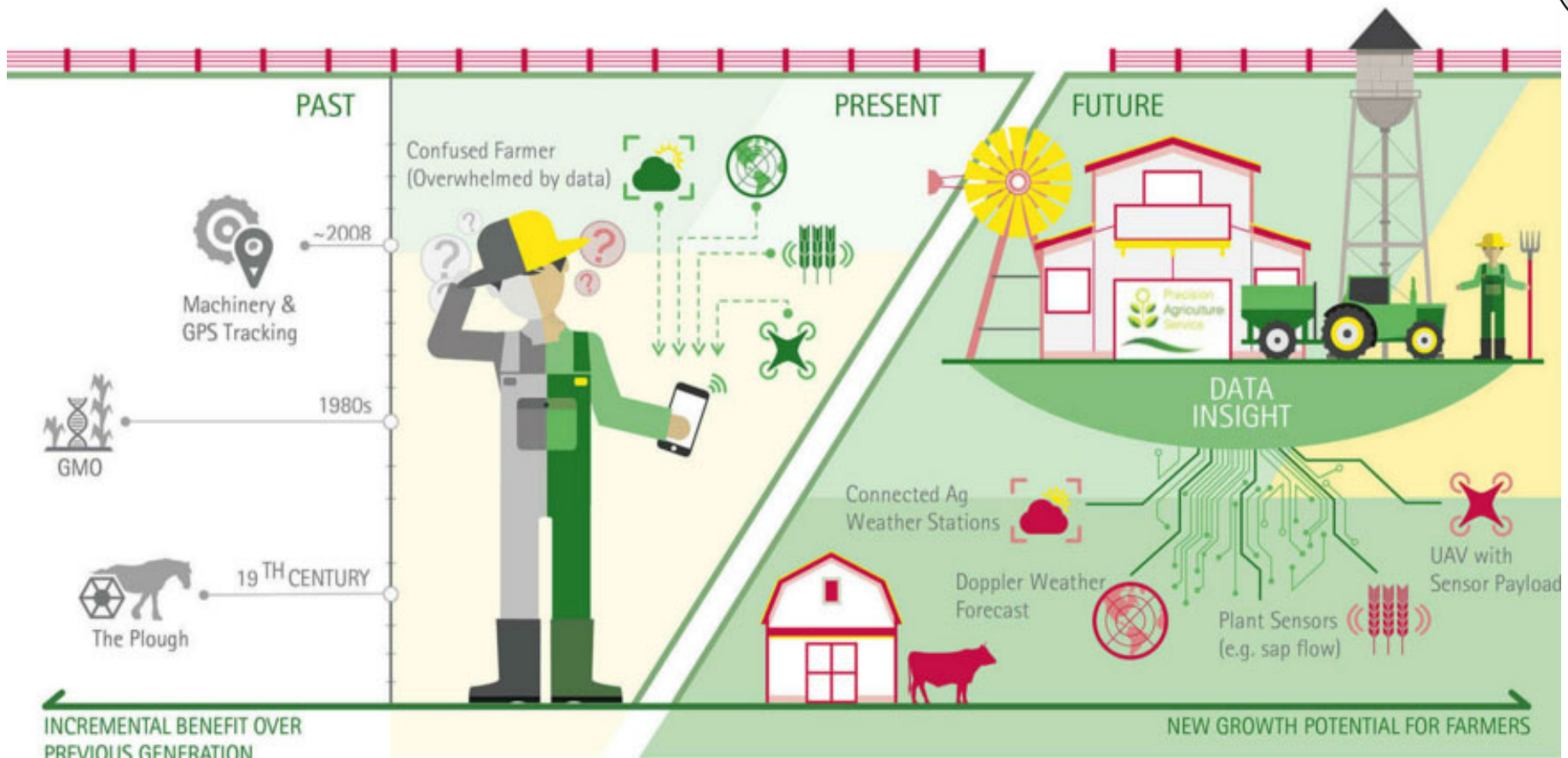
Drone Show Providers



Tendencias



Tendencias



Evolution of Digital Agriculture, (Accenture, 2020)

Conclusiones



- El uso de sensores remotos en la agricultura se ha incrementado y evolucionado con la mejora de los sensores y la capacidad de proceso de la información.
- El incremento del mercado de satélites ha propiciado el desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías basadas en Big Data y con técnicas avanzadas de procesamiento de datos como Machine Learning
- El uso de drones ha permitido contar con información detallada que esta siendo incorporada a modelos de predicción para brindar recomendaciones cada vez mas precisas y en menor tiempo
- La combinación de diferentes tecnologías de adquisición de información y nuevas metodologías de análisis de datos prometen brindar información mas precisa y oportuna para la toma de decisiones en la agricultura



TERCER SEMINARIO TEMÁTICO

La geomática aplicada a la Agricultura de Riego



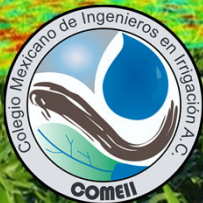
Muchas Gracias

Dr. Ronald E. Ontiveros Capurata

777-3293600

rononti@gmail.com

ronald.ontiveros@tlaloc.imta.mx



Muchas gracias



Dr. Ronald E. Ontiveros Capurata
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Correo-e: rononti@gmail.com

Para citar esta presentación:

Ontiveros Capurata, R. E. 2020. **Sensores remotos en la agricultura: Evolución y tendencias**. Tercer Seminario Temático "La geomática aplicada a la Agricultura de Riego". 12 de noviembre de 2020. Colegio Mexicano de Ingenieros en Irrigación (COMEII). México. 35 pp.

Consulta el portal del COMEII y sus redes sociales:
www.comeii.com y www.riego.mx

