



DÍA MUNDIAL DEL AGUA

“Soluciones al Tema del Agua en Armonía con la Naturaleza”

**Evolución de los sensores remotos en la agricultura de precisión:
de los satélites a los drones**

Ronald Ernesto Ontiveros Capurata
Instituto Mexicano de Ciencia y Tecnología del Agua (IMTA)
MEXICO

Lima - Perú, marzo de 2018



INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (IMTA)

www.imta.gob.mx

Misión

Producir
para la

Organismo público descentralizado del
gobierno federal que depende de la
Secretaría Medio Ambiente y Recursos

innovación

Objetivos

Contribuir a la gestión sustentable del agua a través del conocimiento, la tecnología, la innovación y formación de recursos humanos

Brindar servicios tecnológicos especializados en materia de recursos hídricos

Impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología del agua, en especial mediante la formación de personal altamente capacitado a nivel especialización y posgrado.

Coordinaciones

HIDRAULICA

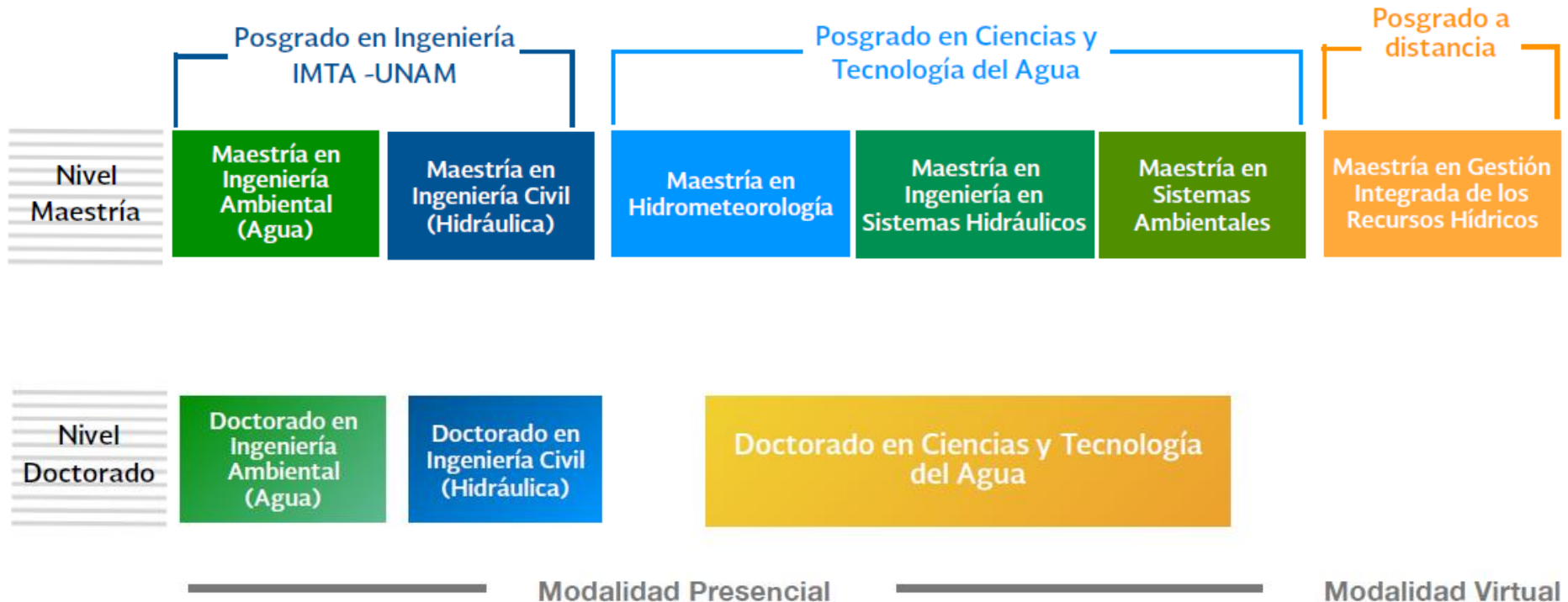
HIDROLOGIA

RIEGO Y
DRENAJE

TRATAMIENTO Y
CALIDAD DEL AGUA

DESARROLLO
PROFESIONAL

POSGRADO IMTA



Sitio WEB: posgrado.imta.edu.mx



DÍA MUNDIAL DEL AGUA

“Soluciones al Tema del Agua en Armonía con la Naturaleza”

**Evolución de los sensores remotos en la agricultura de precisión:
de los satélites a los drones**

Ronald Ernesto Ontiveros Capurata
Instituto Mexicano de Ciencia y Tecnología del Agua (IMTA)
MEXICO

Lima - Perú, marzo de 2018



ASOCIACIÓN PERUANA DE
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y
AMBIENTAL



SOUTHERN PERU



AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Ventajas AP

- Objetivo: Manejo de la variabilidad espacial y temporal de variables determinantes para la producción
- Menor costo de producción
 - Incremento de la producción
 - Menor impacto ambiental
- Principio: Aplicar la cantidad adecuada de insumos
- Mayor beneficio económico

AGRICULTURA TRADICIONAL

- Campos agrícolas son homogéneos
- No se considera variabilidad espacial y temporal
- Mayor beneficio económico

Introducción



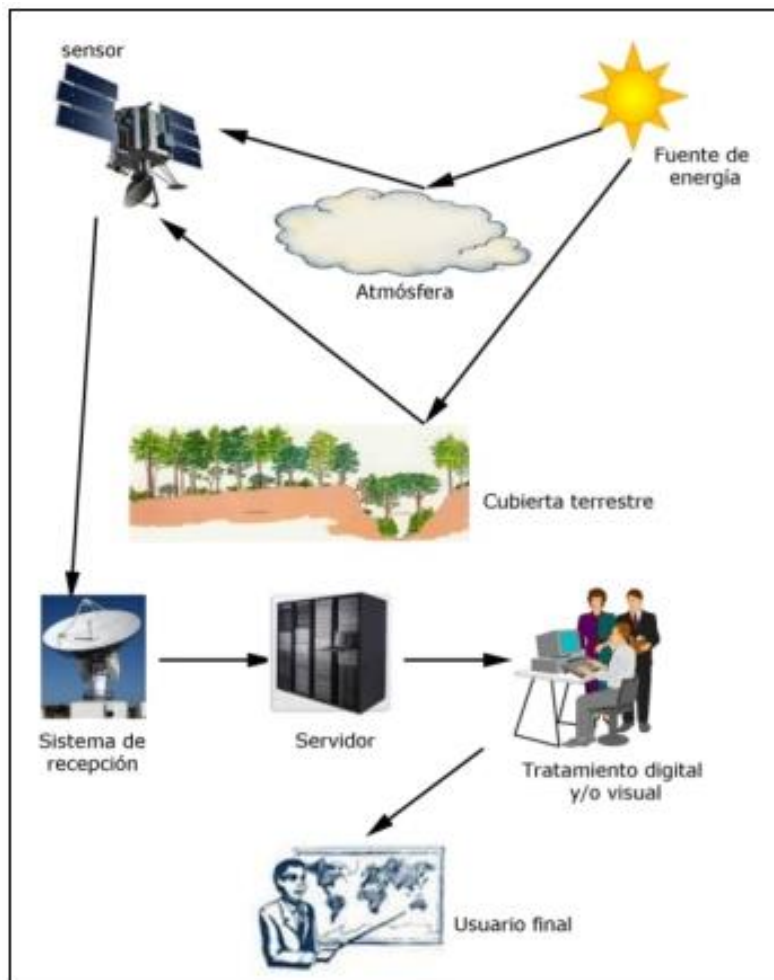
Foro: "Soluciones al tema del agua en armonía con la naturaleza"

Universidad Nacional Agraria La Molina

Lima, Perú, Marzo 2018

Introducción

Sensores remotos



Satélites



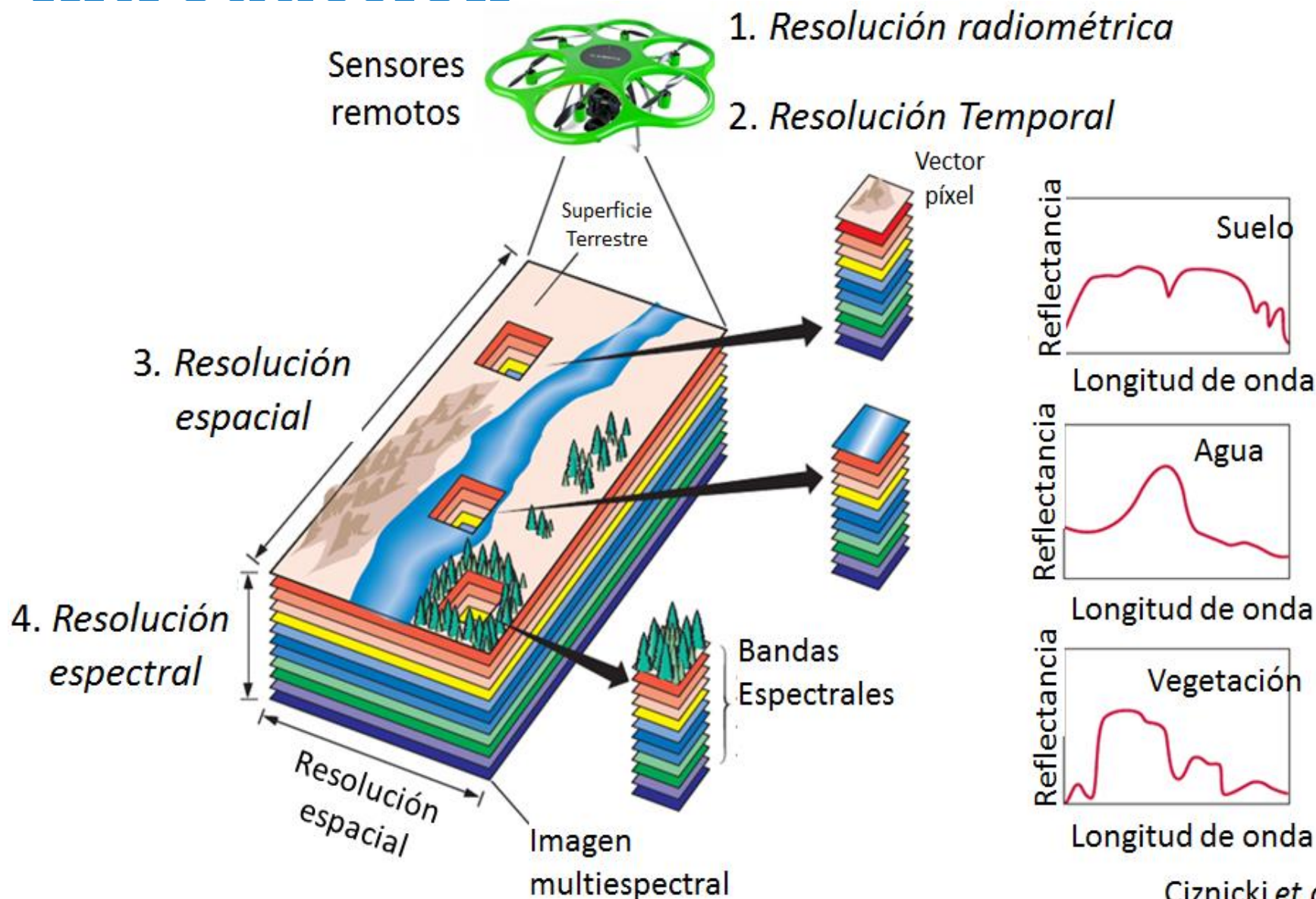
Drones



Portátiles

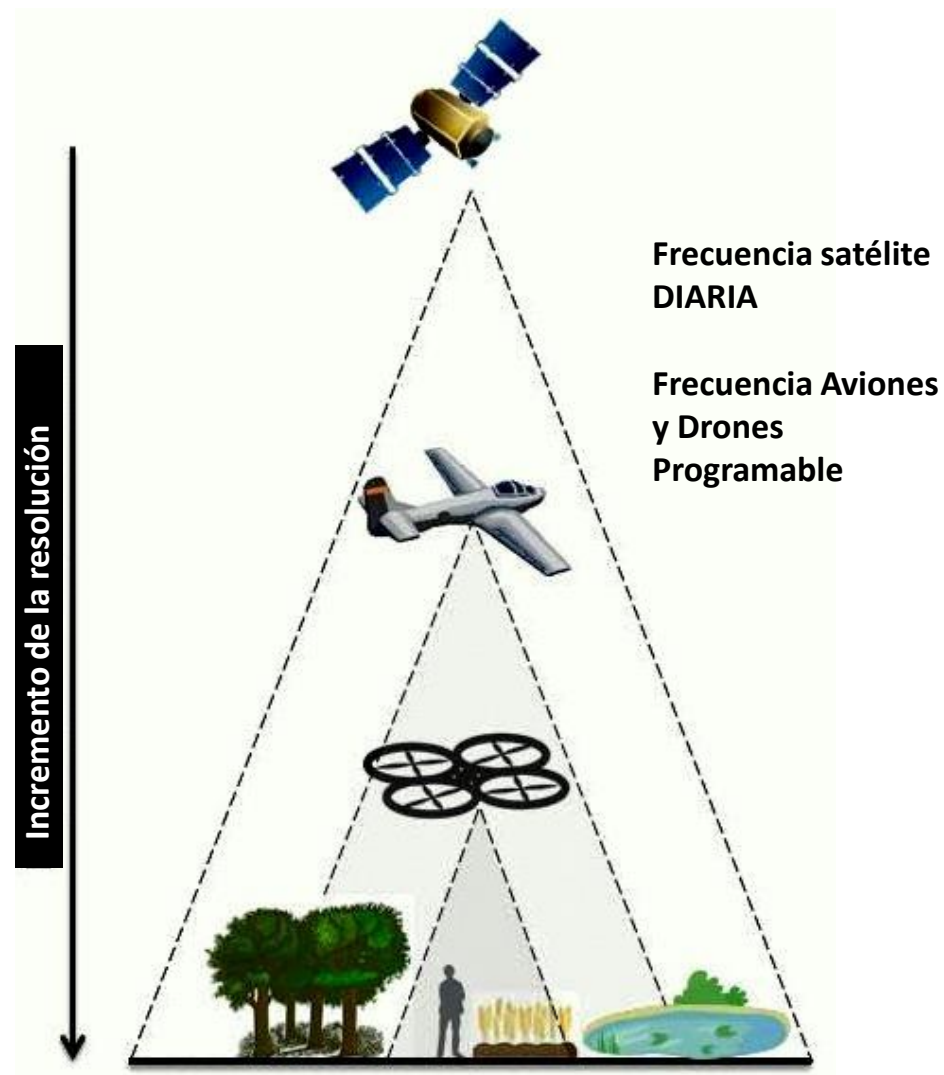
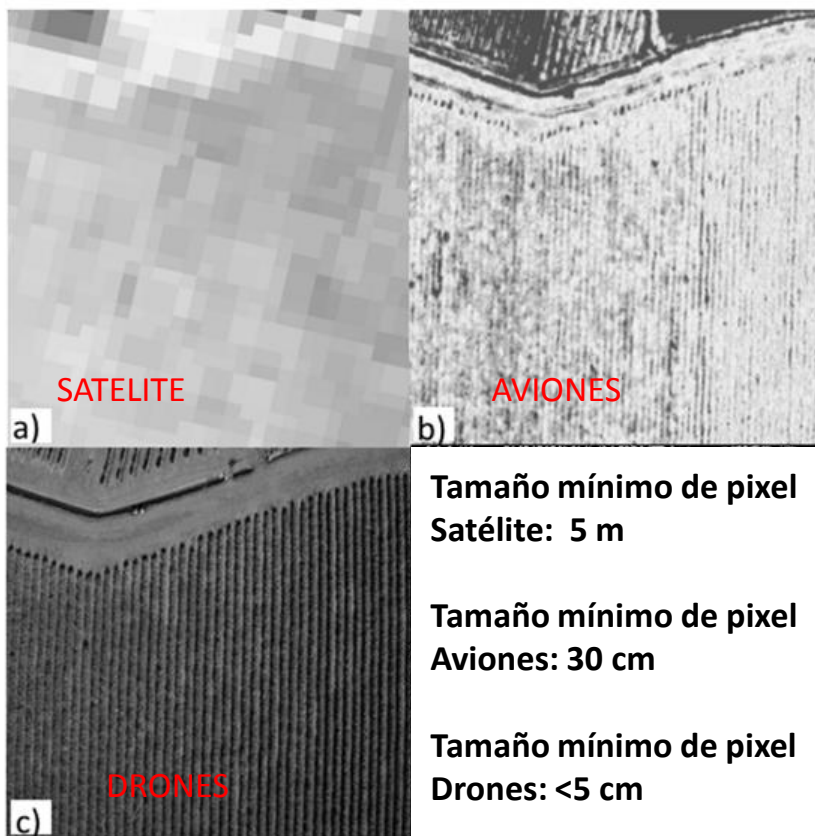


Introducción



Introducción

Diferentes plataformas para sensores remotos





ASOCIACIÓN PERUANA DE
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y
AMBIENTAL



SOUTHERN PERU



SATELITES vs DRONES

Comparación de sistemas de adquisición de datos con sensores remotos en AP

Plataforma	Costo	Tiempo de adquisición	Resolución Espacial	Resolución Espectral	Sensibilidad a nubes	Cobertura	Servicios Programables	Requerimiento de software y equipo
Satélites	Bajo	Bajo	> 10 m	> 4 bandas	Alta	> 1 km ²	No	Medio
Satélites última Gen.	Alto	Bajo	> 0.6 m	4 - 11	Alta	> 1 km ²	Si	Alto
VANT	Bajo	Bajo	3-20 cm	4-6 bandas	Baja	1-10 km ²	Si	Alto
En Campo	Bajo	Alto	Variable	> 200 bandas	Baja	< 1 km ²	Si	Bajo

Uso de satélites en agricultura

Monitoreo cultivos

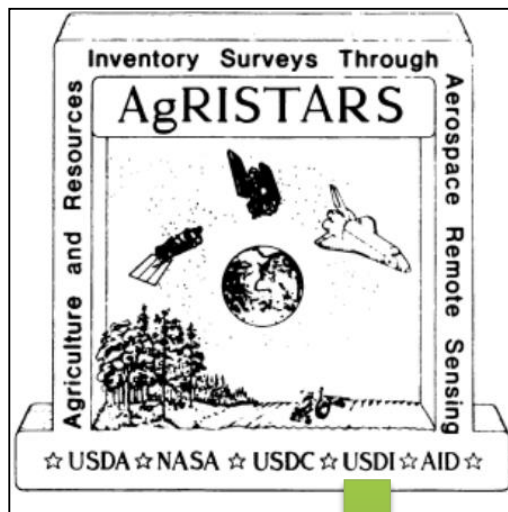


NASA NOAA USDA



Crecimiento de cultivos y rendimiento
LANDSAT

1970



☆ USDA ☆ NASA ☆ USDC ☆ USDI ☆ AID ☆



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

1980

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



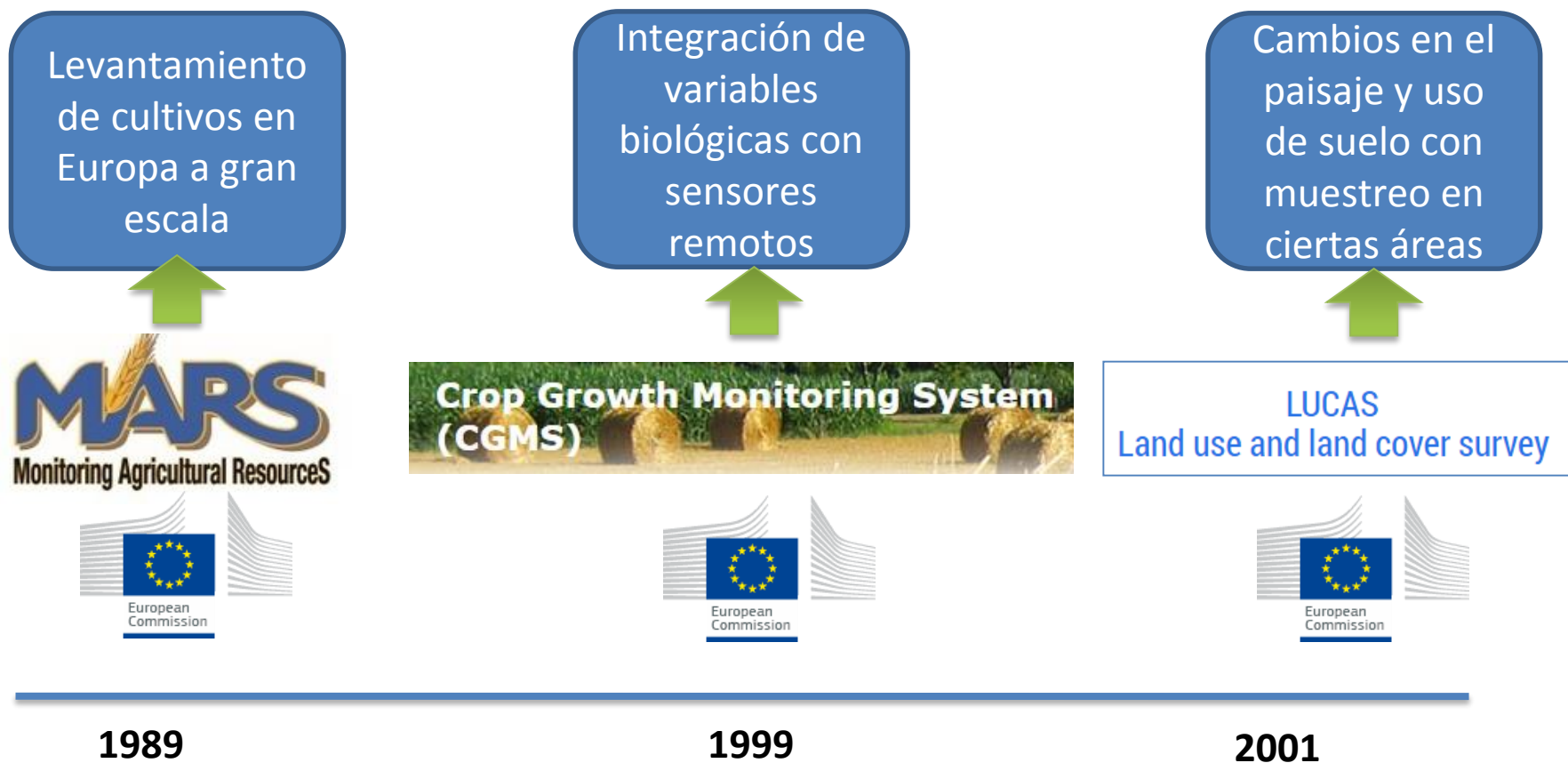
Estimación de superficie, rendimiento y producción de granos, oleaginosas y algodón

Actualidad

GLOBAL



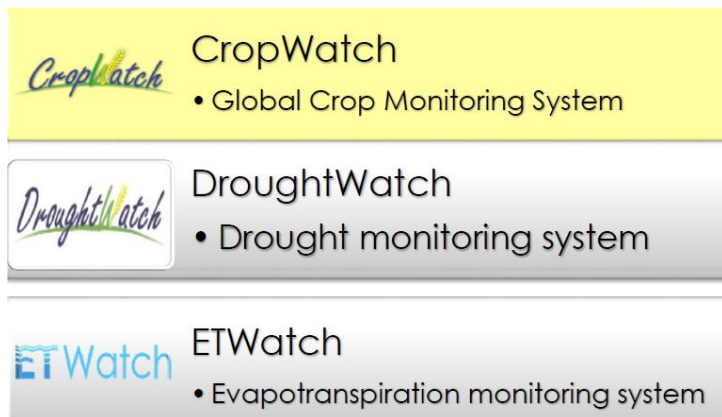
Uso de satélites en agricultura



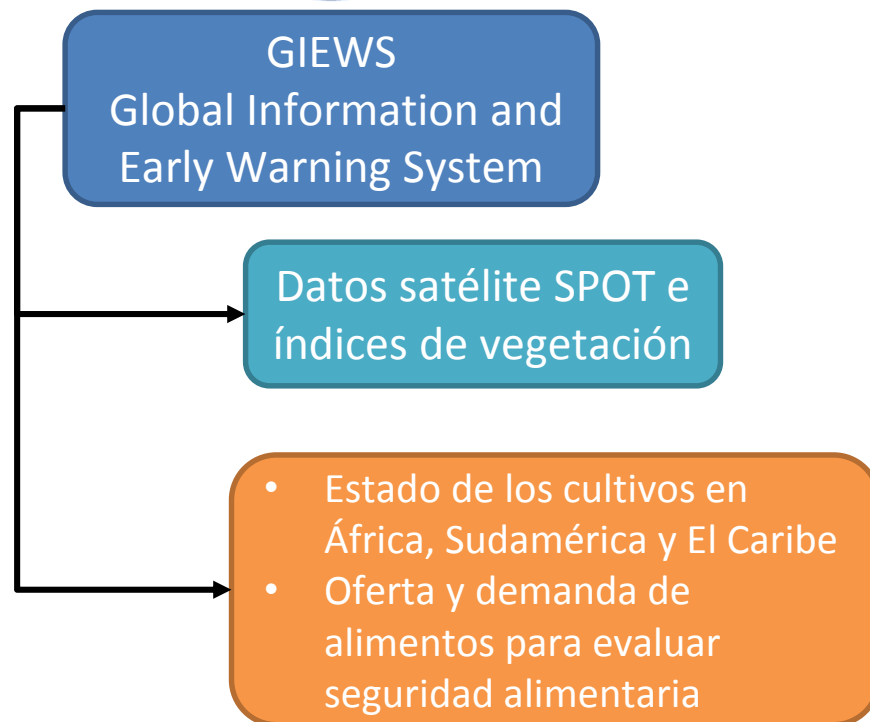


Uso de satélites en agricultura

Otras aplicaciones:



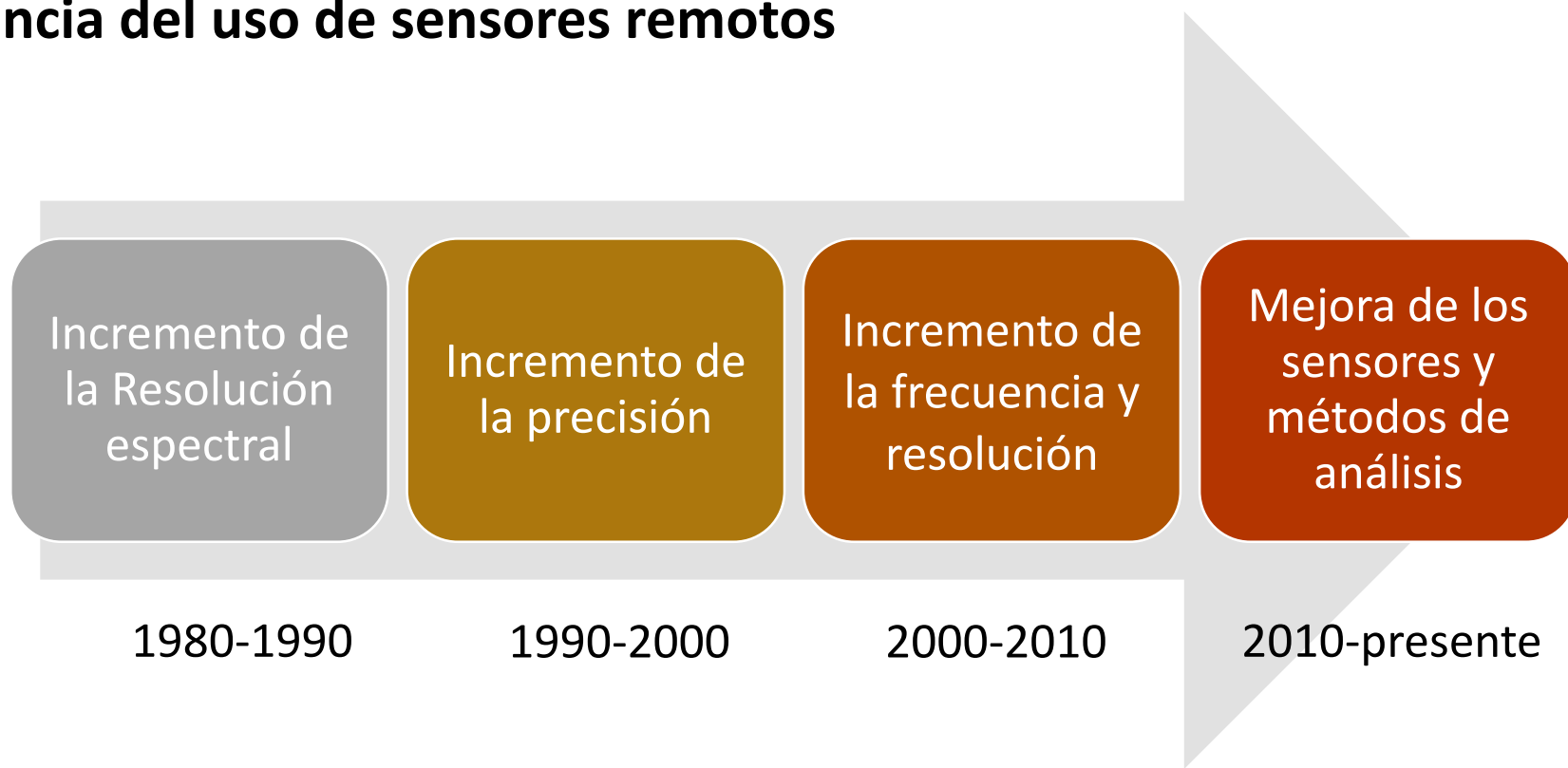
www.cropwatch.com.cn





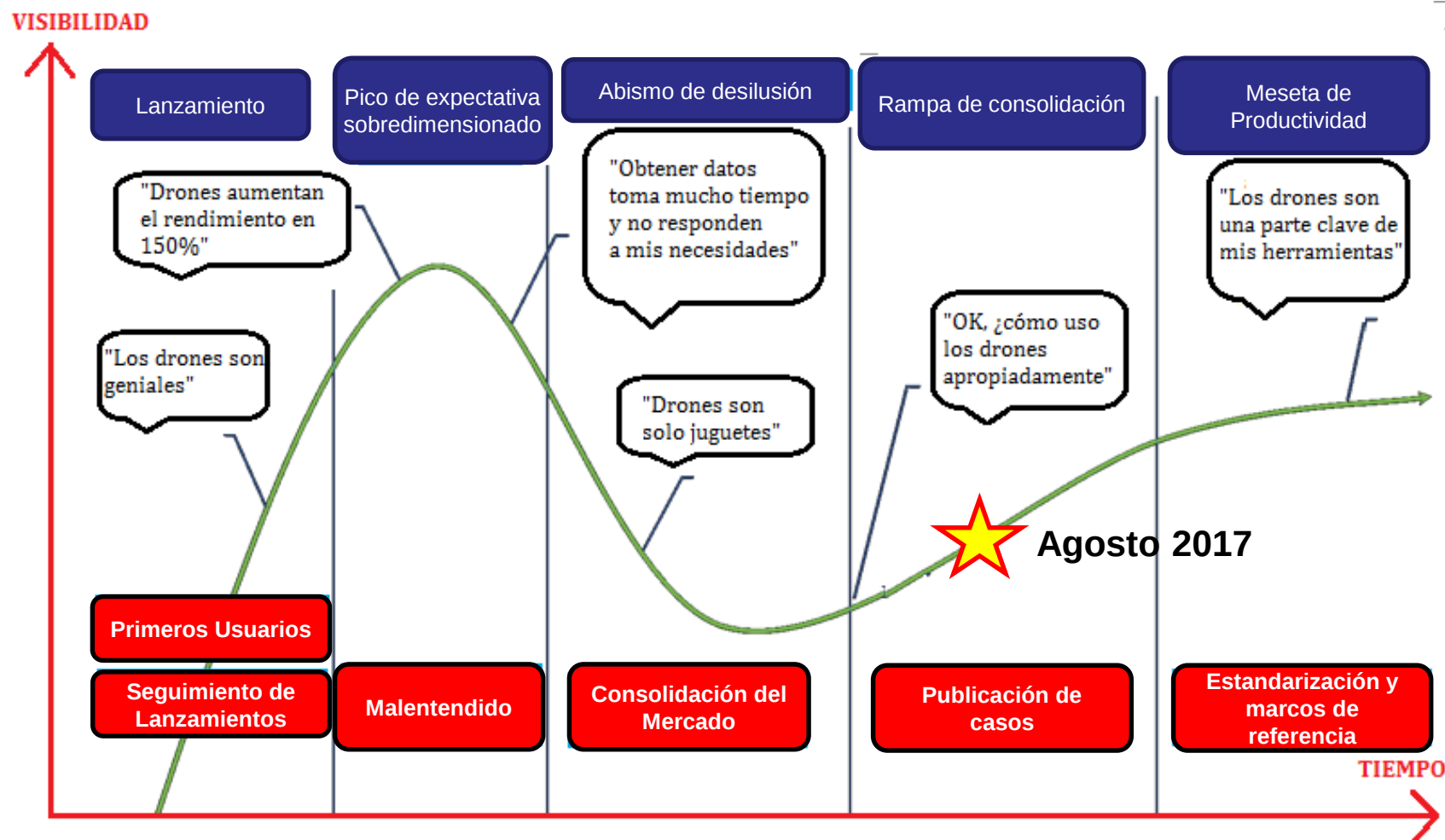
USO DE SENSORES REMOTOS EN LA AGRICULTURA

Tendencia del uso de sensores remotos



Drones en AP

El ciclo de la tecnología de drones en AP

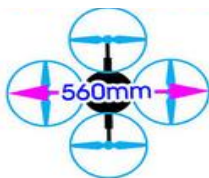


Drones en AP

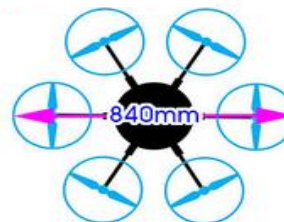
Tipos de drones mas usados en agricultura

MULTIROTORES

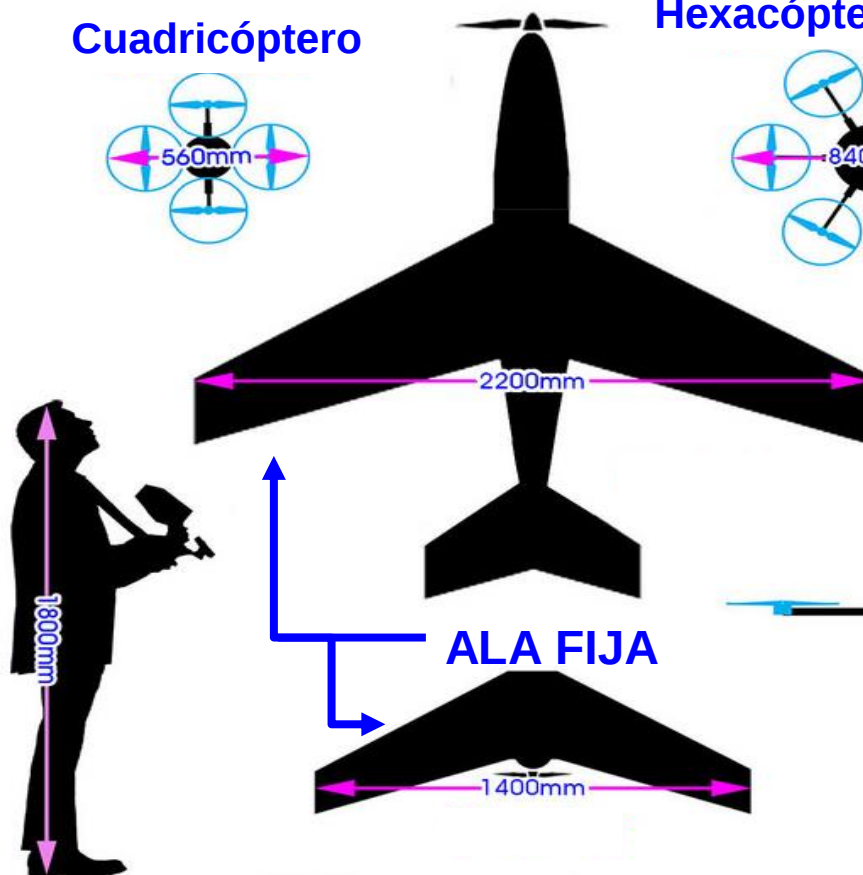
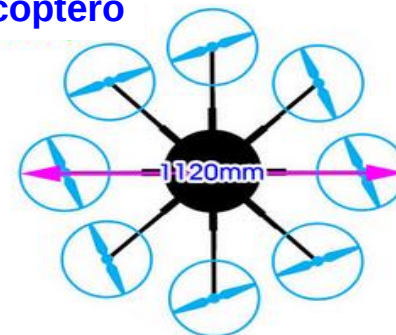
Cuadricóptero



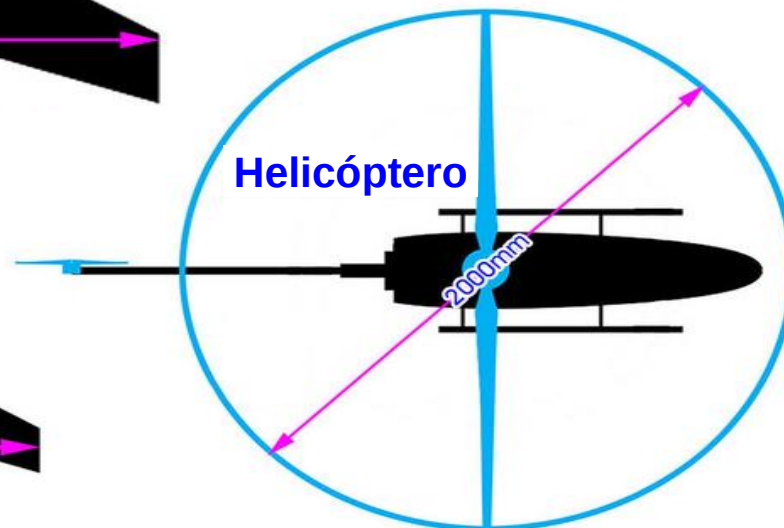
Hexacóptero



Octocóptero



Helicóptero



DRONES EN AP

Receptor
GPS

Hexacóptero (DJI A2)

Rotores

Baterías

Carga útil
(Cámaras)

Fuselaje (Estructura)

Control de tierra



DRONES EN AP



Hexacóptero

- Vuelos de corto alcance
- Baja velocidad
- Corto tiempo de vuelo
- Baja altura
- Vigilancia, monitoreo



Ala Fija

- Vuelos de largo alcance
- Velocidad de vuelo hasta 80 km/h
- Mayor tiempo de vuelo
- Altura de vuelo > 100 m
- Estudios de reconocimiento, Levantamiento topográfico,
- Agricultura extensiva



ASOCIACIÓN PERUANA DE
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y
AMBIENTAL



SOUTHERN PERU



Autoridad Nacional del Agua

Drones en AP

Aplicaciones:

Seguimiento
de cultivos



Siembra



4 hojas



Floración



Cosecha



Maduración

Drones en AP

Crecimiento anormal de cultivos



Diferencias en la coloración de la vegetación debido a crecimiento variable se reflejan en altura y valores de NDVI

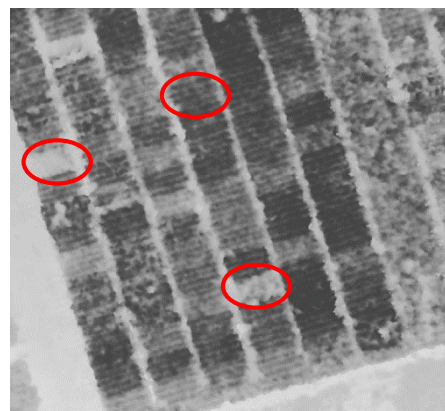
- **Biomasa, altura de planta**



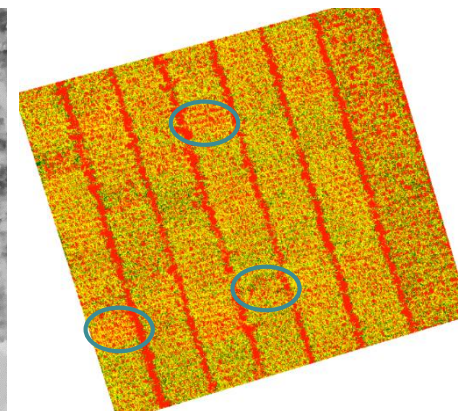
Visible



Multiespectral



Altura de planta



NDVI

Drones en AP

MONITOREO DE RIEGO PARCELARIO

- Imagen obtenida a partir de un hexacoptero equipado con una cámara RGB y volado a una altura de 100 m
- Se observa las zonas con mala distribución de riego por goteo

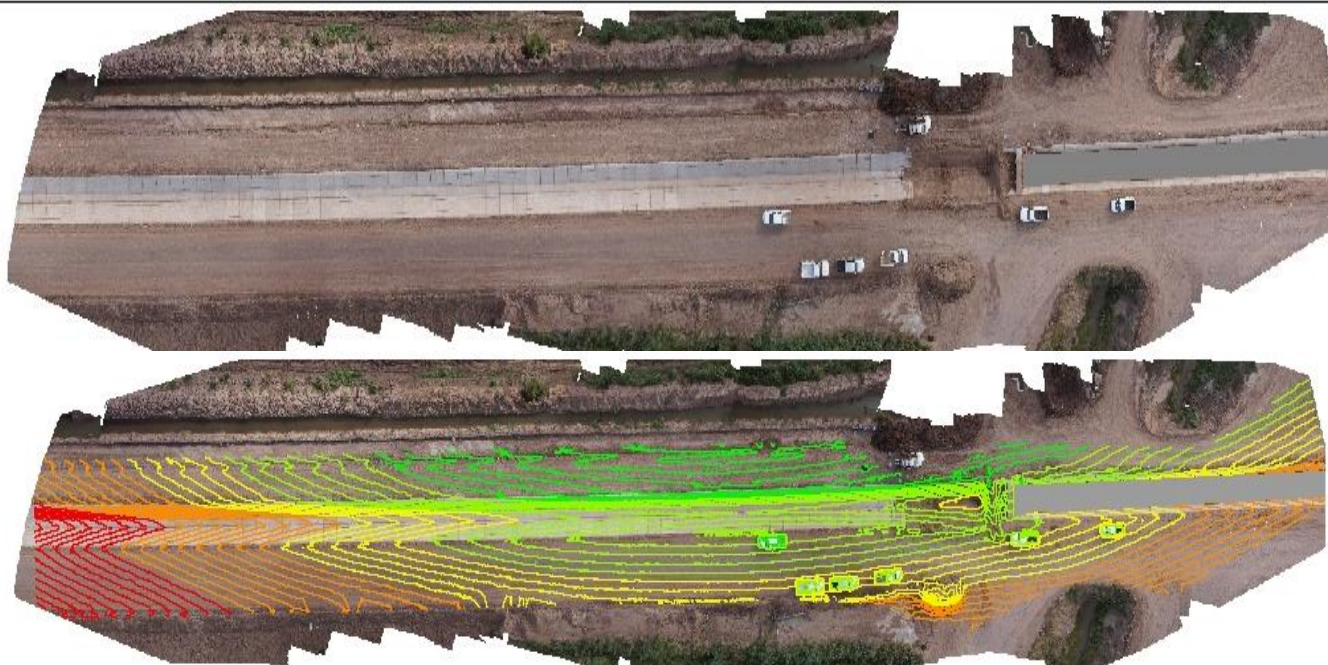
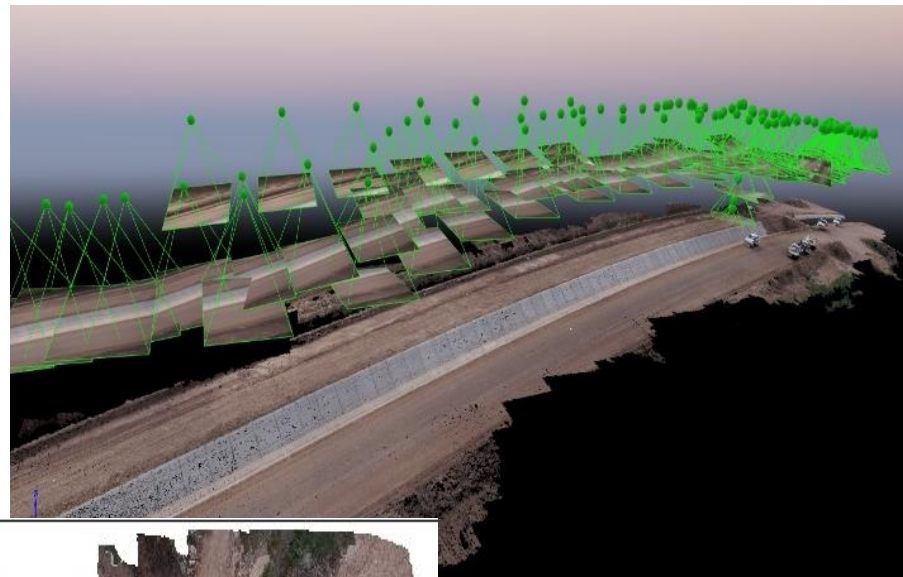




Drones en AP

MONITOREO DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

Obtención de ortomosaico de alta
resolución



**Resultado del
procesamiento de
fotografías aéreas**

Procesamiento y obtención de planos topográficos

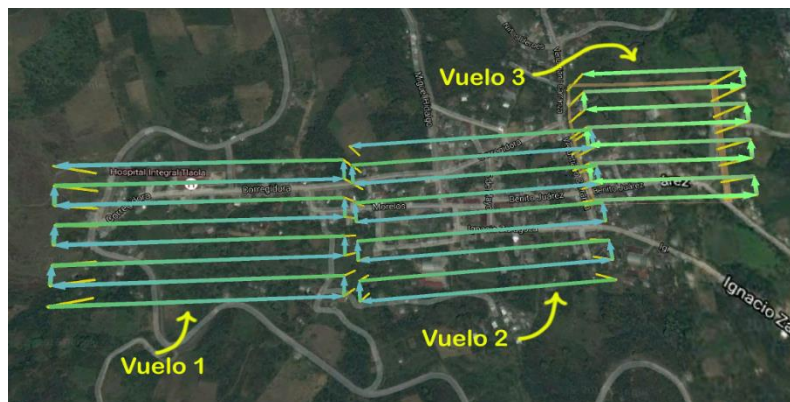


ASOCIACIÓN PERUANA DE
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y
AMBIENTAL

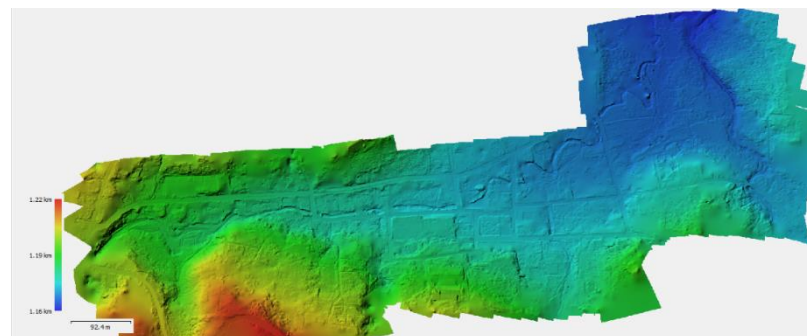
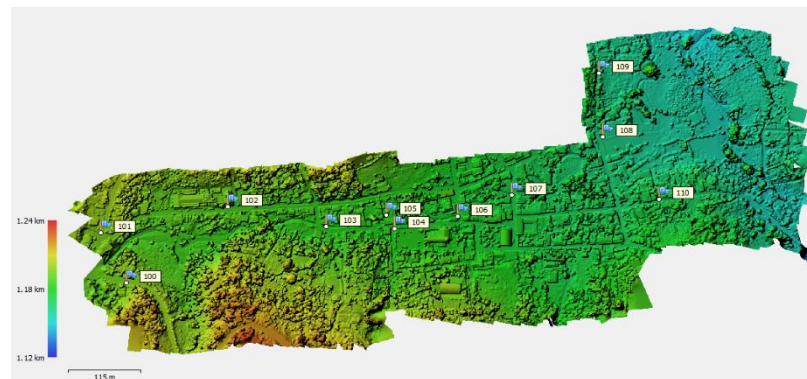
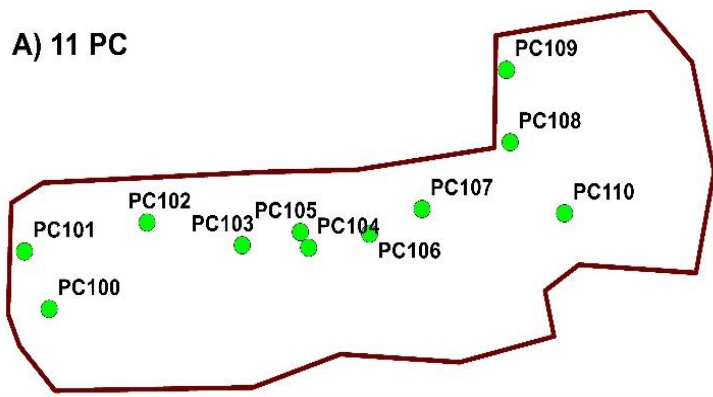


Drones en AP

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE ALTA PRECISION



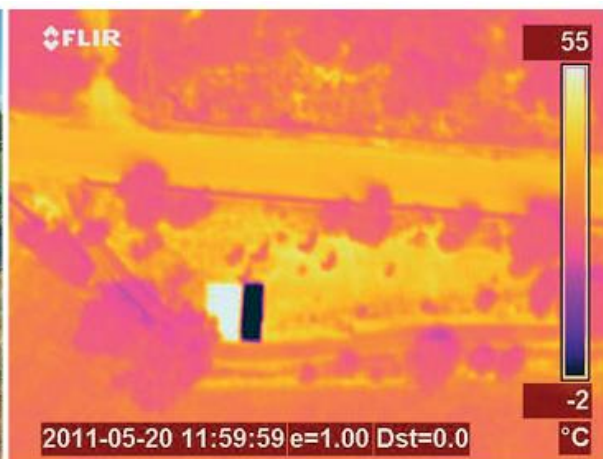
A) 11 PC



Drones en AP

REQUERIMIENTO HÍDRICO DE CULTIVOS CON DRONES

Estimación del requerimiento hídrico en cultivos mediante datos de sensores remotos

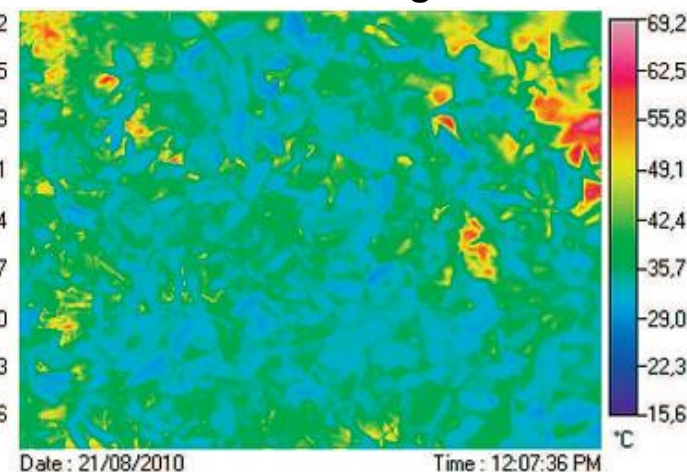
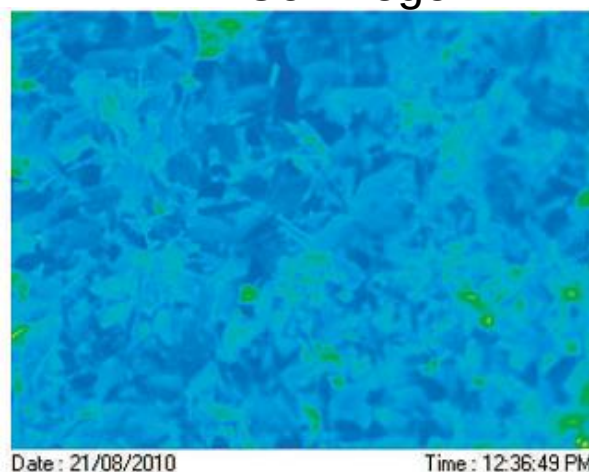


Calibración de
valores de
temperatura

Con riego

Sin riego

Regresión lineal
entre NDVI y
valores de
temperatura





LINEAS DE INVESTIGACIÓN

1. Aplicación de sensores remotos para la gestión sustentable de recursos hídricos en zonas agrícolas
2. Uso de geo tecnologías para el uso eficiente del agua en zonas agrícolas
3. Obtención de variables hidroagrícolas en zonas agrícolas con alta precisión y frecuencia
4. Desarrollo y aplicación de metodologías para el monitoreo del ciclo hidrológico apoyado en imágenes de alta resolución obtenidas con drones y satélites de última generación



Publicaciones

Libro



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Coordinación de Riego y Drenaje



**Uso y manejo de drones con
aplicaciones al sector hídrico**

Waldo Ojeda Bustamante
Jorge Flores Velázquez
Ronald Ernesto Ontiveros Capurata

(Editores)

Artículos

Scientific article doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.03.007>

**Quantification of the error of digital terrain models
derived from images acquired with UAV**

**Cuantificación del error de modelos digitales de
terreno derivados de imágenes adquiridas con UAV**

Sergio Iván Jiménez-Jiménez*; Waldo Ojeda-Bustamante; Ronald Ernesto Ontiveros-Capurata
Jorge Flores-Velázquez; Mariana de Jesús Marcial-Pablo; Braulio David Robles-Rubio

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Paseo Cuauhnáhuac núm. 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos,
C. P. 62550, MÉXICO *Corresponding author: serchiimenez1990@gmail.com tel. 045 777 305 31 64

Tesis de maestría

TESIS

**LEVANTAMIENTO Y SUPERVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA CIVIL
MEDIANTE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANTS)**

TESIS

**DETERMINACIÓN DE VARIABLES AGRONÓMICAS DEL CULTIVO DE
MAÍZ MEDIANTE IMÁGENES OBTENIDAS DESDE UN VEHÍCULO
AÉREO NO TRIPULADO (VANT)**



Conclusiones

1. Los satélites han mejorado su precisión y su resolución, como resultado existe mas aplicaciones en AP
2. Los drones a pesar de su pujante crecimiento todavía están en fase de desarrollo y requieren investigación sobretodo para las aplicaciones en AP
3. Los datos derivados de satélites contienen correcciones y calibraciones que en el caso de drones los tiene que hacer el usuario y muchas veces esta sujeto a cometer errores
4. La tendencia del uso de sensores remotos en AP está en crecimiento y apunta a una conjunción de tecnologías (satélites-drones) para contar con resultados más precisos y oportunos
5. Es necesario investigación aplicada sobre el uso de drones en AP específicamente en el sector hídrico que permita una mejor eficiencia en el uso del agua para riego

The Drone Market Environment 2016

© 2015, all rights reserved | JOURNAL OF CLIMATE | Hindawi, February | www.hindawi.com



Dr. Ronald Ernesto Ontiveros Capurata

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

Subcoordinación de Ingeniería de Riego

Coordinación de Riego y Drenaje

Whatsapp: +52 1 9511004732

Telf: +52 777 3293600 ext 810

Email: reontiverosca@conacyt.mx

ronald.ontiveros@posgrado.imta.edu.mx