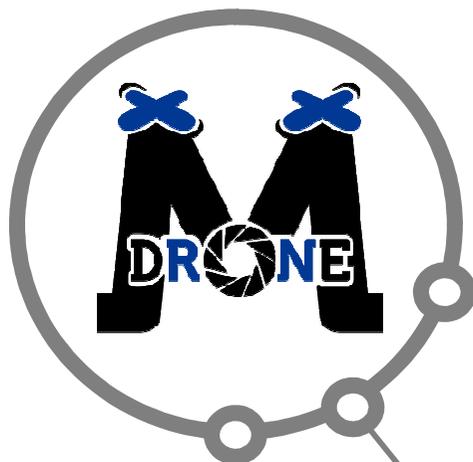




# Partners

## *Una colaboración estratégica*



**MDRONE** es una *start-up* formada por ingenieros que ofrece servicios técnicos con **RPAS**, especializados en inspecciones industriales, fotogrametría y teledetección para agricultura de precisión.



Inspecciones industriales



Fotogrametría



Agricultura de precisión

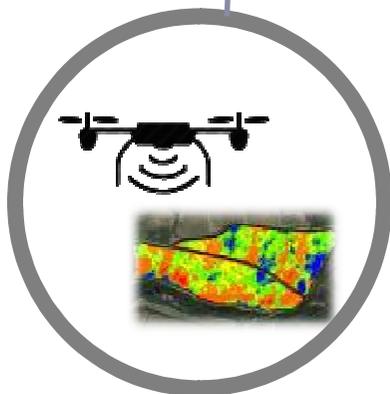


# Partners

## *Una colaboración estratégica*



AgroMapping ofrece servicios de **análisis e interpretación** de datos en el sector de la teledetección agrícola. Ofrecemos rigor científico, innovación y personalización.



Consultoría



Formación teledetección



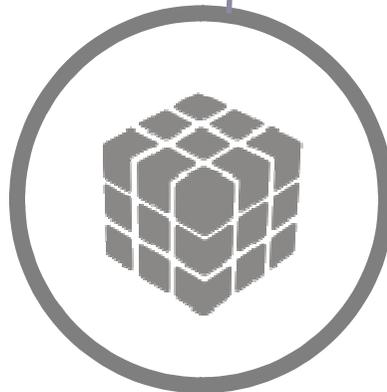
I+D

# Partners

## *Una colaboración estratégica*



AKIS International es un **equipo** de ingenieros que ofrece servicios técnicos en el mundo de la agricultura y la industria agroalimentaria.



Consultoría



Formación



I+D



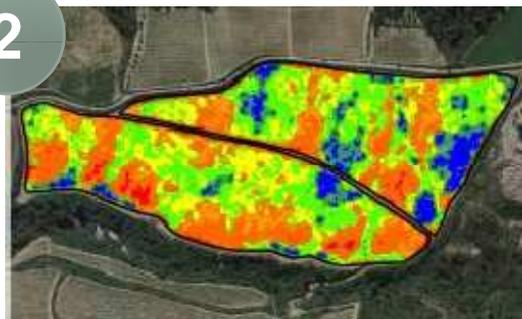
# Etapas del proceso

1



**MDRONE** analiza las necesidades, configura el sensor apropiado, prepara el plan de vuelo, realiza el vuelo y genera la ortofotografía.

2



**AgroMapping** genera los mapas e informes.

3



**AKIS** interpreta los mapas y genera el Plan de actuación.



# Índice

- **Agricultura de de precisión**
- Teledetección como fuente de información
- Drones y sensores
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D

# Agricultura de Precisión



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



# Perspectiva año 2050

Población mundial alcanzará 9.1 billones de personas ( $\approx 30\%$  más que hoy)

Suelos erosionados y contaminados por agro-químicos

La agricultura se debe adaptar al cambio climático

**Producción debe crecer** un 70%.

Directivas de la UE cada vez más restrictivas

Restricción en los recursos hídricos

Disminución de recursos humanos

Desarrollar métodos de producción más **eficientes y sostenibles**

*Fuente: How to feed the world 2050, FAO (2009)*



## Problema

2000  
0.23  
ha/habitante



2050  
0.15  
ha/habitante  
(1991)

Falta de  
seguridad  
alimentaria

Experiencia  
I+D  
Tecnología

## Solución

- ↑ Producción
- ↓ Costes
- ↑ Sostenibilidad
- ↑ Rentabilidad

Asegurar la  
seguridad  
alimentaria y medio  
ambiente

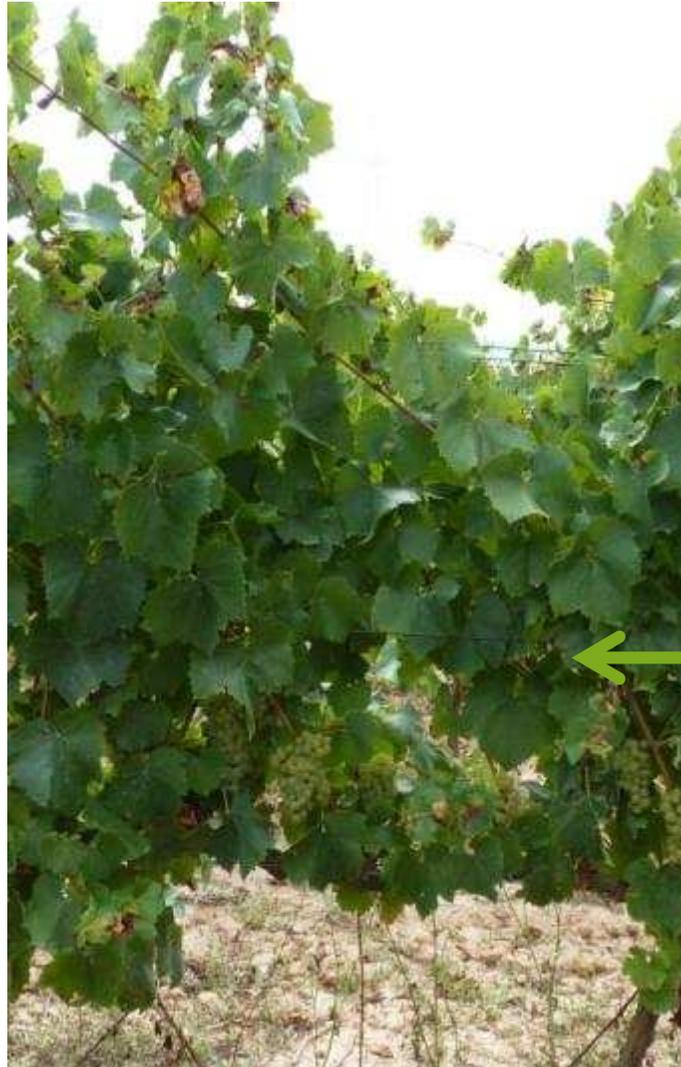


# Agricultura de precisión

## Problemas en agricultura:

- Movimientos de suelo, alta variabilidad
- Manejos homogéneos
- Diferentes calidades
- Altos costes asociados a tratamientos fitosanitarios
- Estrés hídrico
- Predicción de cosecha para prever compras
- Gestión de la cosecha y recepción
- Transporte y venta
- Margenes de beneficio cada vez más ajustados

# Cada planta un caso

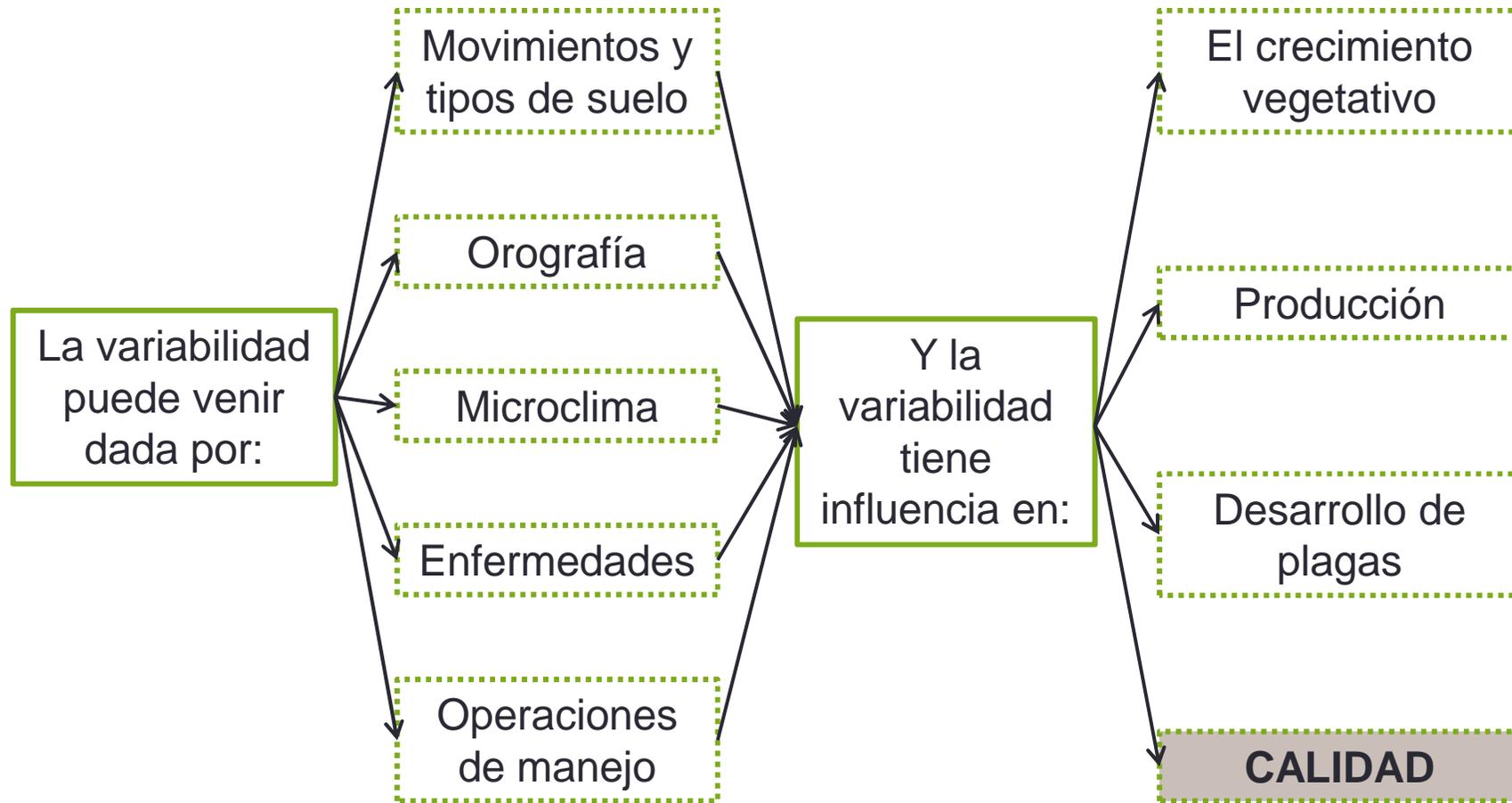


Misma hilera  
(45 m distancia)



Chardonnay

# La variabilidad del cultivo



## Variabilidad introducida por...

- **Suelo** (tipo, fertilidad, pendiente, etc.)
- **Cultivo** (variedad, patrón-injerto, poda, etc.)
- **Plagas** (competencia con malas hierbas, insectos, enfermedades)
- **Estrés hídrico**
- **Otros**



**La visualización y reconocimiento de la variabilidad es el factor clave**

## Respuesta estratégica

- Plantación “inteligente” en zonas homogéneas
- Nueva partición del campo
- Nuevo diseño de las zonas de riego
- Patrones específicos
- Replantación

## Respuesta técnica

- Aplicación variable de insumos (fertilizante, semilla, pesticidas, etc.)
- Trabajar en sub-zonas homogéneas
- Irrigación de dosis variable
- Cosecha sectorizada
- Conducción adaptada de los árboles



Si aceptamos que a la mayoría de parcelas presenta diferencias de crecimiento entre plantas:



# Índice

- Agricultura de de precisión
- **Teledetección como fuente de información**
- Drones y sensores
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



# La teledetección como fuente de información



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

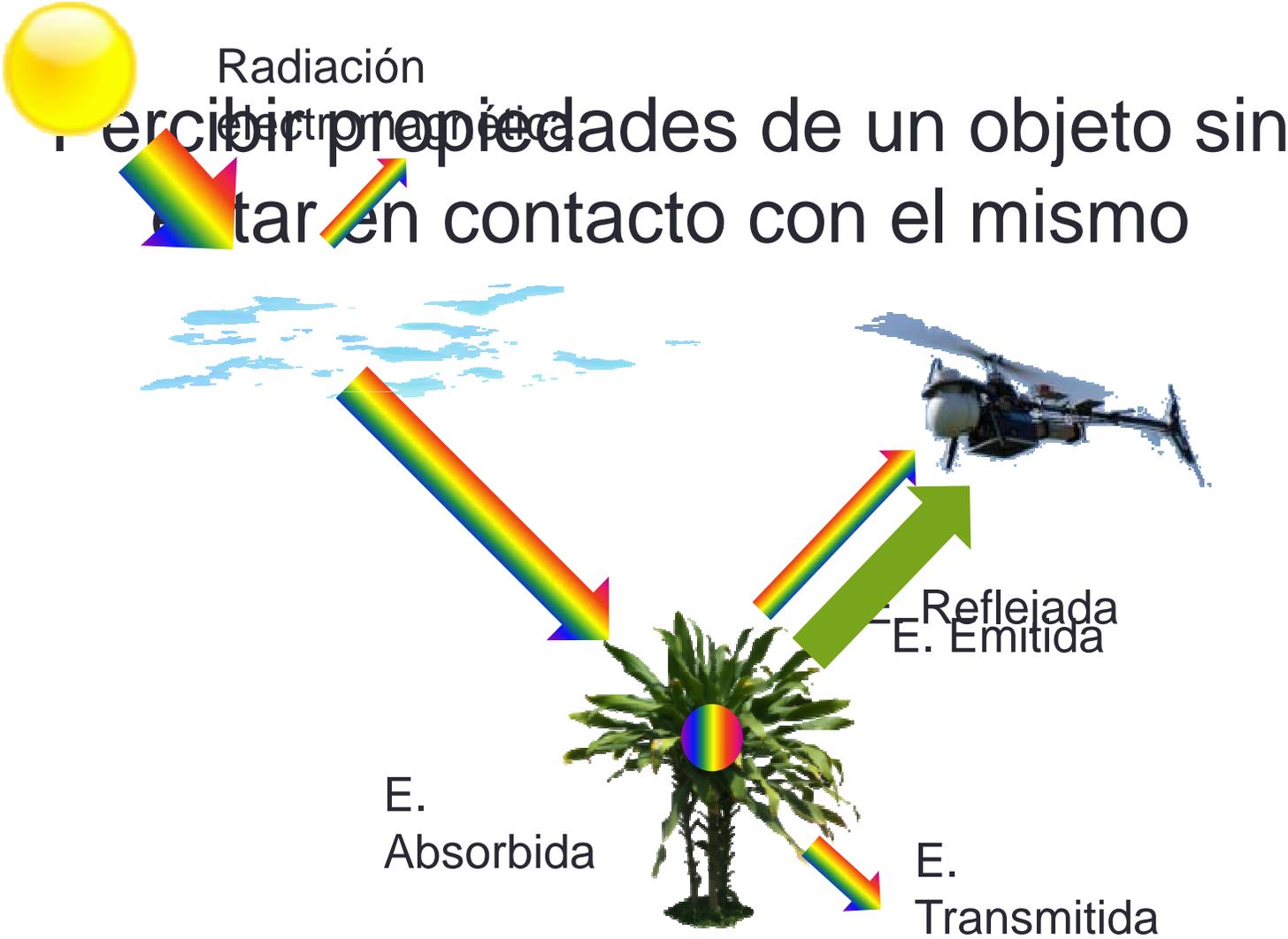


AGRO / MAPPING

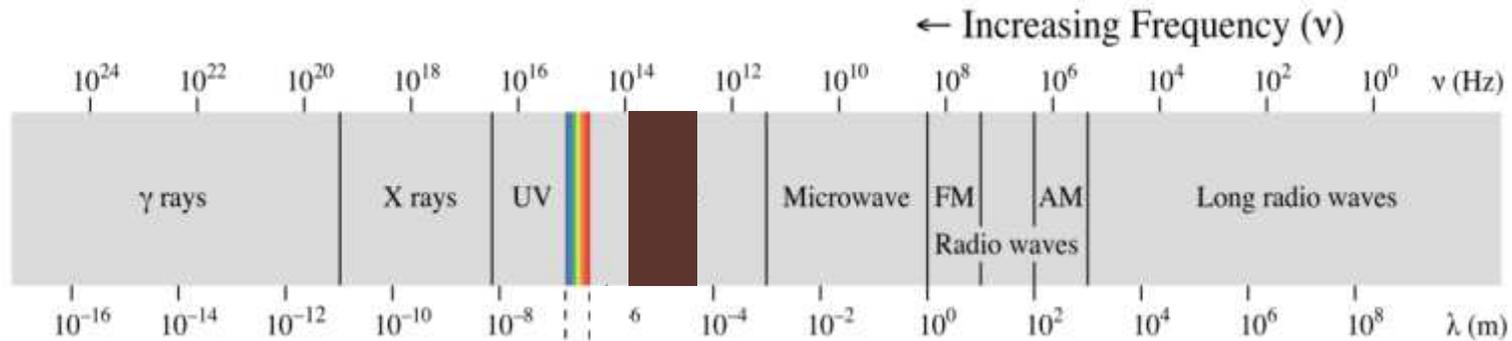
AKIS INTERNATIONAL



# Principios de Teledetección

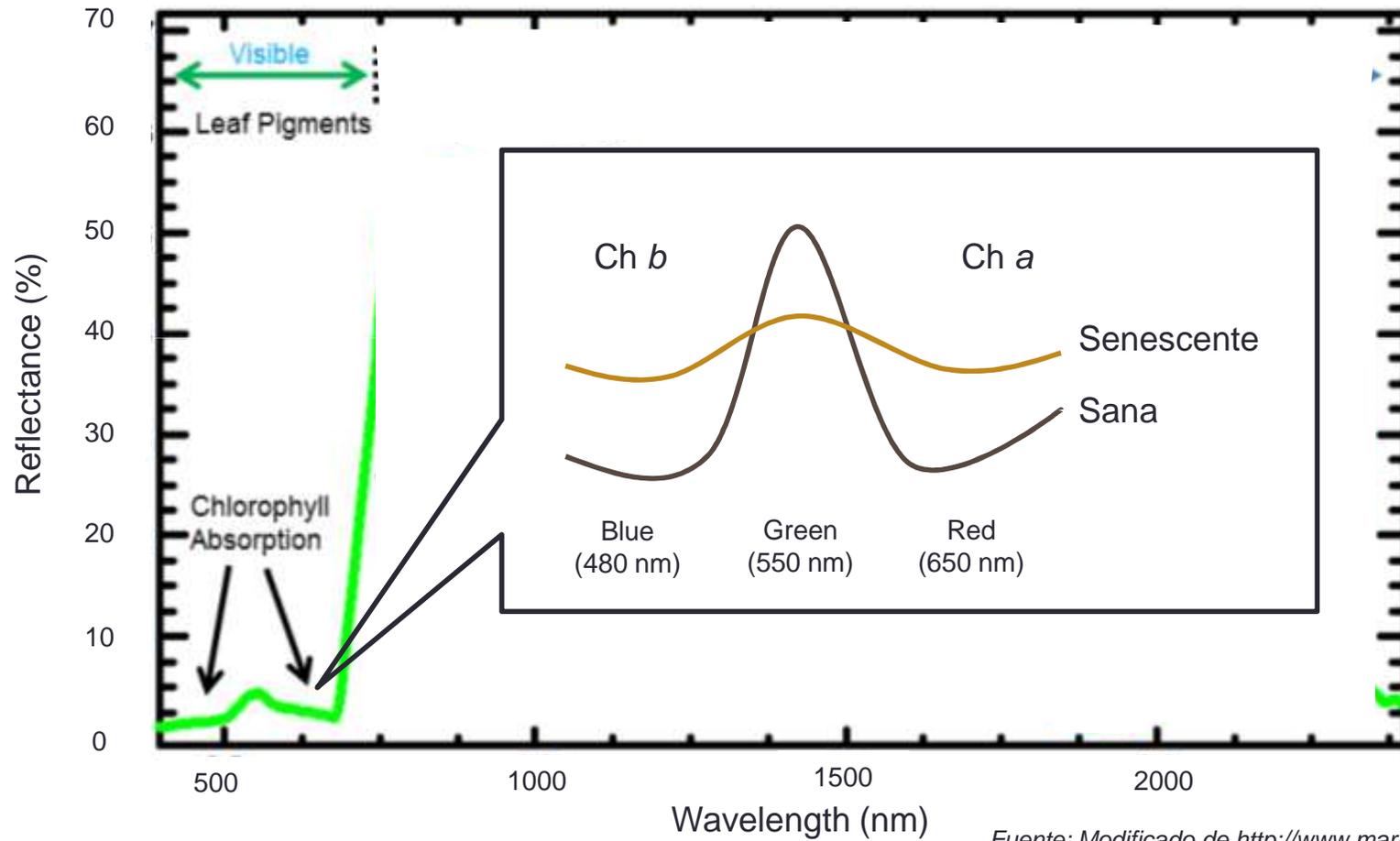


# Principios de Teledetección



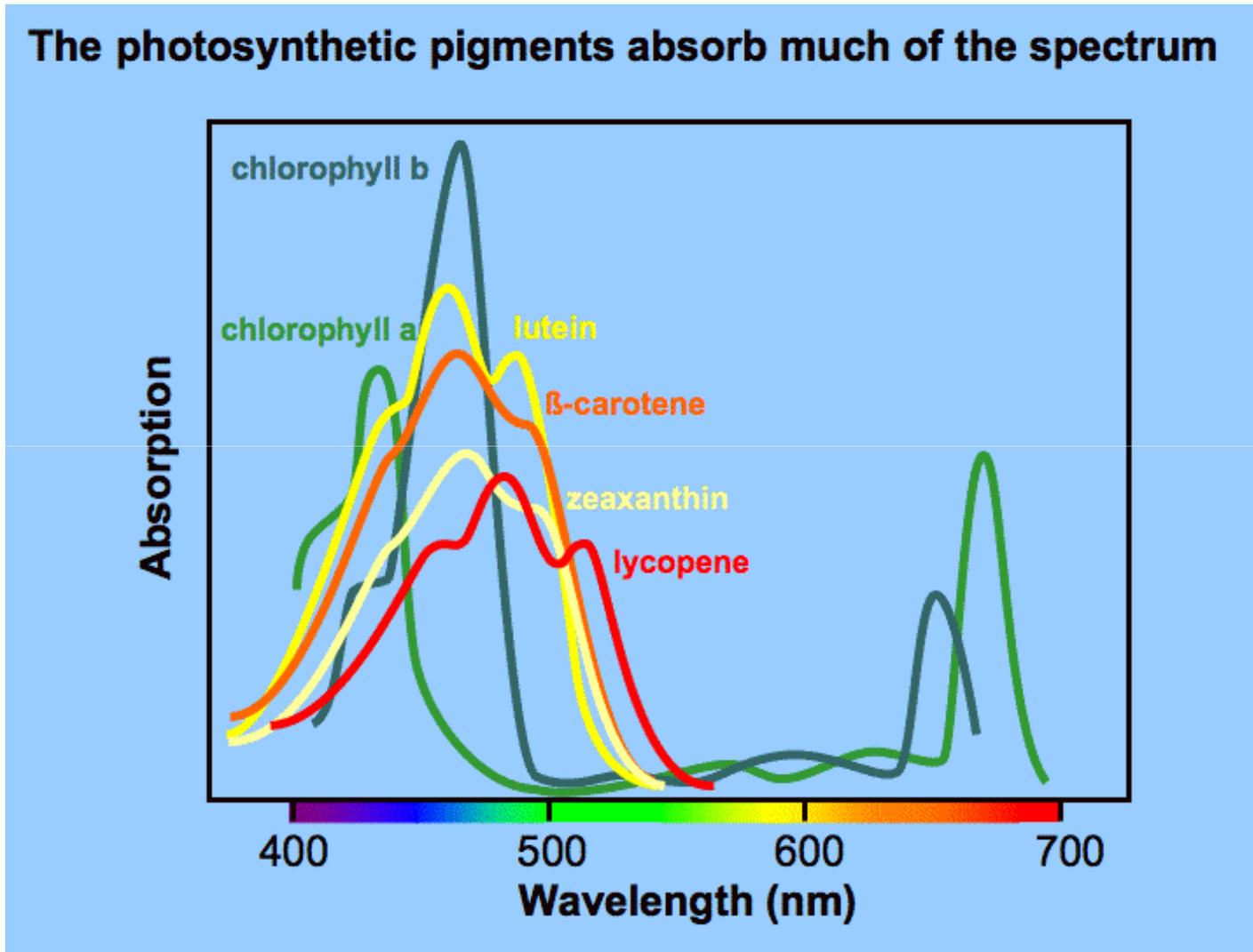
- Near Infrared (NIR) → 740 – 1400 nm
- Short-wavelength Infrared (SWIR) – 1400 – 3000 nm
- Mid-wavelength Infrared (MWIR) – 3000 – 8000 nm
- Long-wavelength Infrared (LWIR) – 8000 – 15000 nm ← **TERMAL**

# La firma espectral de la vegetación (VIS)



Fuente: Modificado de <http://www.markelowitz.com>

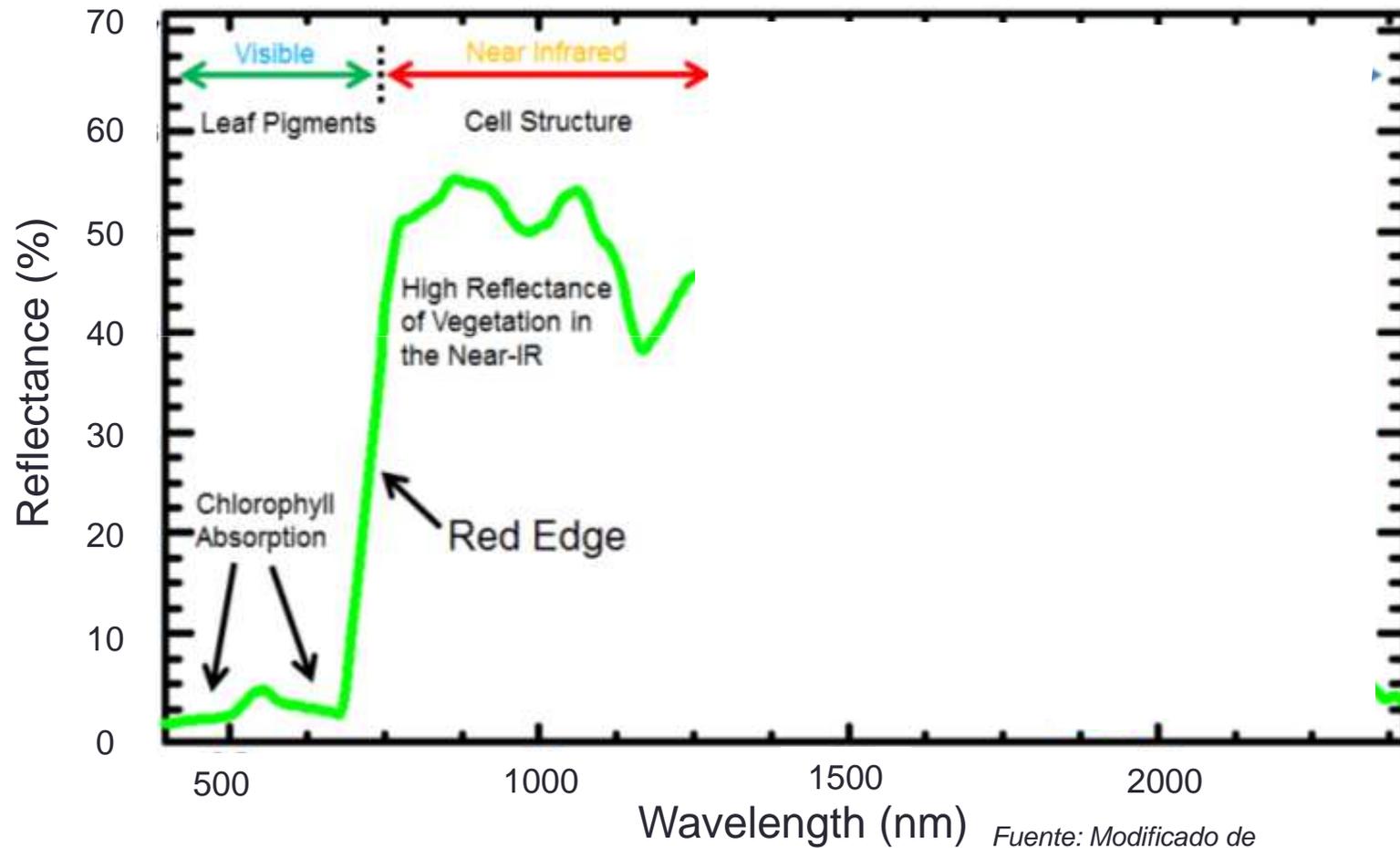
# VIS



Fuente: Koning, Ross E. 1994. Light Reactions. Plant Physiology Information Website.  
[http://plantphys.info/plant\\_physiology/lightrxn.shtml](http://plantphys.info/plant_physiology/lightrxn.shtml). (1-8-2015)



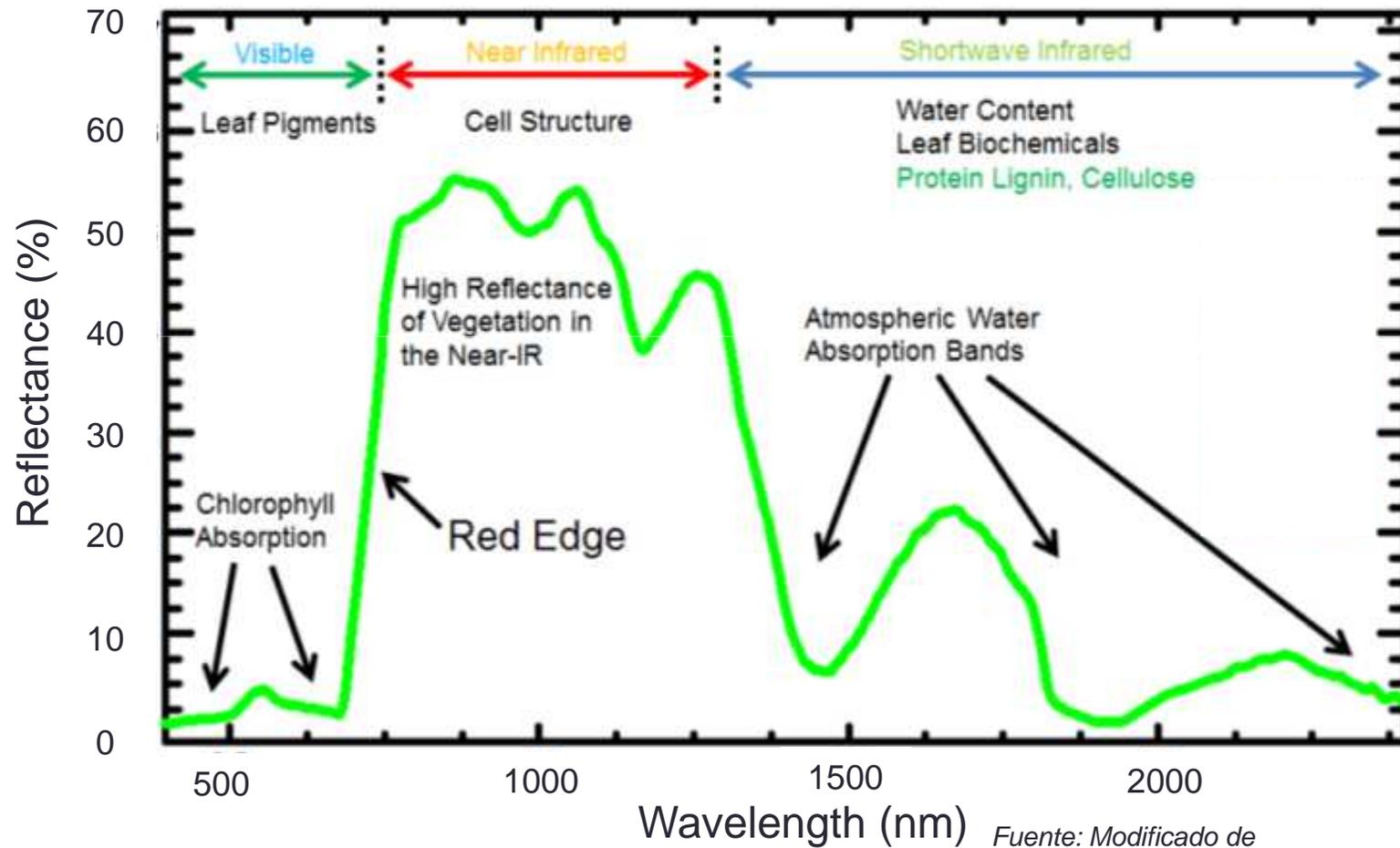
# La firma espectral de la vegetación (NIR)



Fuente: Modificado de <http://www.markelowitz.com>



# La firma espectral de la vegetación (SWIR)



Fuente: Modificado de <http://www.markelowitz.com>



# Indices de vegetación

Table 1. Vegetation indices for biochemical and leaf area index (LAI) estimation calculated from multispectral and hyperspectral imagery.

Vegetation index	Equation	Reference
<b>Structural indices</b>		
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	$NDVI = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$	Rouse et al. (1974)
Modified Triangular Vegetation Index (MTVI1)	$MTVI1 = 1.2 \times [1.2 \times (R_{800} - R_{650}) - 2.5 \times (R_{650} - R_{450})]$	Hudon et al. (2004)
Modified Triangular Vegetation Index (MTVI2)	$MTVI2 = \frac{1.5 \times [1.2 \times (R_{800} - R_{650}) - 2.5 \times (R_{650} - R_{450})]}{\sqrt{2 \times R_{800} + 1}^2 - 16 \times R_{650} - 5 \times (R_{650} - 0.5)}$	Hudon et al. (2004)
Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI)	$RDVI = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$	Rougeux and Sneyers (1995)
Simple Ratio Index (SR)	$SR = R_{800} / R_{650}$	Burns (1992); Geuse et al. (1974)
Modified Simple Ratio (MSR)	$MSR = \frac{R_{800} / R_{650} - 1}{(R_{800} / R_{650})^2 + 1}$	Chen (1998)
Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (MCARI)	$MCARI1 = 1.2 \times [2.5 \times (R_{800} - R_{650}) - 1.3 \times (R_{650} - R_{450})]$	Hudon et al. (2004)
Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (MCARI)	$MCARI2 = \frac{1.5 \times [2.5 \times (R_{800} - R_{650}) - 1.3 \times (R_{650} - R_{450})]}{\sqrt{2 \times R_{800} + 1}^2 - 16 \times R_{650}}$	Hudon et al. (2004)
Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	$SAVI = (1 + L) \times (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650} + L)$	Justice (1988); Qi et al. (1994)
Improved SAVI with self-adjustment factor L (MSAVI)	$MSAVI = \frac{1}{2} [2 \times R_{800} + 1 - \sqrt{2 \times R_{800} + 1}^2 - 8 \times (R_{800} - R_{650})]$	Qi et al. (1994)
Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI)	$OSAVI = (1 + 0.16) \times (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650} + 0.16)$	Rougeux et al. (1996)
<b>Chlorophyll indices</b>		
Greenness Index (G)	$G = R_{650} / R_{800}$	
Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (MCARI)	$MCARI = 1.2 \times [2.5 \times (R_{800} - R_{650}) - 1.3 \times (R_{650} - R_{450})]$	Daughtry et al. (2000)
Transformed CARI (TCARI)	$TCARI = 1 \times [(R_{650} - R_{450}) / (R_{800} - R_{650}) - (R_{650} - R_{450}) / (R_{800} - R_{650})]$	Hudon et al. (2002)
Triangular Vegetation Index (TVI)	$TVI = 0.5 \times [12 \times (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650}) - (R_{650} - R_{450}) / (R_{800} - R_{650})]$	Brege and Leblond (2000)
Zarco-Tejada & Miller	$ZTM = R_{650} / R_{800}$	Zarco-Tejada et al. (2001)
<b>Water indices</b>		
Normalized Difference Water Index (NDWI)	$NDWI = (R_{1200} - R_{800}) / (R_{1200} + R_{800})$	Go (1996)
Simple Ratio Water Index (SRWI)	$SRWI = R_{1200} / R_{800}$	Zarco-Tejada et al. (2003)
Plant Water Index (PWI)	$PWI = R_{1200} / R_{800}$	Petrucci et al. (1997)
<b>Other spectral parameters</b>		
Simple Ratio Pigment Index (SRPI)	$SRPI = R_{650} / R_{800}$	Hare et al. (1984); Bonham-Carter (1988)
Normalized Phaeophytinization Index (NPQI)	$NPQI = (R_{650} - R_{450}) / (R_{650} + R_{450})$	Hare et al. (1984); Bonham-Carter (1988)
Photochemical Reflectance Index (PRI)	$PRI = (R_{410} - R_{670}) / (R_{410} + R_{670})$	Hare et al. (1984); Bonham-Carter (1988)
Normalized Pigment Chlorophyll Index (NPCI)	$NPCI = (R_{650} - R_{450}) / (R_{650} + R_{450})$	Hare et al. (1984); Bonham-Carter (1988)
<b>Carter indices</b>		
Lichtenthaler indices	$LCI1 = R_{650} / R_{800}$ ; $LCI2 = R_{650} / R_{450}$ ; $LCI3 = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$ ; $LCI4 = R_{650} / R_{450}$	Carter (1994); Carter et al. (1996)
Structure Intensive Pigment Index (SIPI)	$SIPI = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$	Petrucci et al. (1995)
Vogelmann indices	$Vog1 = R_{650} / R_{800}$ ; $Vog2 = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$ ; $Vog3 = (R_{800} - R_{650}) / (R_{800} + R_{650})$ ; $Vog4 = D_{650} / D_{800}$	Vogelmann et al. (1993); Zarco-Tejada et al. (1999)
Gitelson and Merzlyak	$G.M1 = R_{650} / R_{800}$ ; $G.M2 = R_{650} / R_{450}$	Gitelson and Merzlyak (1997)
Carotene Index (Fluorescence)	$CI_{R} = (R_{650} / R_{450}) / (R_{800} / R_{450})$	Zarco-Tejada et al. (2000)
Double-Peak Ratio indices	$DPRI = D_{650nm} / D_{450nm}$ ; $DPRI2 = D_{650nm} / D_{450nm}$ ; $DPRI2 = D_{650nm} / D_{450nm}$	Zarco-Tejada et al. (2001)
Area Red Edge Peak (ADRE)	$ADRE = \int D$	Zarco-Tejada et al. (2001)

36 en un solo artículo

## Structural indices

## Chlorophyll indices

## Water indices

## Red edge spectral parameters

## Other indices mentioned but not used in this study

Zarco-Tejada, P.J., Ustin, S.L., & Whiting, M.L. 2005. "Temporal and Spatial Relationships between Within-Field Yield Variability in Cotton and High-Spatial Hyperspectral Remote Sensing Imagery." *Agronomy Journal* 97(3):641–653.

# Indices de vegetación

## Structural indices

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

$$PCD = \frac{R_{NIR}}{R_{Red}} \quad (\text{o ratio simple})$$

## Correlaciones:

- Biomasa y cubierta vegetal
- Crecimiento del cultivo
- Estrés vegetal
- Producción

## Chlorophyll indices

$$REIP = 700 + 40 \cdot \frac{\frac{(R_{670} + R_{780})}{2} - R_{700}}{R_{740} - R_{700}}$$

$$MCARI = [(R_{700} - R_{670}) - 0,2(R_{700} - R_{550})] \left( \frac{R_{700}}{R_{670}} \right)$$

$$TCARI = 3 \cdot [(R_{700} - R_{670}) - 0,2(R_{700} - R_{550})] \left( \frac{R_{700}}{R_{670}} \right)$$

## Water indices

$$CWSI = \frac{T_{canopy} - T_{wet}}{T_{air} - T_{wet}}$$

# Índice

- Agricultura de de precisión
- Teledetección como fuente de información
- **Drones y sensores**
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



# Drones y sensores



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

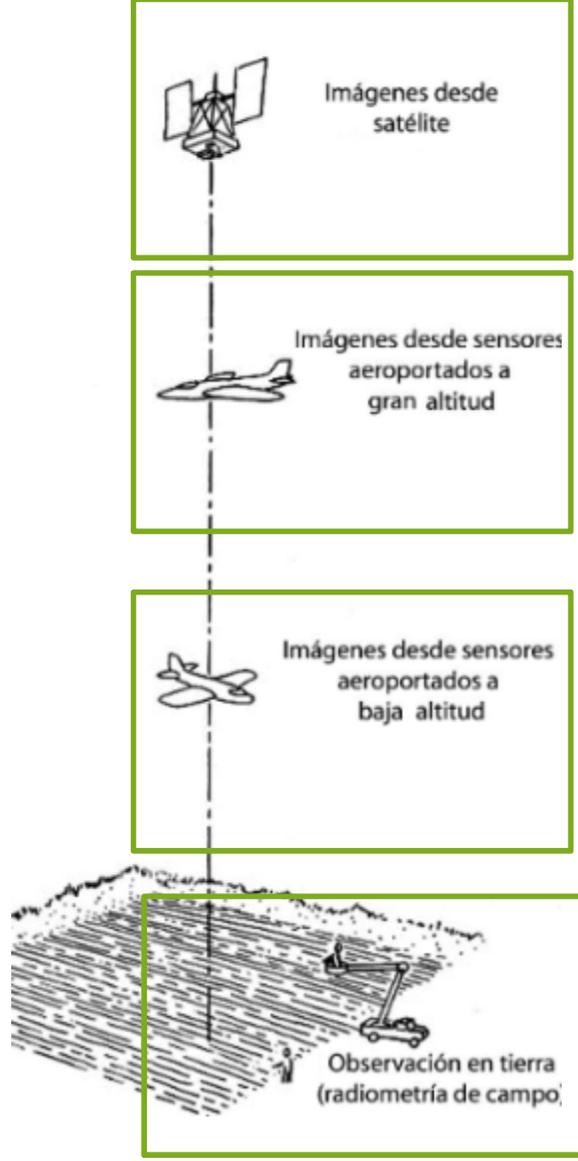


AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



Fuente: Martínez-Casasnovas i Arnó, 2013



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL

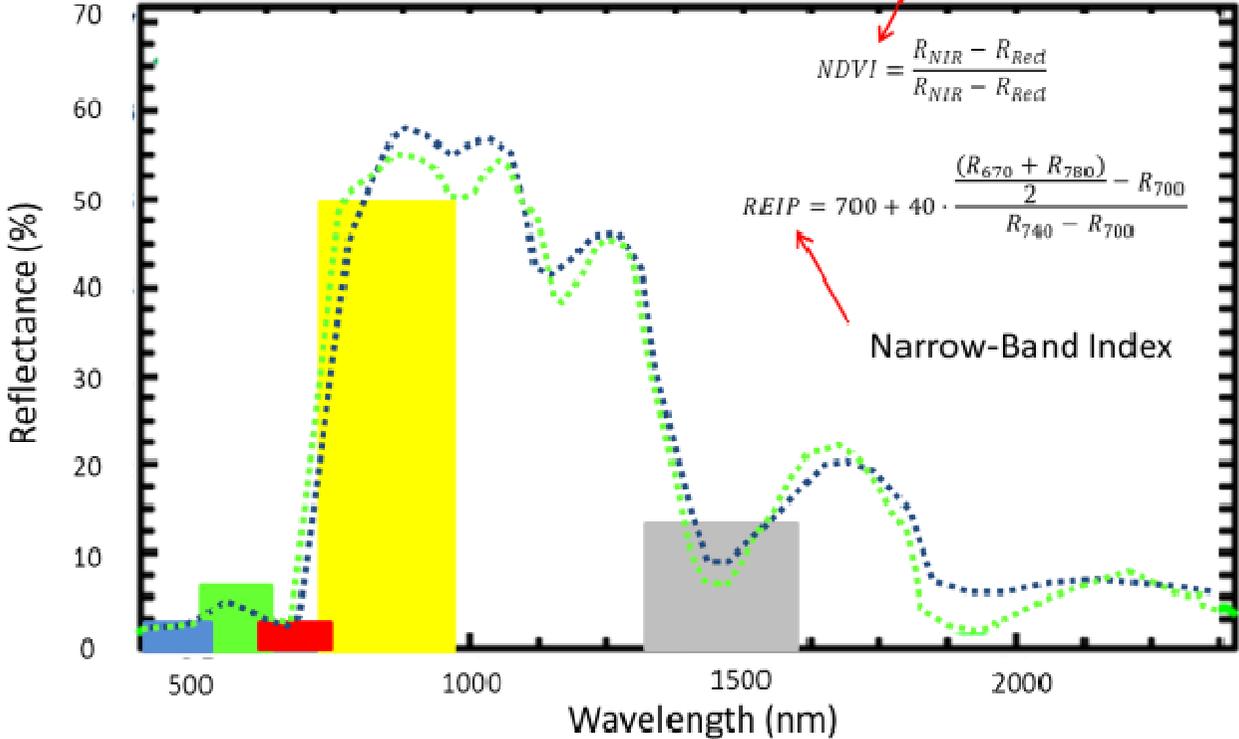


# ¿Qué ofrecen los UAV?

- Visualización de la variabilidad a escala global
- Versatilidad → satélites de bolsillo
- Mayor resolución → mejor discriminación
- Bajo coste de operación y mantenimiento (!!!)
- Momento exacto de vuelo acorde a la vegetación
- Vuelo por debajo de nubes
- Son respetuosos con el medio ambiente
- Rentable para pequeñas parcelas
- Tecnología en continuo desarrollo

# Definiciones

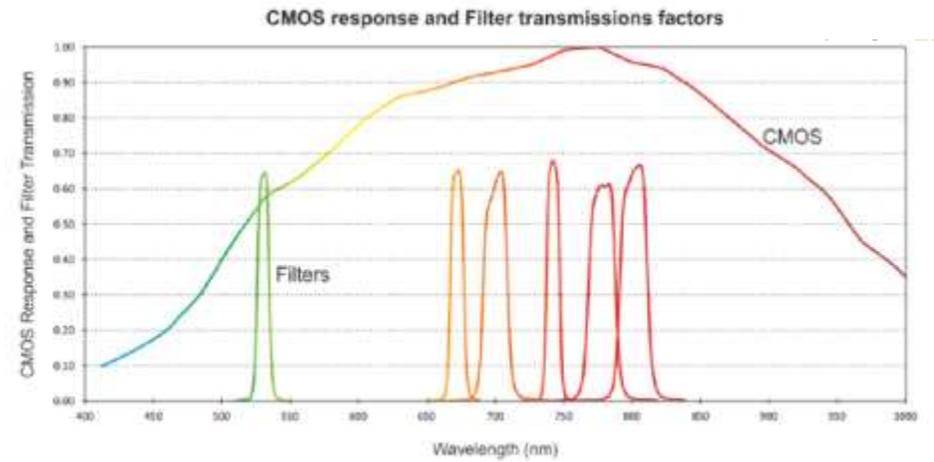
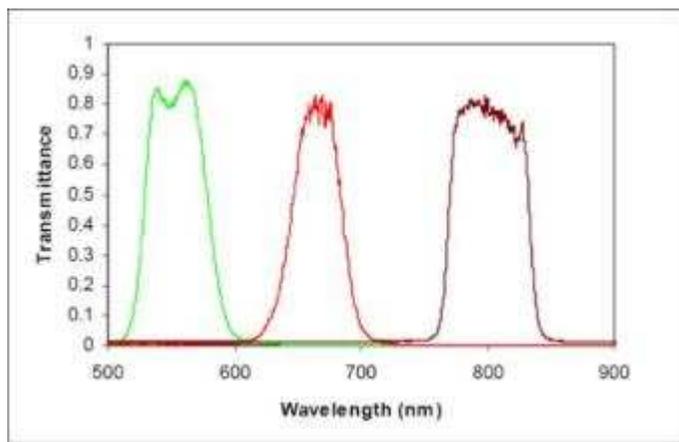
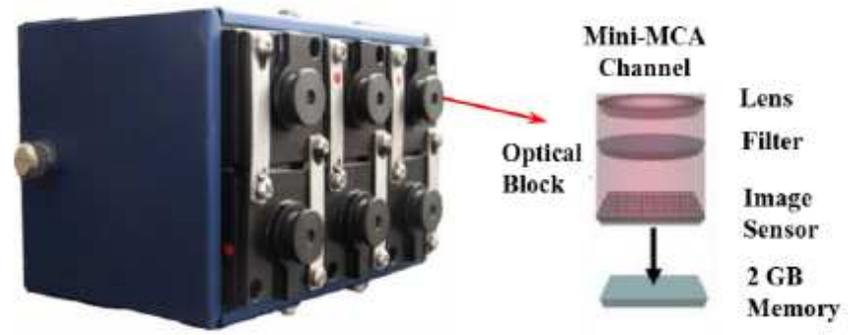
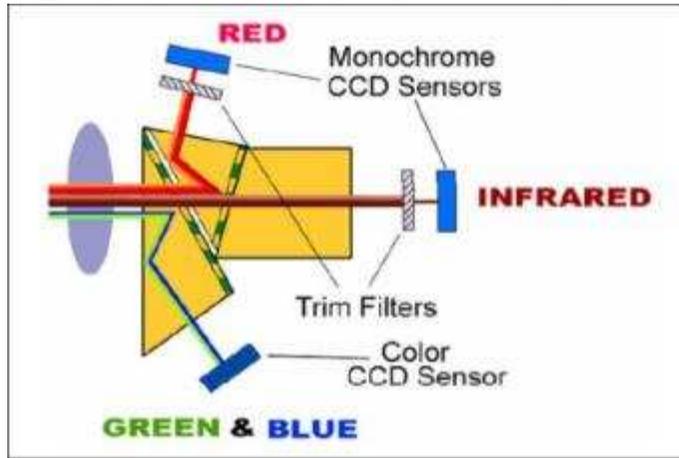
- Resolución espacial (cm/pixel)
- Resolución
- Resolución



# Cámaras RGB

- Ventajas:
  - Amplia gama de calidades y precios
  - Ligeras y muy baratas
  - Altísima resolución espacial
- Desventajas:
  - Solape entre bandas
  - Información solo en VIS
  - Poca variedad de índices de vegetación

# Cámaras Multiespectrales



Fuente: <http://www.resourcemappinggis.com>

Del Pozo, S., Rodríguez-González, P., Hernández-López, D., & Felipe-García, B. 2014. "Vicarious Radiometric Calibration of a Multispectral Camera on Board an Unmanned Aerial System." *Remote Sensing* 6, 1918-1937.

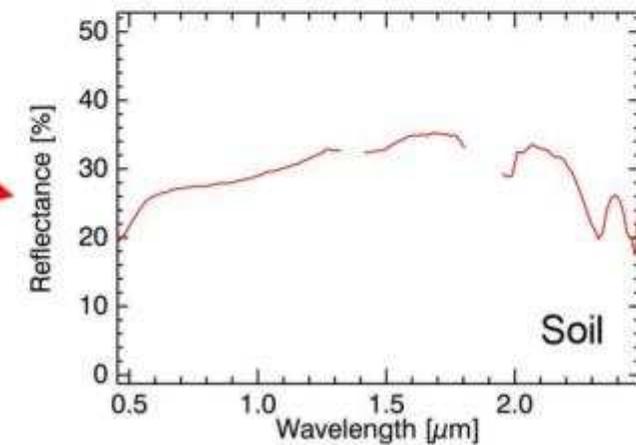
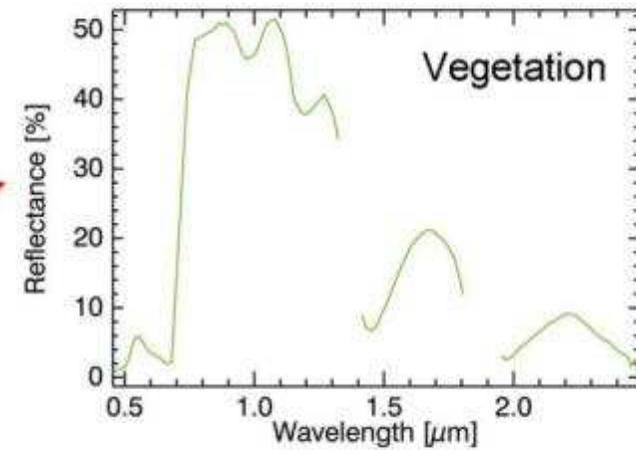
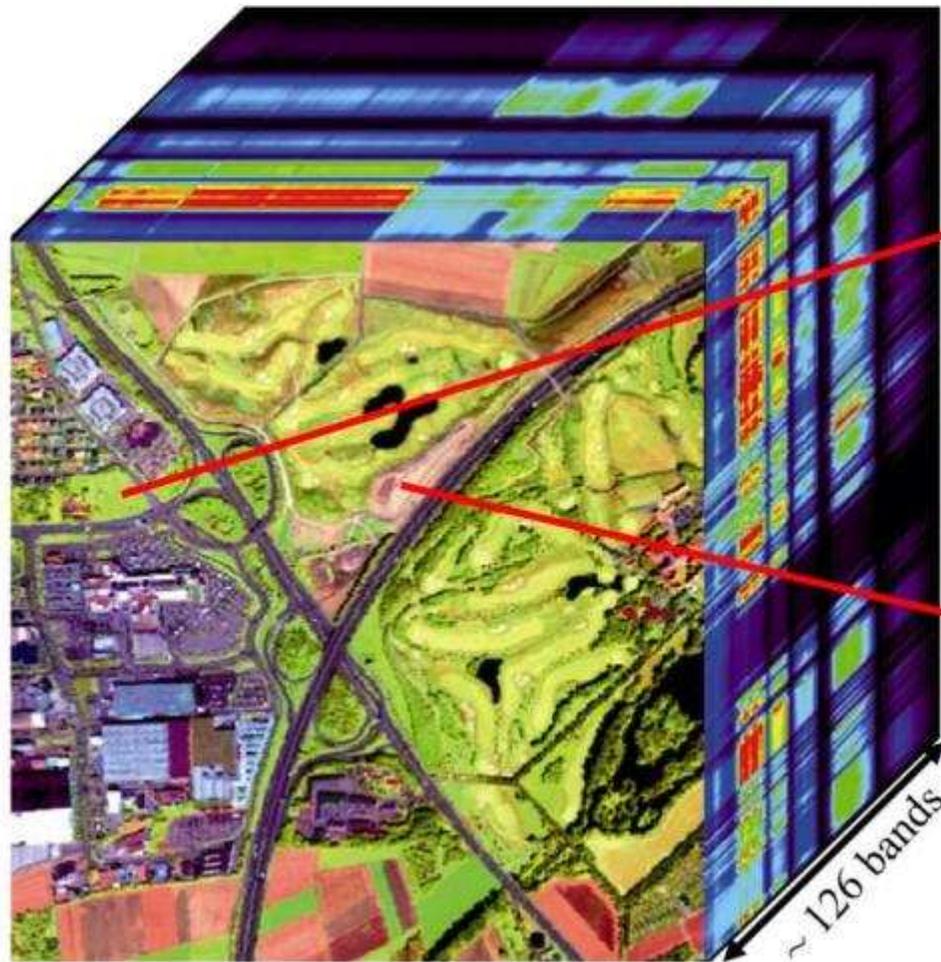
# Cámaras Multiespectrales

- Ventajas:
  - Amplia gama de calidades y precios
  - Son relativamente ligeras para UAV
  - Proporcionan información para calcular un gran número de Índices de vegetación
  - Suficiente para la mayoría de aplicaciones agrícolas actuales
- Desventajas:
  - Algunas no proporcionan bandas sin solape
  - Algunas tienen resolución espacial baja
  - Información en ciertas regiones del espectro (discreto)
  - Anchos de banda demasiado amplios para algunos índices



# Cámaras Hiperespectrales

Hyperspectral data cube of Ludwigsburg (Germany) acquired with the imaging spectrometer HyMap©



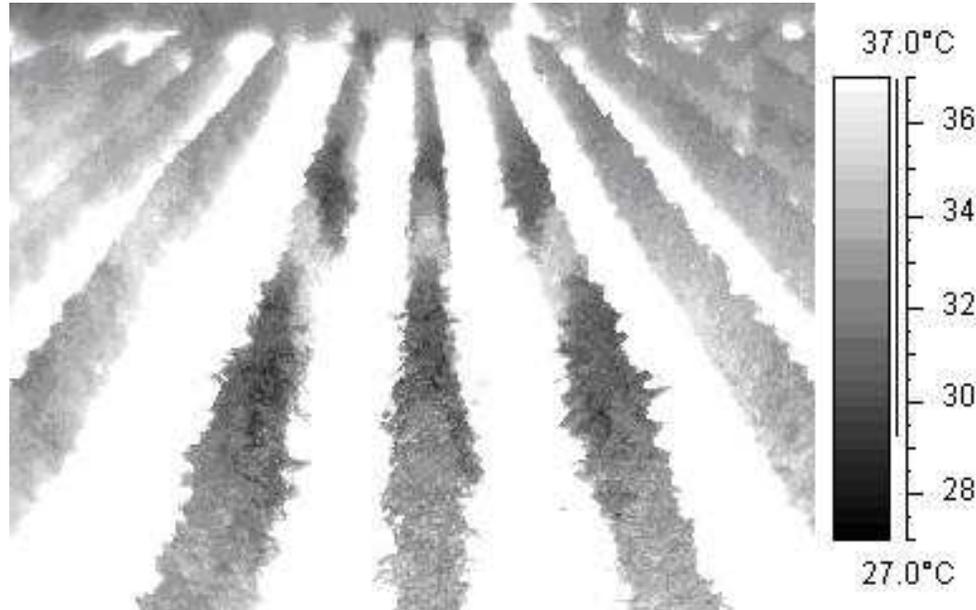
Fuente: Earth Observation Center



# Cámaras Hiperespectrales

- Ventajas:
  - Disponemos de alta resolución espectral
  - Disponemos del espectro continuo
  - Permite calcular la mayoría de índices de vegetación
- Desventajas:
  - Cámaras muy caras
  - Pesadas para según que UAV

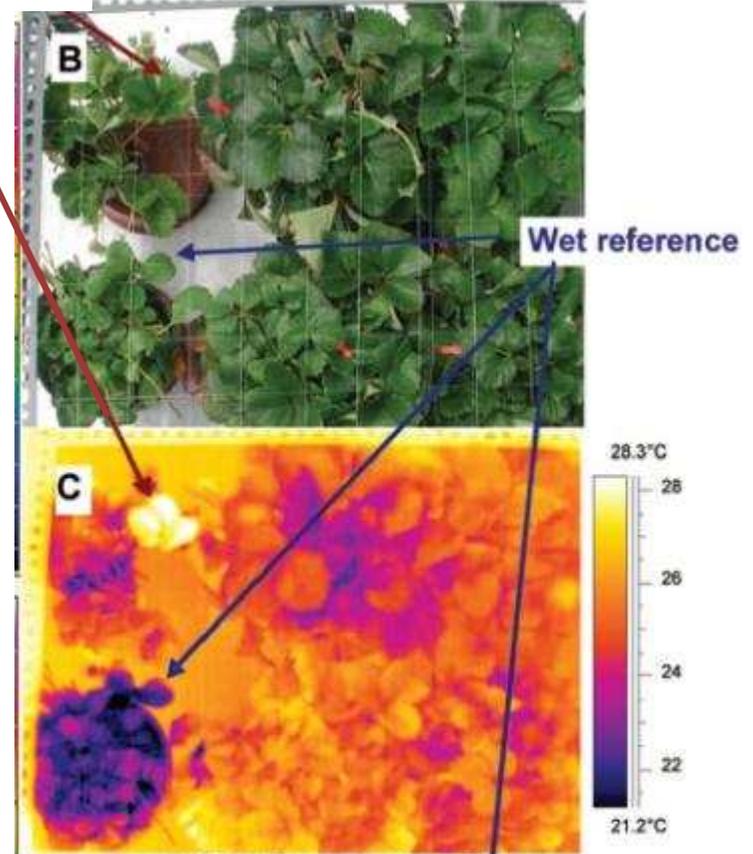
# Sensores termales



Fuente: Alchanatis et al. 2014. IsraelAgri

- Una única banda
- Cada píxel una temperatura
- Baja resolución espacial (ej. 150 m  $\rightarrow$  40 cm/píxel)
- Crucial la calibración
- Variabilidad en la respuesta estomática de diferentes especies

Dry reference



Fuente: Costa et al. 2013  
J. Experimental Botany

# Sensores Termales y termografías

- Ventajas:
  - Permiten calcular índices que muestran estado hídrico en plantas
  - Son aplicaciones que todavía están penetrando en agricultura
  - Combinación de termografía (baja resolución) y multiespectral (alta resolución) → bajar costes
  - Detección de un mal funcionamiento del sistema de riego
- Desventajas:
  - Sensores muy caros
  - La resolución espacial es factor limitante
  - Calibración de la termografía es crucial

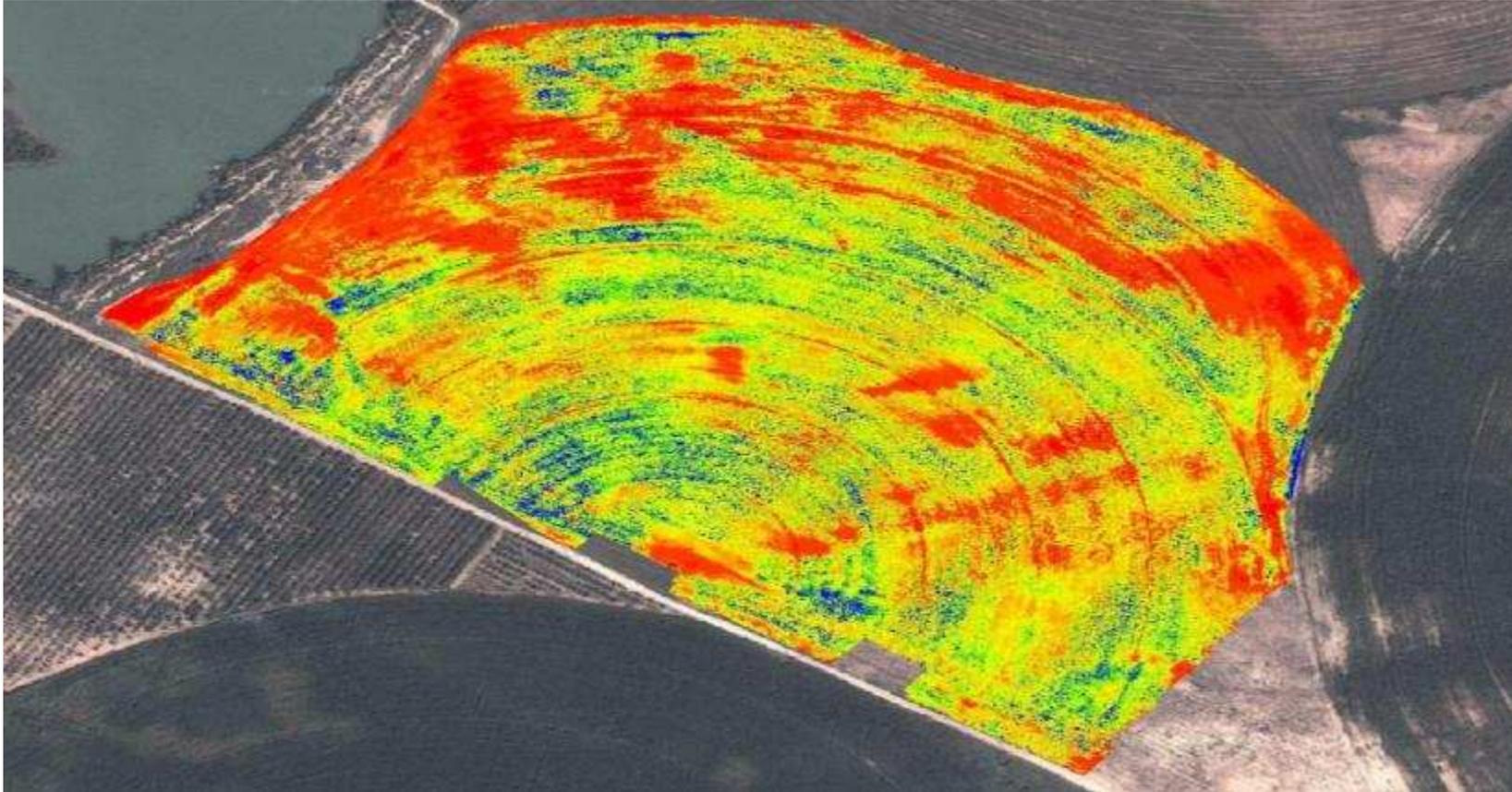


# Índice

- Agricultura de de precisión
- Teledetección como fuente de información
- Drones y sensores
- **Uso de mapas de cultivo en agricultura**
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



# Uso de mapas de cultivo en agricultura



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

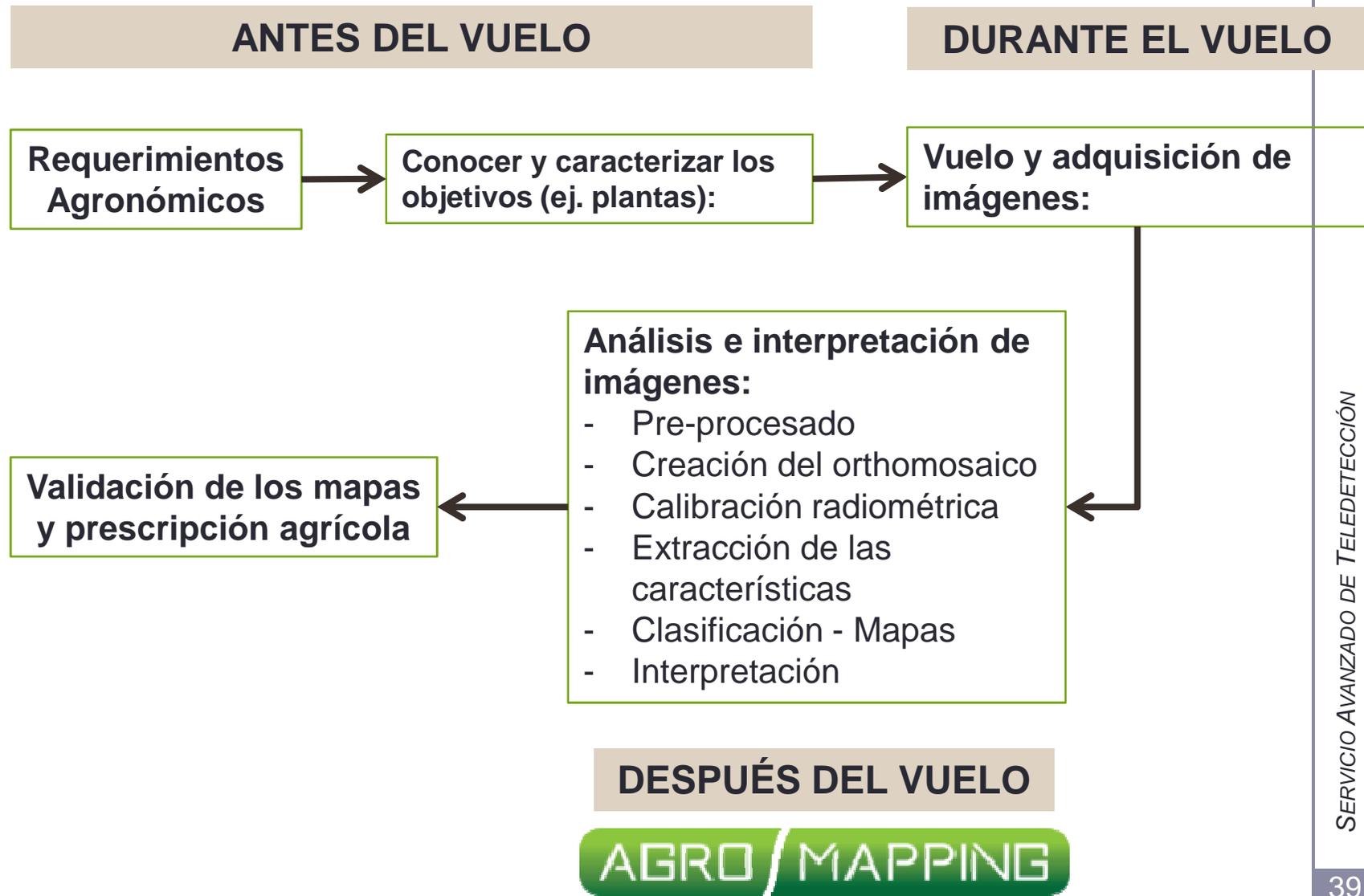


AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL

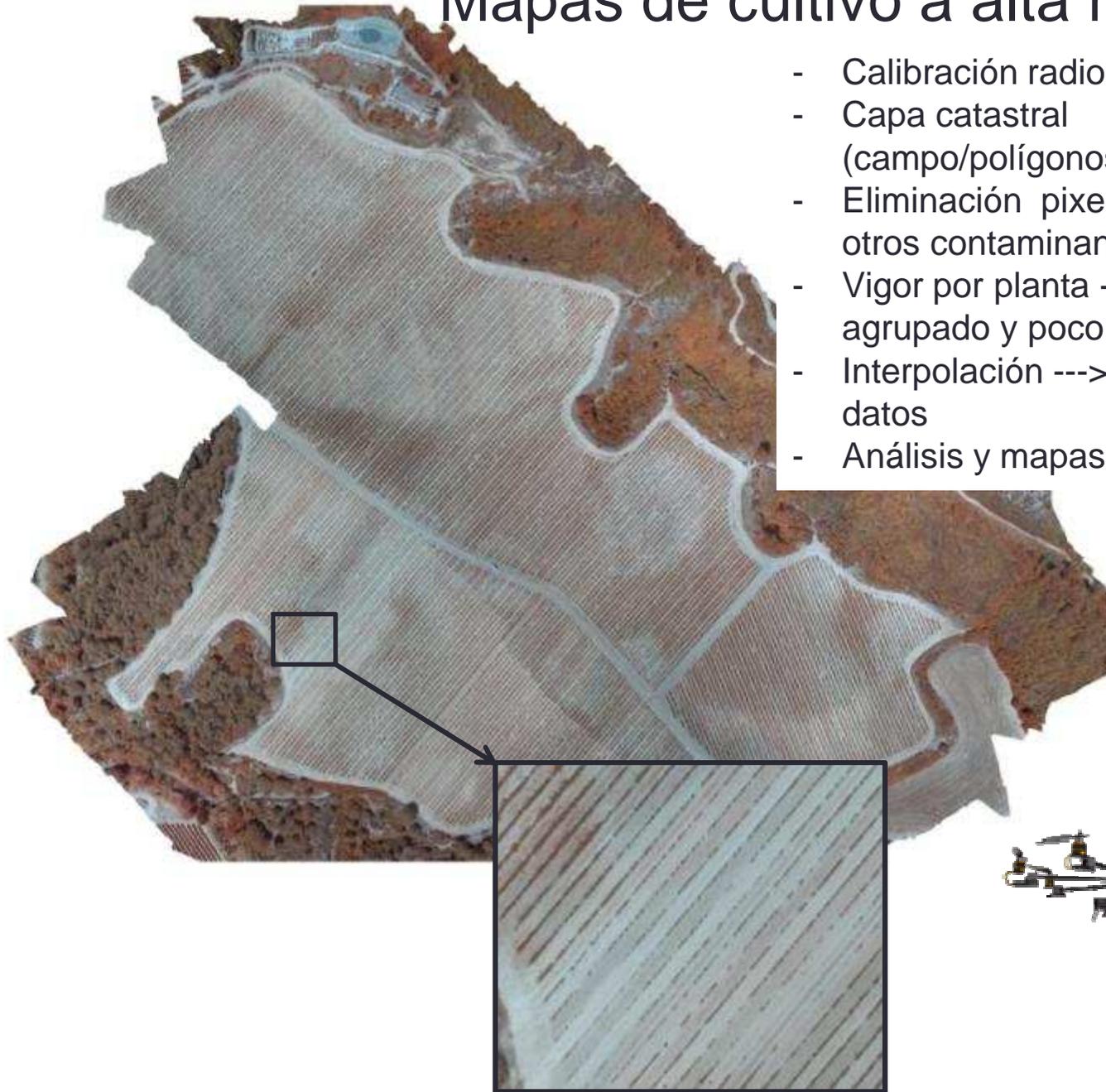


# Teledetección - Procesos



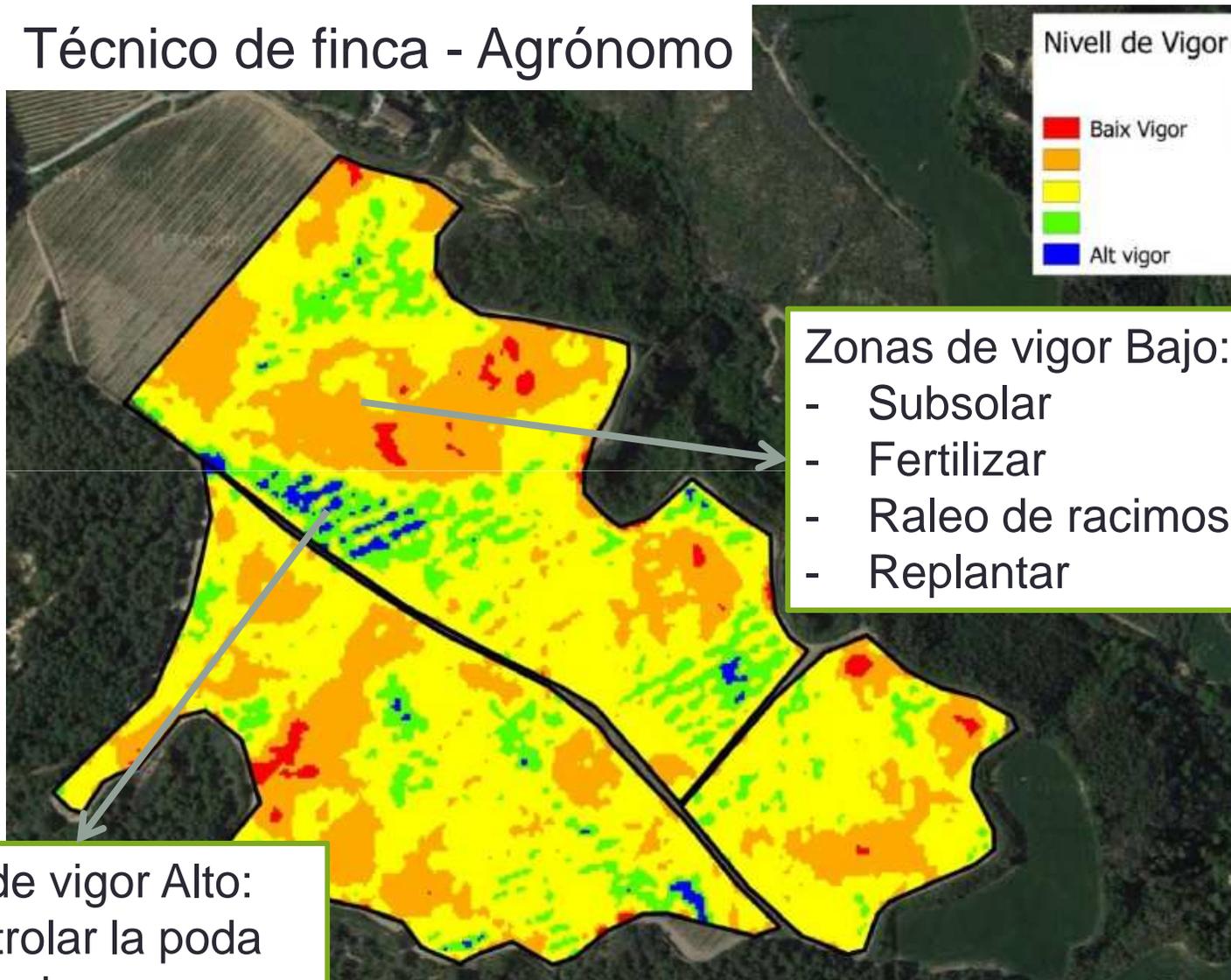
# Mapas de cultivo a alta resolución

- Calibración radiométrica
- Capa catastral (campo/polígonos)
- Eliminación píxeles de suelo y otros contaminantes
- Vigor por planta ---> poco agrupado y poco visual
- Interpolación ---> agrupación de datos
- Análisis y mapas de interés



# Mapas de cultivo a alta resolución

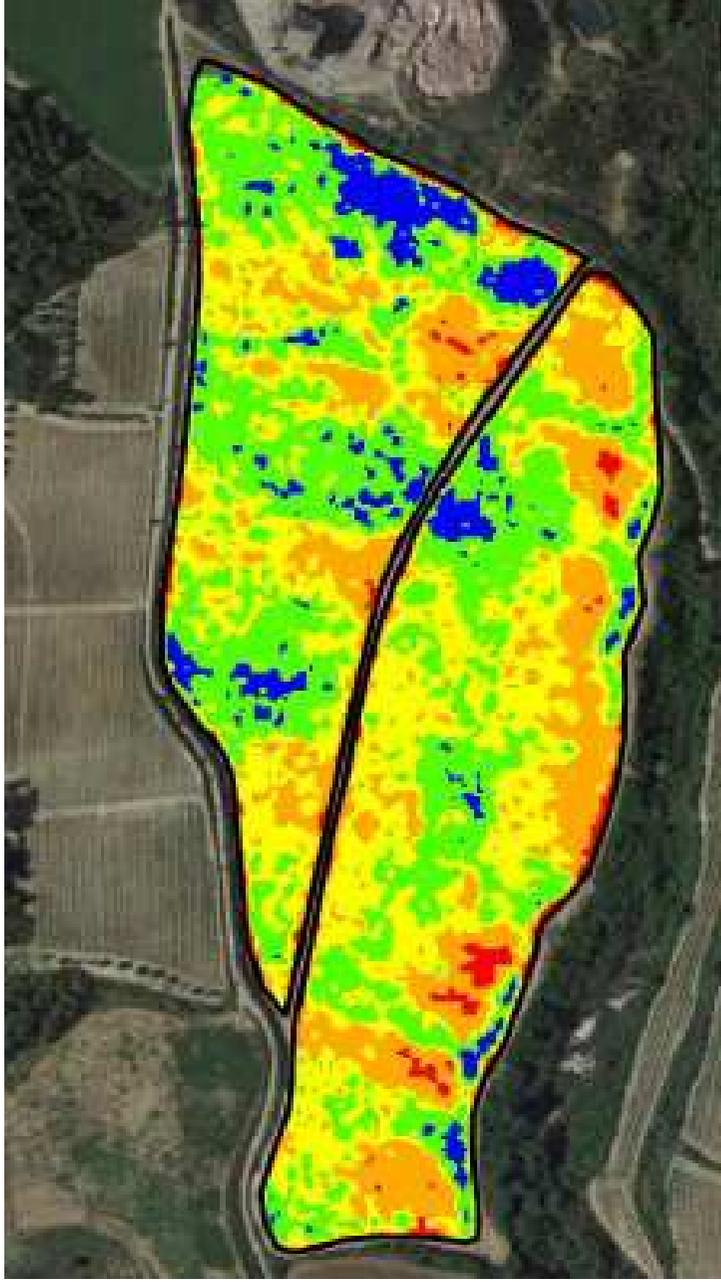
Técnico de finca - Agrónomo



# Mapas de cultivo a alta resolución



- Posicionamiento en campo
- Introducir anotaciones
- Histórico
- Plataforma GIS



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



# Predicción de cosecha

Bodega	País	Variedad	Area (ha)	Estimación (kg)	Error (%)
<b>2012</b>					
Undurraga	Chile	C. Sauvignon	50.2	24256 (1279)	6.8% (0.4%)
Sta Emiliana	Chile	Carmenere	3.1	-1779	-7.6%
<b>2013</b>					
Undurraga	Chile	C. Sauvignon	50.2	-21078	-3.3%
Sta Emiliana	Chile	Carmenere	3.1	-419	-1.6%
<b>2014</b>					
Penedès	España	Pinot Noir	11	4114	6%
Penedès	España	Chardonna y	7.5	-876	-1.5%



# Predicción de cosecha

Bodega	País	Variedad	Area (ha)	Estimación (real)	Error (%)
<b>2015</b>					
Penedès	España	Chardonna y	15,2	95055 (107800)	11,8
Penedès	España	Chardonna y	13,3	57180 (57240)	0,1
Penedès	España	Pinot Noir	19,6	117340 (100620)	-16,6
Penedès	España	Tempranillo	16,6	101160 (100400)	-0,8
Penedès	España	Moscatel	2,16	29803 (30520)	2,3
Penedès	España	Xarel-lo	13,0	62020 (68050)	8,8



# Predicción de cosecha

**Results in cherries**

Company	Variety	Area (ha)	Estimation (kg)	Error (%)
Rio Blanco	Kordia	2.2	-1,700	-10%
Rio Blanco	Lapins	2.4	311	0.5%
Frusan	Bing	3.6		
Frusan	Bing	2.4		
Greenvic	Bing	6.6		
Dayenu	Tulare	1.3		

2012

2013

Dayenu

**Results in apples and pears**

Company	Variety	Area (ha)	Estimation (kg)	Error (%)
Frusan	Granny Smith	8.6	22,000	4.4%
Frusan	Fuji Raku Raku	7.6	4,853	1.8%
Greenvic	Granny Smith	11.3	-18,260	-4.9%
Greenvic	Granny Smith	11.3	-41,013	-12.2%
Greenvic	Pink Lady	6.7	15,425	5.9%
Kleppe	D'Anjou	3.5	-14,020	-10.9%

2012

2013

2014

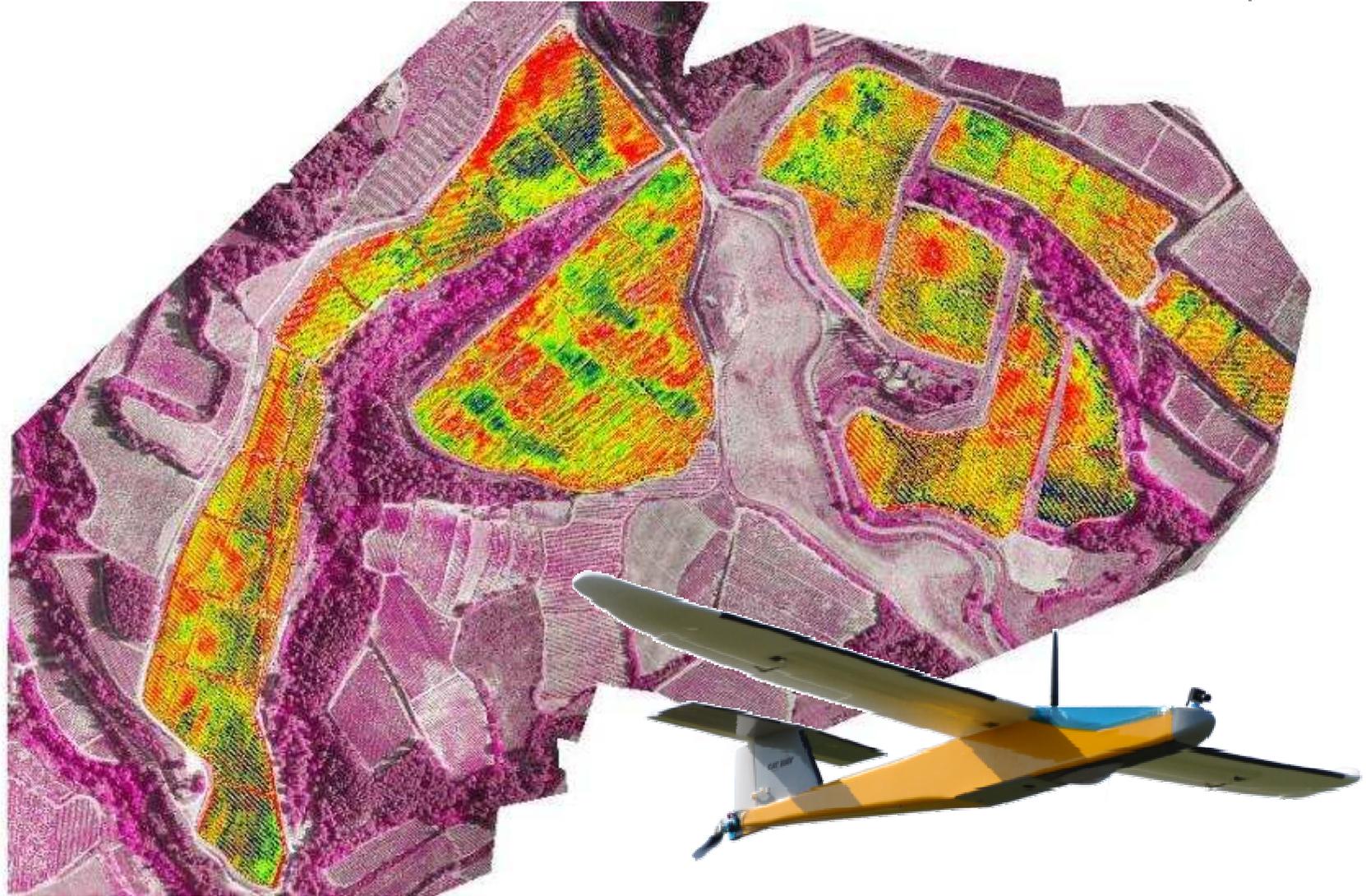
SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

AKIS INTERNATIONAL

AGRO / MAPPING

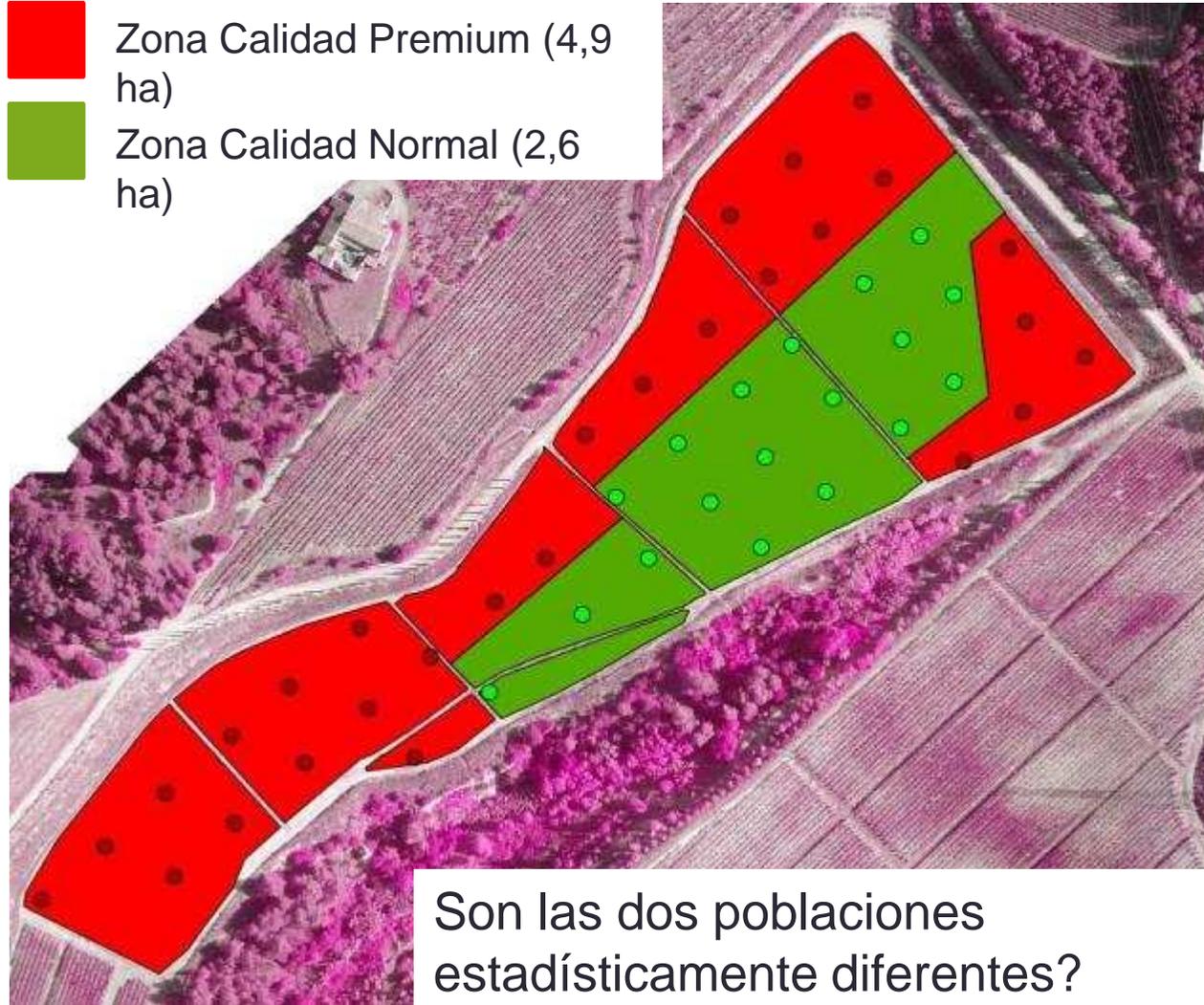


# Zonas de calidad



## Cosechas según calidad – Enologo/Bodega

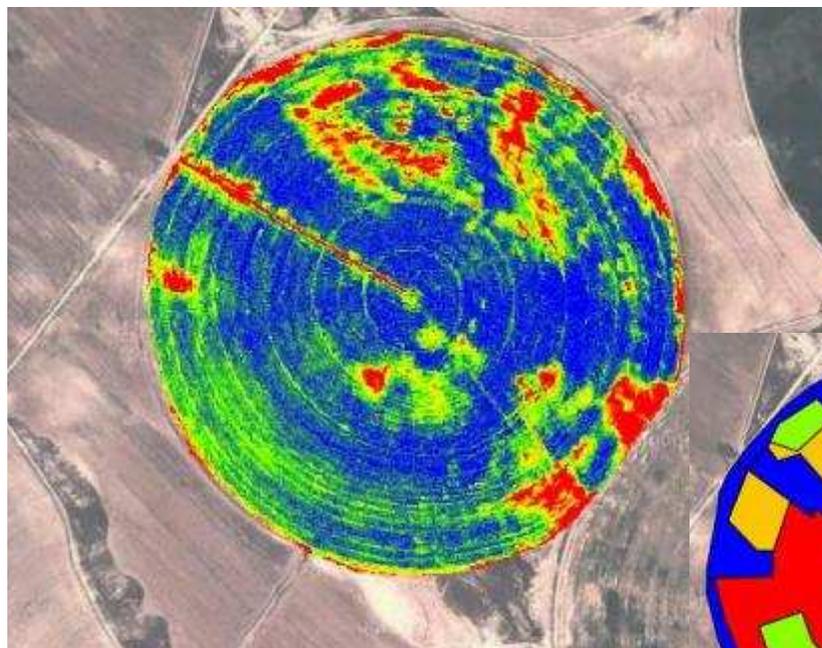
-  Zona Calidad Premium (4,9 ha)
-  Zona Calidad Normal (2,6 ha)



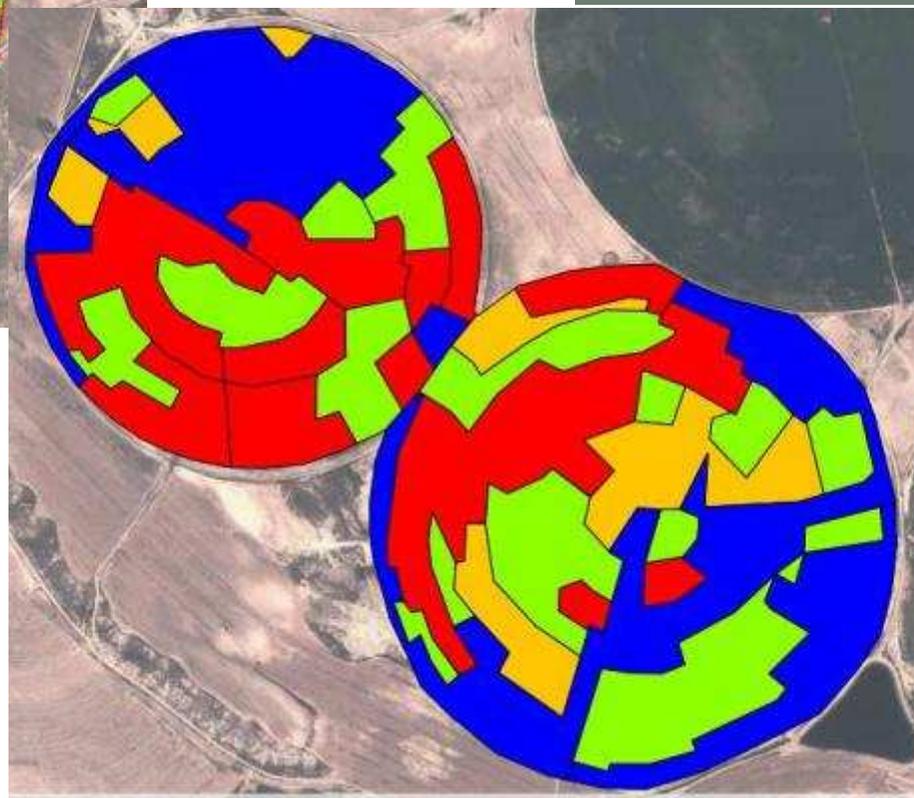
	Zona Calidad Premium	Zona Calidad Normal	p-value	sig 95%
Vol. Veg	0,40	0,62	0,000	*
Racim./cepa	19,6	20,8	0,460	
Peso	102,4	134,2	0,037	*
GAP	11,37	10,7	0,045	*
pH	3,17	3,11	0,045	*

- Distintos momentos de cosecha (maduración)
- Distintos usos

# Planes de abonado



430-458 L/ha  
458-487 L/ha  
487-516 L/ha  
516-545 L/ha



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



# Detección de plagas

Huanglongbing (HLB) o citrus greening:

- Virus que afecta a los cultivos de cítricos.
- Causa la muerte de los arboles.
- Difícil de detectar (Tests genéticos ).
- Scouters expertos mapean arboles potencialmente infectados
- Transmitido por psílido (*Diaphorina citri*).

Necesidad de un sistema de muestreo rápido para detectar arboles potencialmente infectados

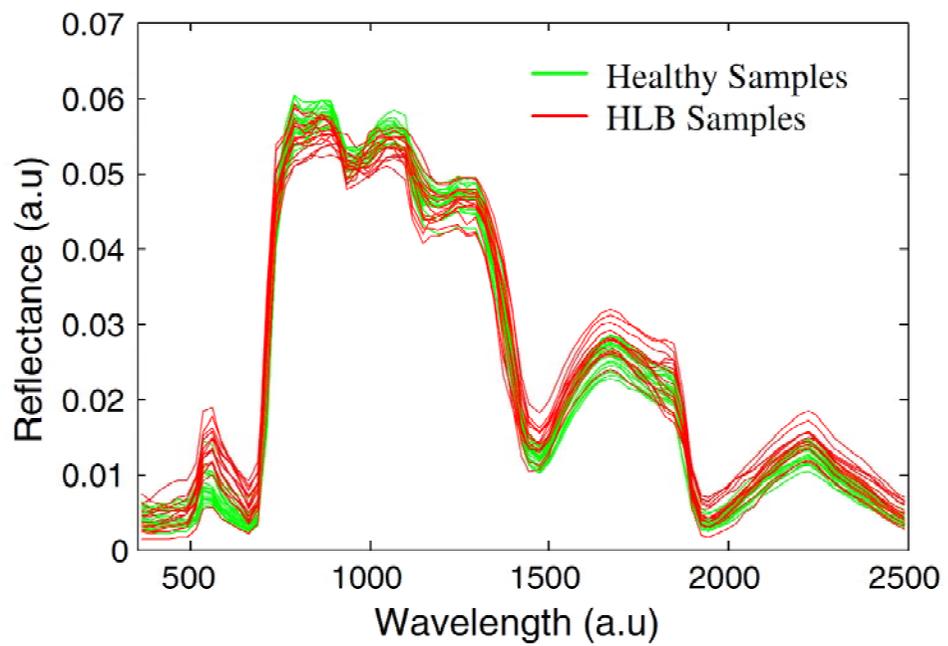


Datos terrestres



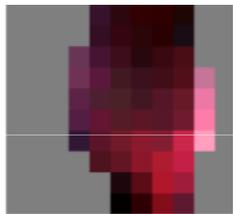
Sistemas Dron ??





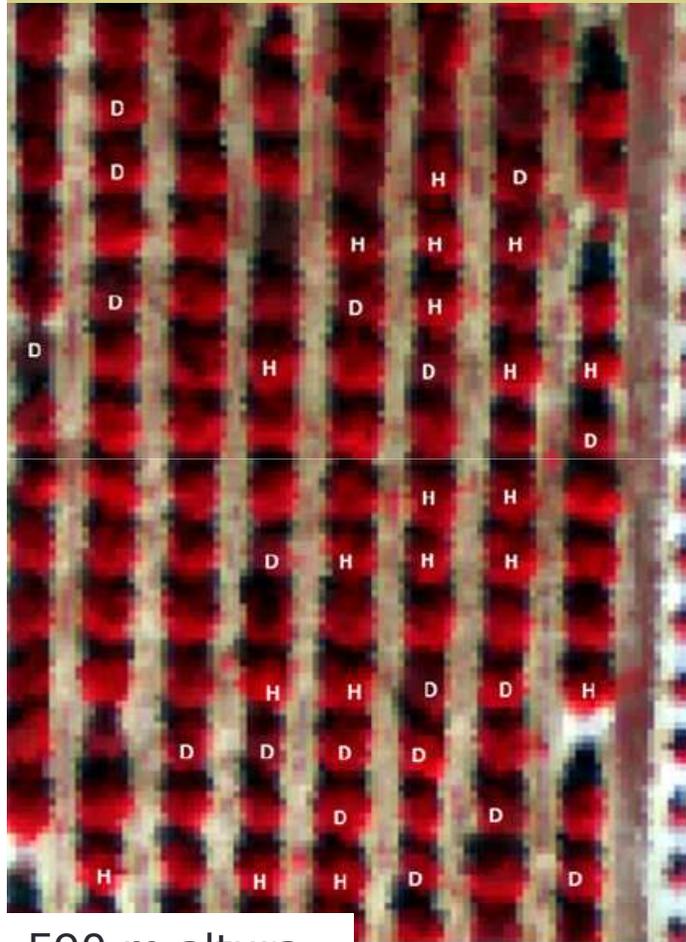


Sano



Infectado

Imagen de avion

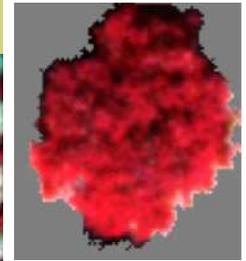


590 m altura  
(50 cm/pixel)

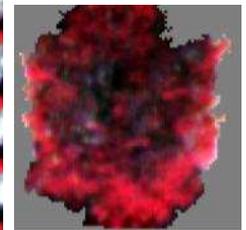
Imagen de Dron



100 m altura  
(5 cm/pixel)



Sano



Infectado

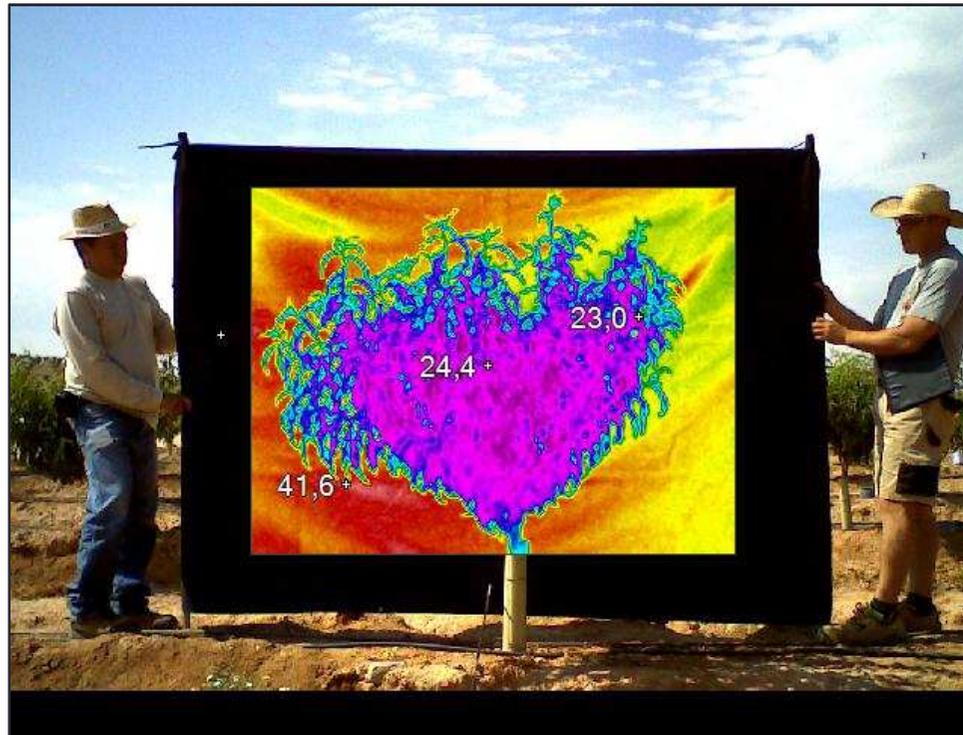
# Resultados

- Mejor detección fue de un 85% de arboles infectados con 11% de falsos negativos (arboles infectados clasificados como sanos).
- Los Drones ofrecen mejores capacidades para la detección de arboles infectados.
- Falta mejorar el sistema para tener un protocolo más fiable.
- **Mejoras:**
  - Nuevos sensores (cámaras hyperespectrales)
  - Importante el momento del año en que se hace muestreo
  - Estudiar el desarrollo temporal
- FALTA CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA PARA DISPONER DE DETECCIÓN FIABLE



# Estrés hídrico

- Aplicación de imágenes termográficas:  
El estado hídrico presenta una alta correlación con la temperatura de la vegetación.

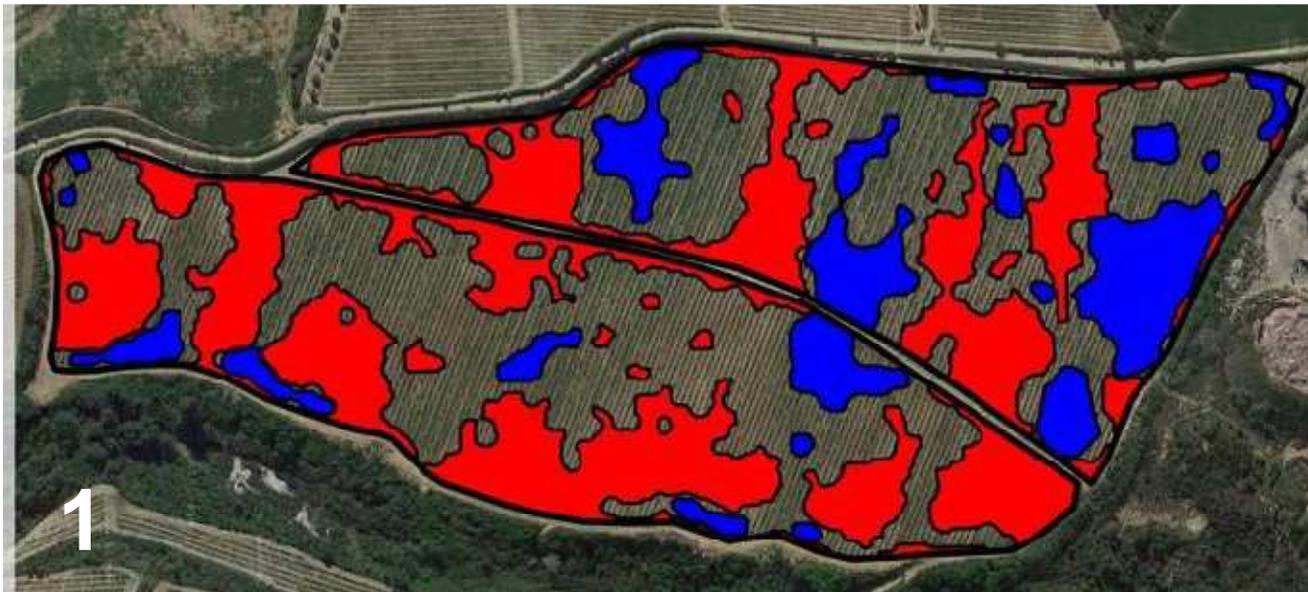


Es necesario calibrar las medidas, sobretodo en función de la humedad relativa.



# Estrés hídrico

- Verificación de la corrección del riego en 2 etapas:
  1. Vuelo + zonificación (determinación variabilidad).
  2. Calibración: medida de potenciales hídricos (SWP) a pie de parcela.



# Estrés hídrico



2

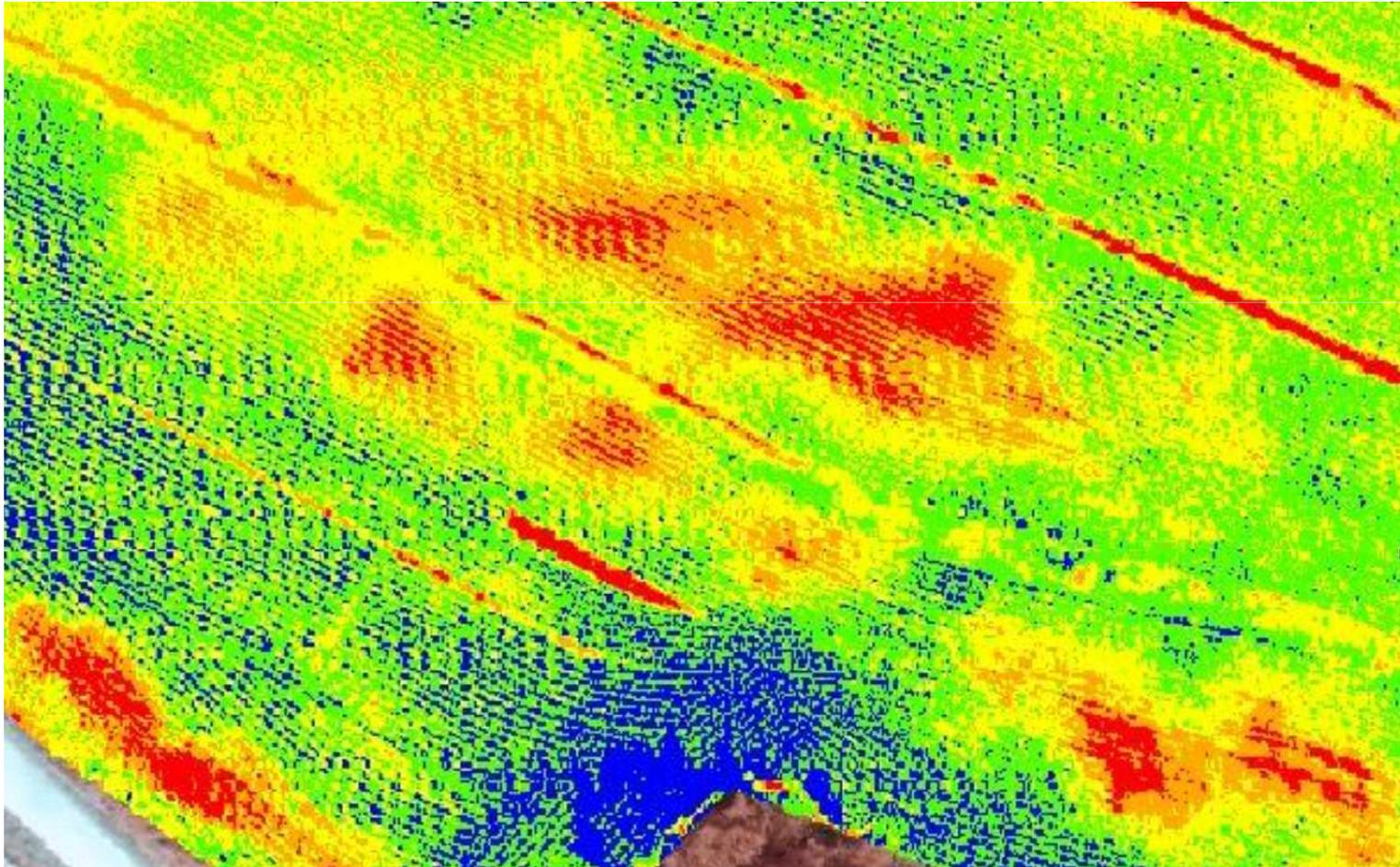
## Potencial hídrico de tallo (*Stem Water Potential*)

- ✓ Medida directa pero puntual del estado hídrico.
- ✓ Capacidad de detectar pequeñas diferencias de estrés.



# Estrés hídrico

- Detección (precoz) de puntos críticos y anomalías.



# Estrés hídrico: desarrollo

- Mejora de coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para determinar recomendaciones de riego: el uso de teledetección permite obtener gran cantidad de información a gran velocidad.
- Posibilidad de desarrollo de coeficientes **por variedades**.
- Muchos de los valores de  $K_c$  disponibles en la literatura se obtuvieron con métodos menos representativos y para variedades diferentes a las mayoritarias hoy día.
- En extensivos, los drones ofrecen una posibilidad **única** de ajustar valores de coeficientes de cobertura.



# Índice

- Agricultura de de precisión
- Teledetección como fuente de información
- Drones y sensores
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- **Otros usos**
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



# Otros usos



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



# Fertilización y fumigación puntual



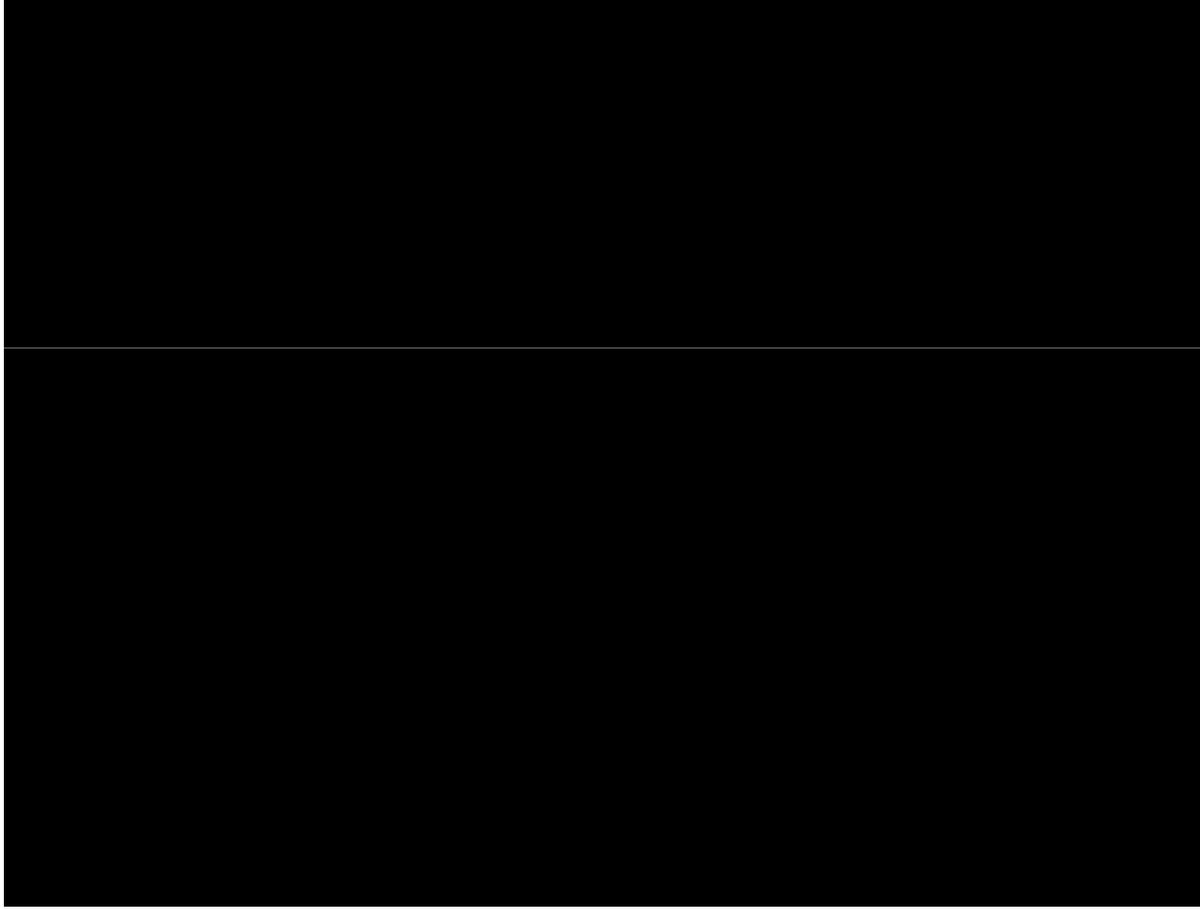
SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

AGRO / MAPPING

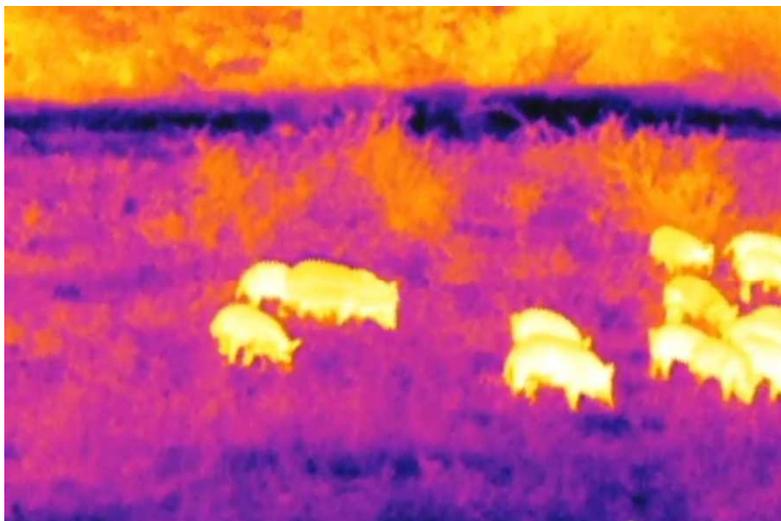
AKIS INTERNATIONAL



# SIG y georeferenciación.



# Videovigilancia



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



AGRO / MAPPING

AKIS INTERNATIONAL



# Índice

- **Agricultura de de precisión**
- Teledetección como fuente de información
- Drones y sensores
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



# Prevención y control de incendios

**Problema o solución?**

# Prevención y control de incendios

Portada / Breves /

<http://es.rt.com/3v8w>

 Imprimir

## Drones impiden a bomberos combatir un enorme incendio forestal en EE.UU.

Publicado: 18 jul 2015 14:35 GMT

## Los drones dificultan la extinción de incendios

By Associated Press, adaptado por la redacción de Newsela  
08.31.15

Word Count **880**

Cinco drones impiden apagar un incendio masivo en una autopista

## Drones siguen entorpeciendo lucha para apagar incendios

Loa drones atacan una vez más y los incendios continúan

SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

 AKIS INTERNATIONAL

 AGRO / MAPPING

 DRONE

67



# Prevención y control de incendios

Portada / Breves /

## Drones impiden a bomberos forestal en EE.UU.

Publicado: 18 jul 2015 14:35 GMT

## Los drones dificulta incendios

By Associated Press, adaptado por la redacción  
08.31.15

Cinco drones impidieron  
masivo en

Drones siguen en  
para apagar ince

Loa drones atacan una vez más y los incendios c



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

AKIS INTERNATIONAL

AGRO / MAPPING

DRONE



# Prevención y control de incendios

## Los drones del Ejército sobrevuelan Galicia para prevenir incendios

• *Este verano se utilizan por primera vez y permiten controlar más terreno*

MAITE RODRÍGUEZ. A GUDIÑA / LA VOZ, 04 de septiembre de 2015. Actualizado a las 05:00 h.



## Drones como sistema de protección contra incendios

Javi Muñoz De San Carlos | Protección Contra Incendios | Sep 7, 2015 | 0 Comentarios

### Los bomberos utilizarán drones en caso de incendio en El Saler y para rescates

Los efectivos de extinción adquirirán tres aeronaves no pilotadas antes de que acabe el año y realizarán cursos para poder manejarlas



LOLA SORIANO VALENCIA

Me gusta 349

8 junio 2015  
00:26



# Prevención y control de incendios

## GESTIÓN DE LOS INCENDIOS

- Posibilidad de controlar de una forma constante superficies forestales de cierta extensión.
- Localización de puntos activos que puedan desencadenar nuevos problemas.
- Detección de nuevos focos.
- Estudio de la evolución del frente y flancos del fuego.
- Supervisión continua desde el aire, evitando el riesgo para los operarios humanos y disminuyendo los (como helicópteros o aviones).

# Prevención y control de incendios



Determinación a tiempo real del perímetro de seguridad para evitar poner en riesgo a los operarios que se encargan de extinguir el fuego.

# Prevención y control de incendios

## GESTIÓN DEL RIESGO

- Estudio y determinación de cargas de combustible.
- Fase experimental: creación de mapas donde se puedan diferenciar las especies de vegetación (especialmente tipo matorral) para establecer zonas de más o menos riesgo de propagación de los incendios: previsión de frentes de avance.
- Planificación de actuaciones sobre la vegetación para reducir el riesgo.

# Aplicación práctica en agricultura

## Servicio de asesoramiento

- A partir de los mapas generados se puede visualizar la variabilidad presente en la finca e identificar su estructura.
- Seleccionar estrategias de manejo agronómico que tengan en cuenta la variabilidad espacial del cultivo:
  - Determinar estrategias diferenciales (riego, fertilización, protección de cultivo, cosecha, etc.)
  - Determinar puntos significativos para muestreo (suelo/planta)
  - Determinar puntos significativos para instalar sensores
  - Aplicar cambios en sectores o instalaciones de riego
  - Definir otras estrategias de riego o gestión del suelo



# Estrategia + Táctica



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN

AKIS INTERNATIONAL

AGRO/MAPPING

DRONE



# Servicio de asesoramiento

- 1 Reconocimiento del estado de la finca
  - Identificación de puntos críticos
  - Recolección de información histórica
- 2 Plan de actuación
  - Definición solución/estrategia a seguir
- 3 Plan de seguimiento
  - Monitorización del estado del cultivo
- 4 Propuestas de mejora

# Propuestas de mejora

- Apoyo y orientación en la cosecha
- En frutales, manejo de la explotación en poscosecha
  - Riego poscosecha
  - Fertilización poscosecha
- Propuestas de mejora de la explotación
  - Sistema de riego
  - Drenajes
  - Modificaciones y mejoras de suelos



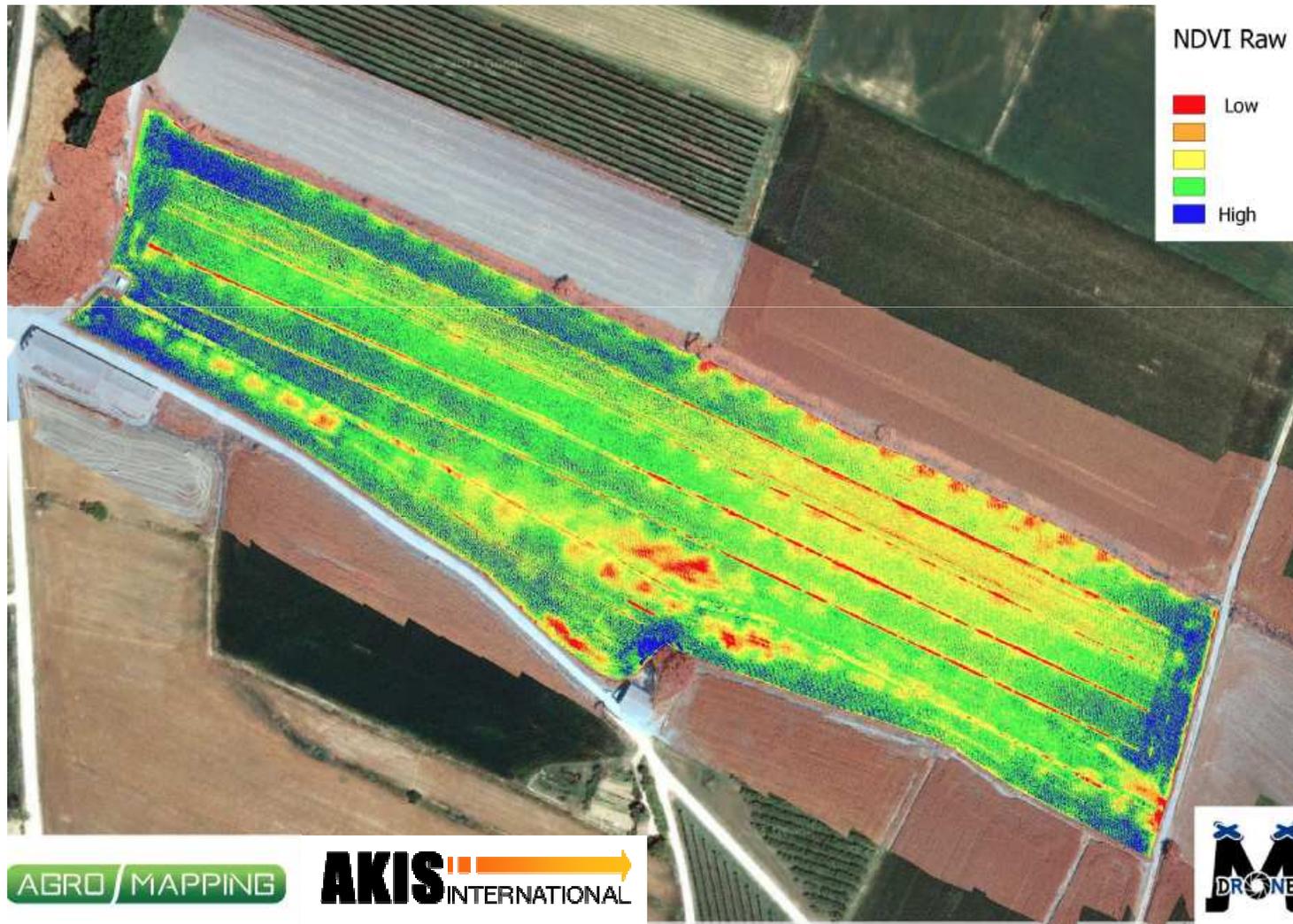
# Índice

- **Agricultura de de precisión**
- Teledetección como fuente de información
- Drones y sensores
- Uso de mapas de cultivo en agricultura
  - Estrés vegetal y vigor
  - Planes de abonado
  - Detección de plagas
  - Gestión del riego / estrés hídrico
- Otros usos
  - Fumigación puntual
  - Cartografía y GIS
  - Videovigilancia
  - Control de de incendios
  - I+D



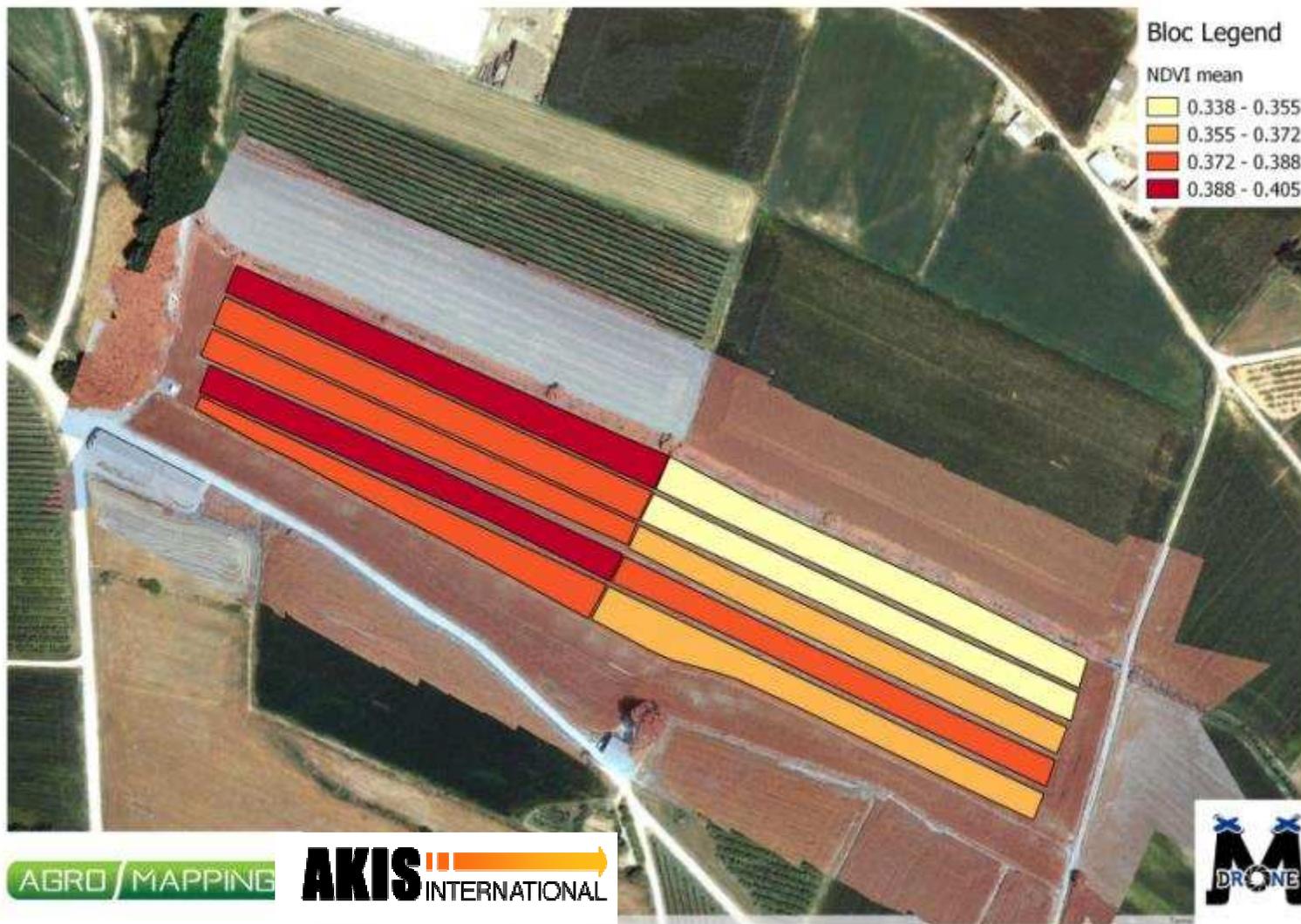
# Servicios de apoyo a I+D

- Estudio de los efectos de los tratamientos



# Servicios de apoyo a I+D

- Proporcionar información útil para el cliente



# Servicios de apoyo a I+D



Fincas de gran extensión → malla antigranizo

¿Influye en la teledetección?

**NO HAY ESTUDIOS**

# Servicios de apoyo a I+D

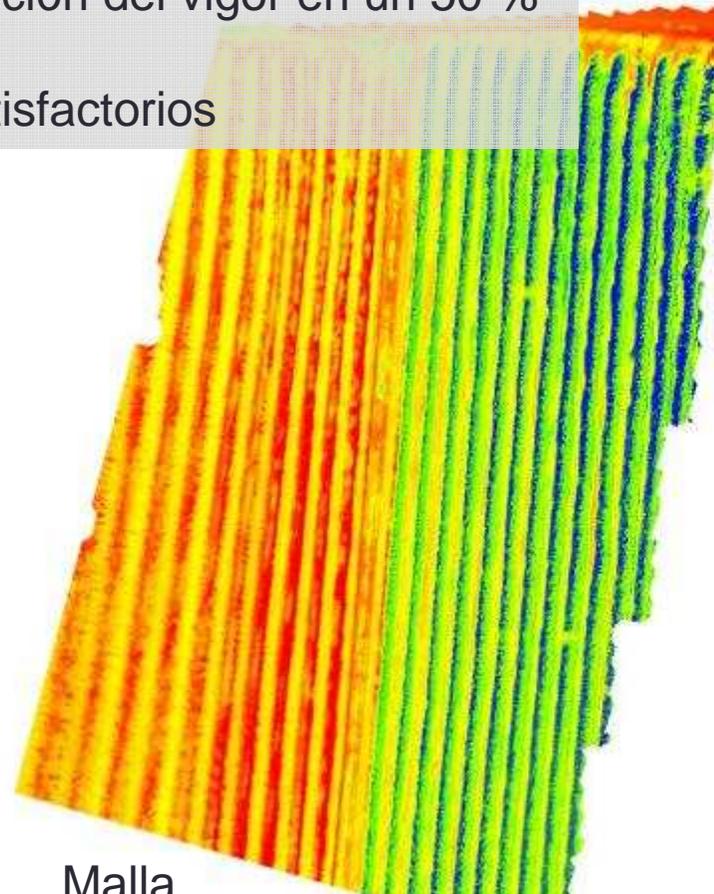
- Estudio del efecto de la malla antipiedra

- ✓ Reducción de la percepción del vigor en un 50 %
- ✓ Validación en curso
- ✓ Primeros resultados satisfactorios



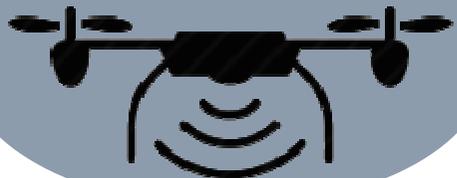
Malla

No Malla



Malla

No Malla



SERVICIO AVANZADO DE TELEDETECCIÓN



Gracias por su atención.

Marcel Robuster	·	marcel@mdrone.com
Fran García	·	fgr@agromapping.com
Víctor Falguera	·	v.falguera@akisinternational.com