



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

Uso de la teledetección y las aplicaciones dron en la agricultura

Fran Garcia Ruiz

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales



FRAN GARCIA, Ph.D.

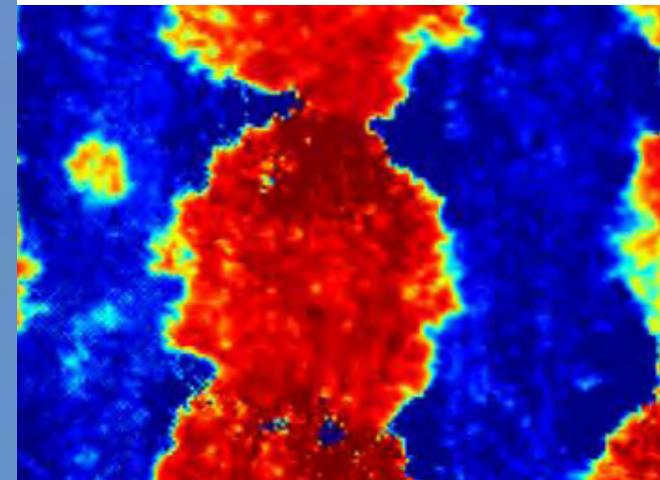
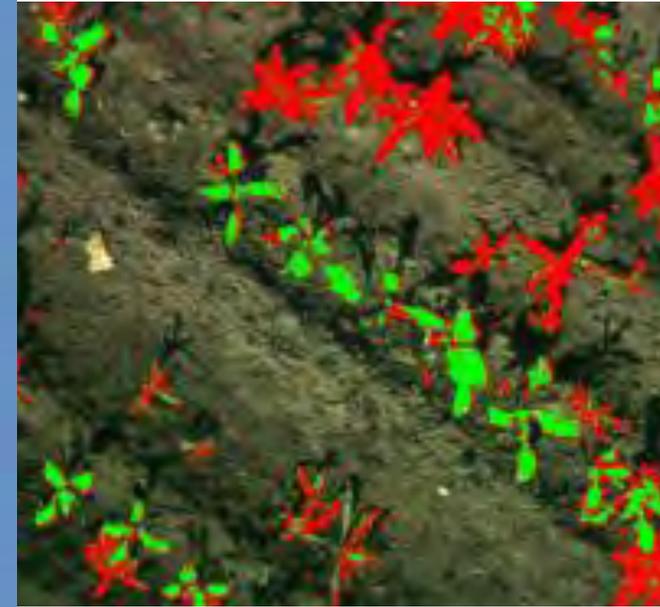
Investigador y profesor asociado en **EEABB-UPC**
Unidad de maquinaria agrícola UMA

Co-fundador **E-STRATOS**

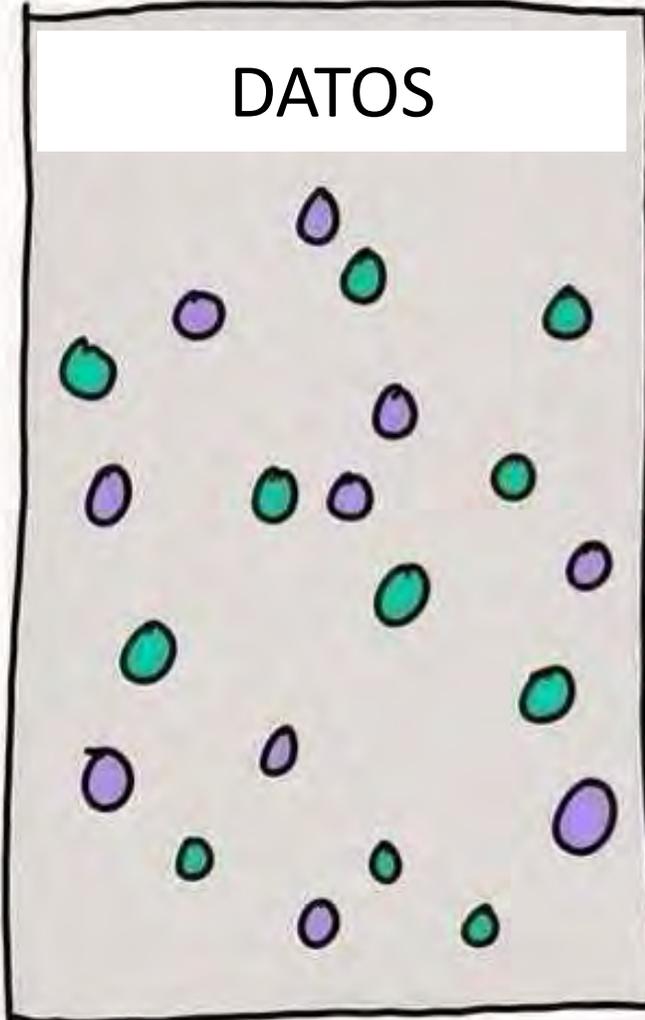
Vocal Colegio Oficial Ingenieros Agrónomos Catalunya
Responsable del grupo de trabajo de Agricultura 4.0 en la comisión intercolegial
de Industria 4.0



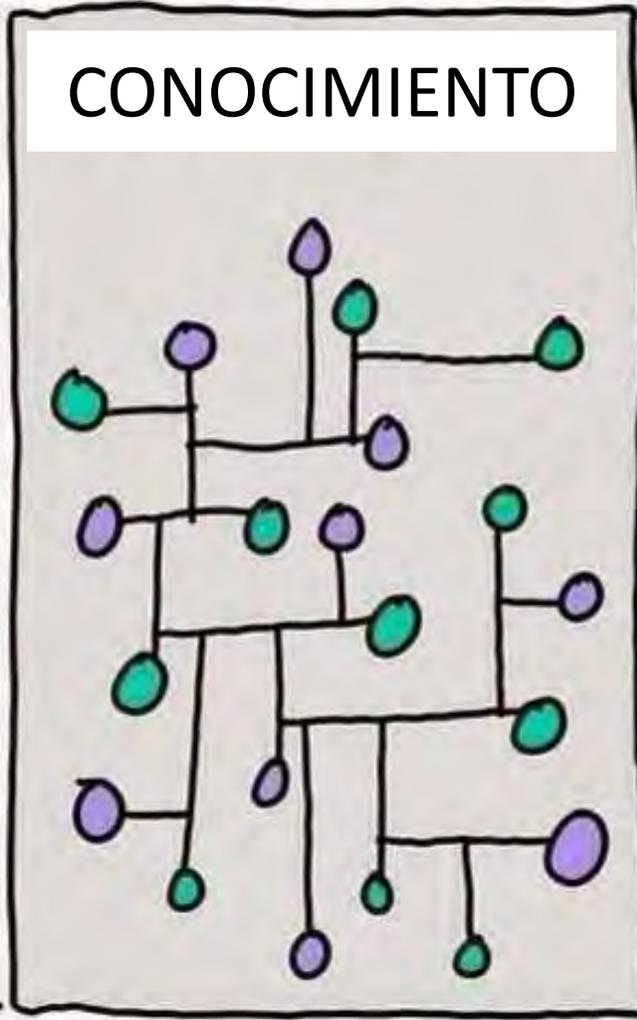
Año 2012



DATOS



CONOCIMIENTO



@gapingvoid



PRECISION AG DEFINITION

Castellano/Español

Full Definition:

La Agricultura de Precisión es una estrategia de gestión que recoge, procesa y analiza datos temporales, espaciales e individuales y los combina con otras informaciones para respaldar las decisiones de manejo de acuerdo con la variabilidad estimada, y así mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola.

Succinct Definition

La Agricultura de Precisión es una estrategia de gestión que considera la variabilidad temporal y espacial para mejorar la sostenibilidad de la producción agrícola.



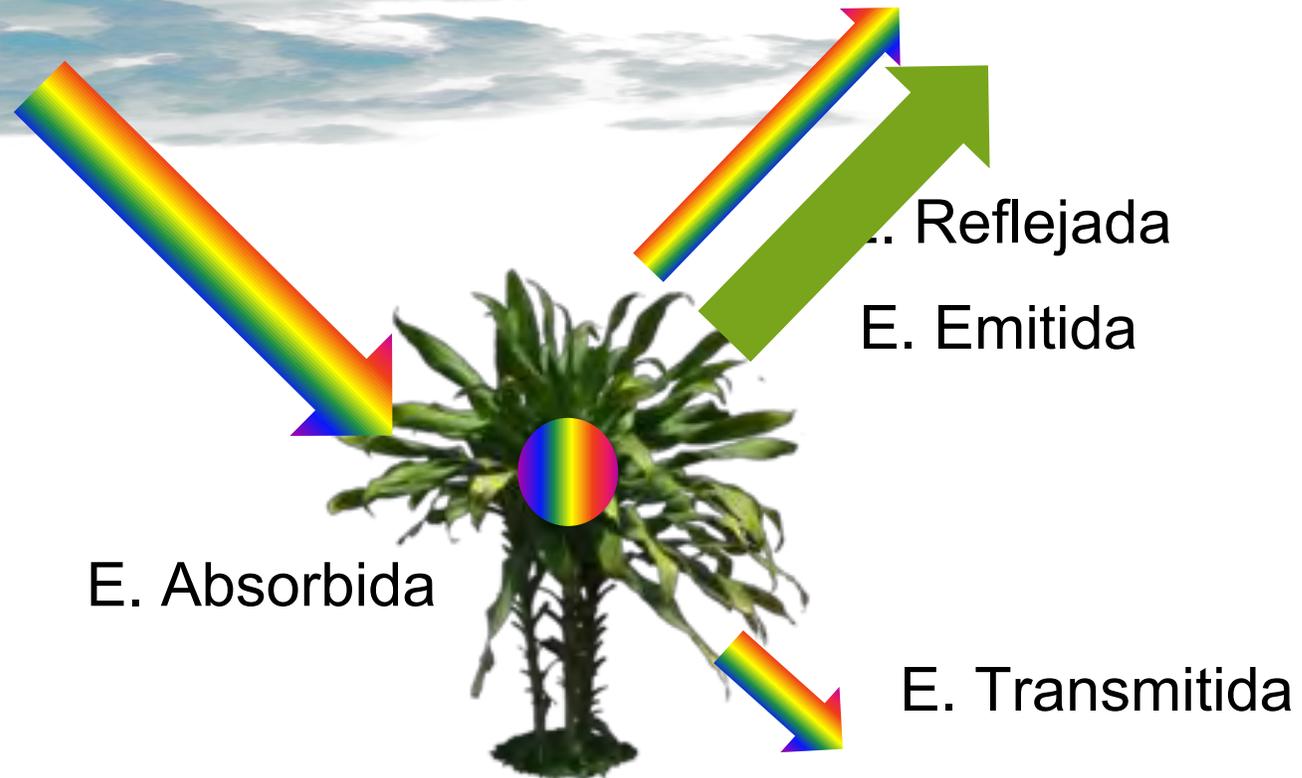
Las herramientas digitales pueden ser útiles para capturar información de forma masiva



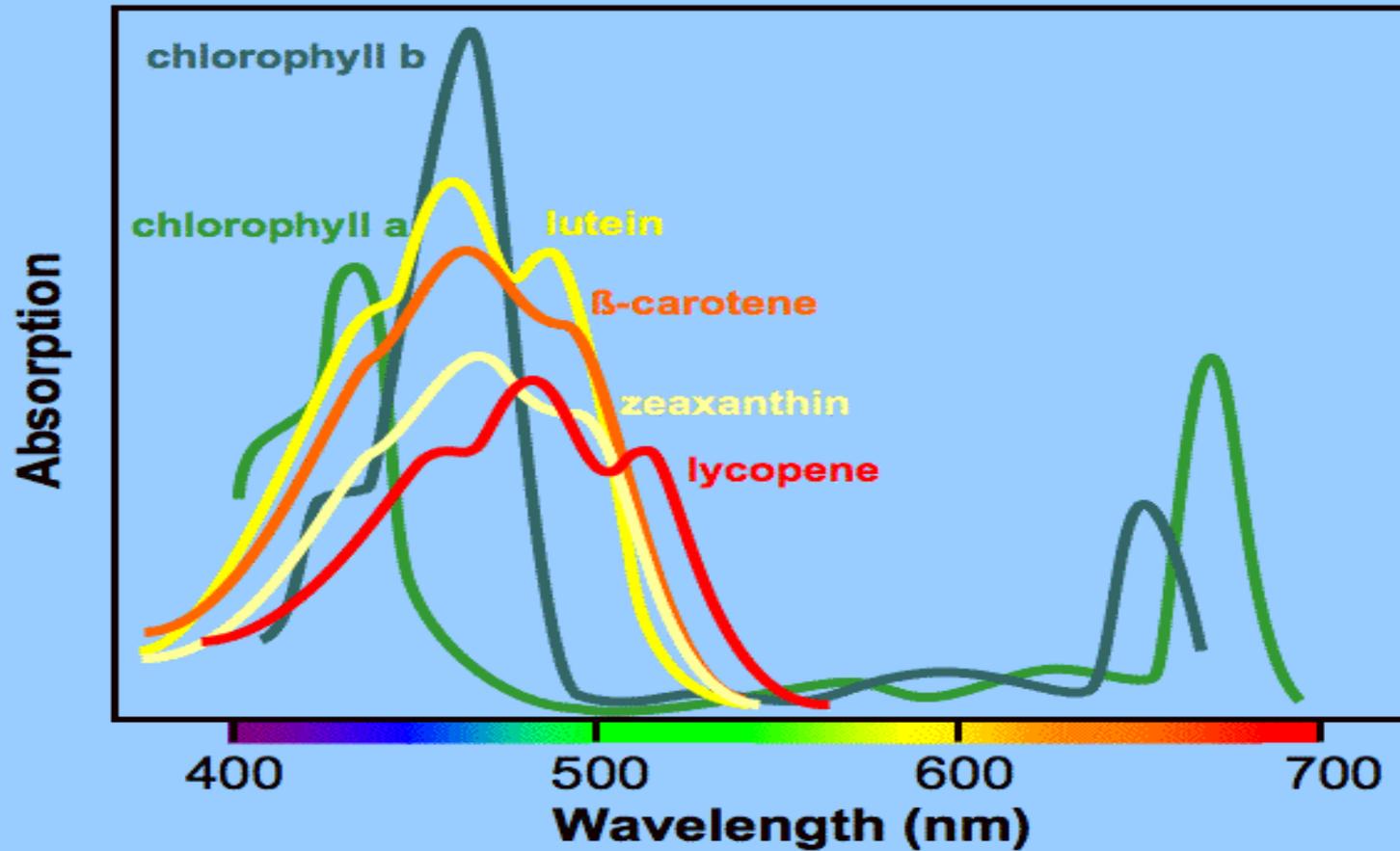
LA TELEDETECCIÓN, ¿QUÉ ES?

Radiación electromagnética

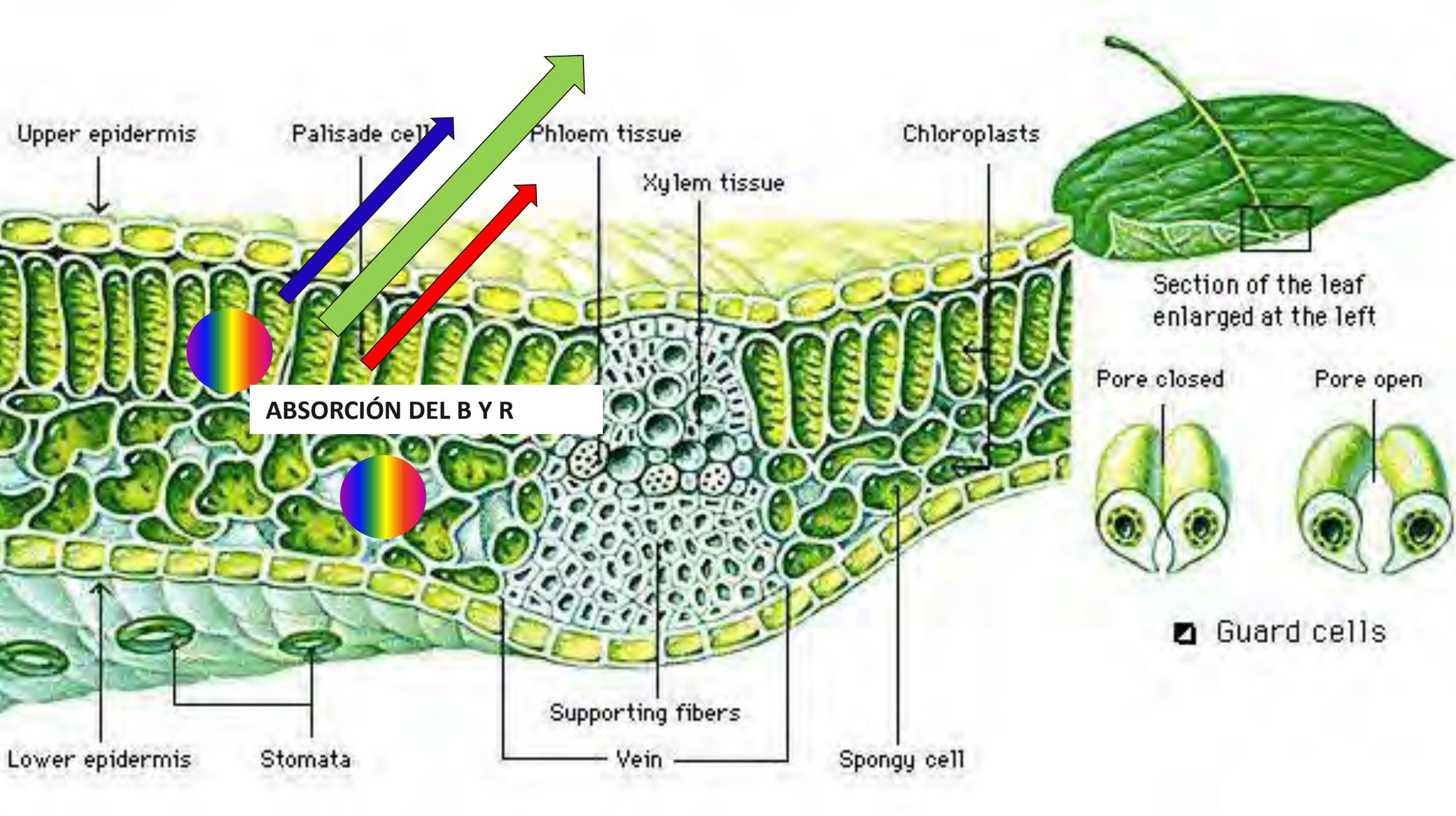
Percepción de propiedades de un objeto sin estar en contacto con el mismo

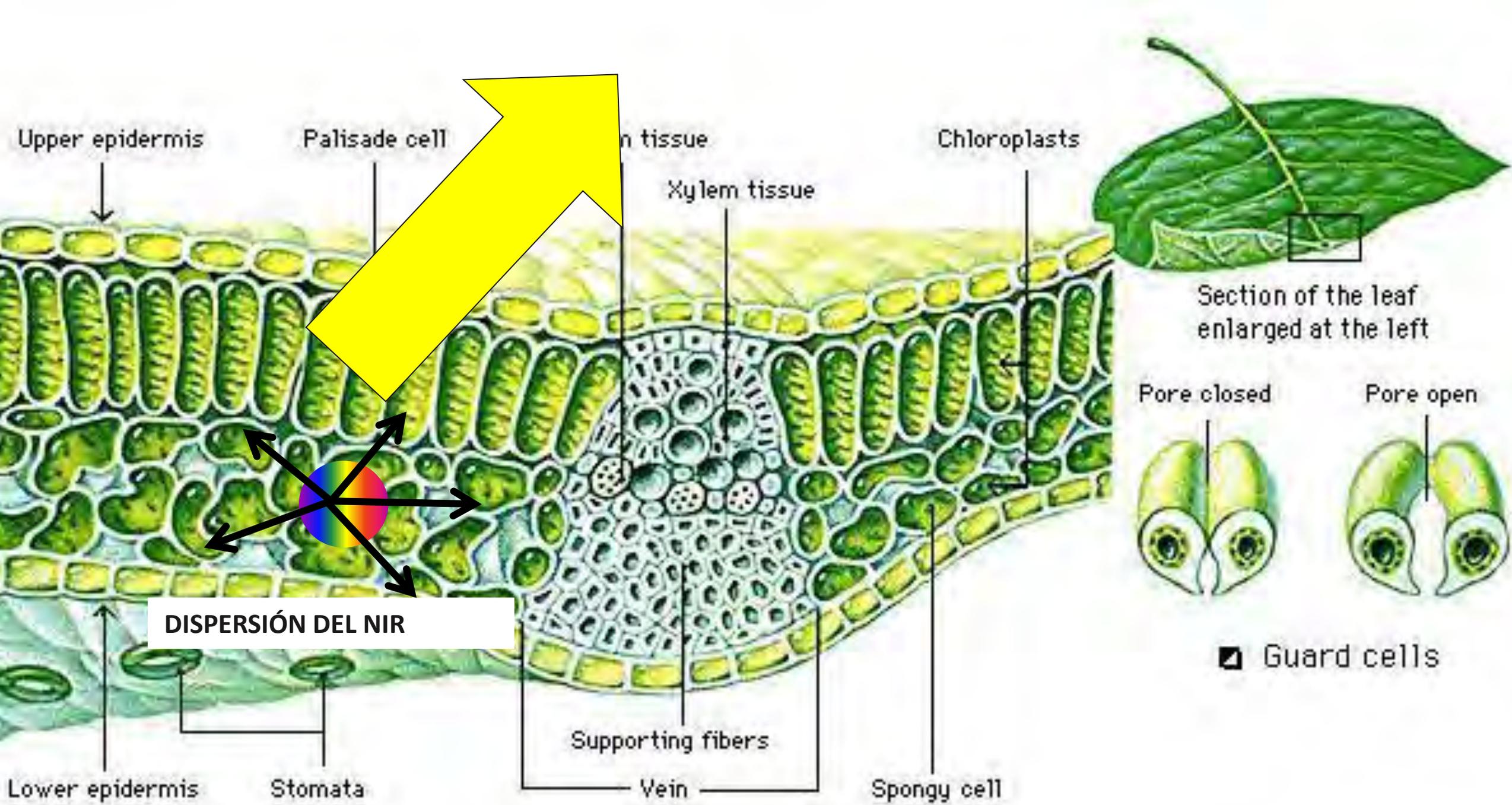


The photosynthetic pigments absorb much of the spectrum



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





Section of the leaf enlarged at the left

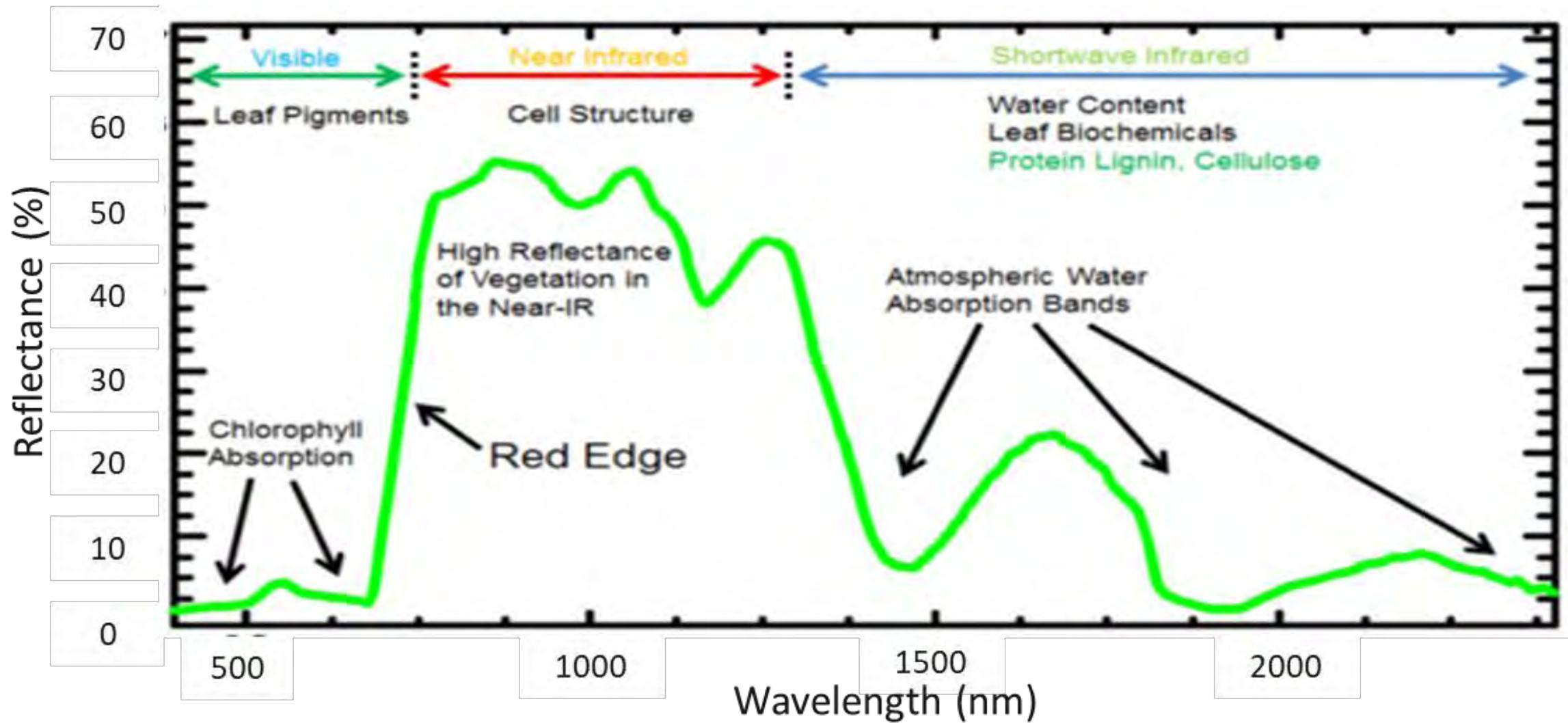
Pore closed



Pore open

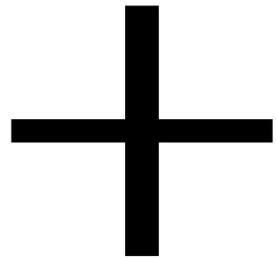


Guard cells



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

PLATAFORMA



SENSOR



PLATAFORMAS: TIPOS



SATÉLITES



NANO-SATÉLITES



DRON ALA FIJA



DRON MULTIROTOR

PLATAFORMAS: 4 PUNTOS CLAVE

- RESOLUCIÓN ESPACIAL
- RESOLUCIÓN ESPECTRAL
- RESOLUCIÓN TEMPORAL
- PRECIO

RESOLUCIÓN ESPACIAL (1 PIXEL)

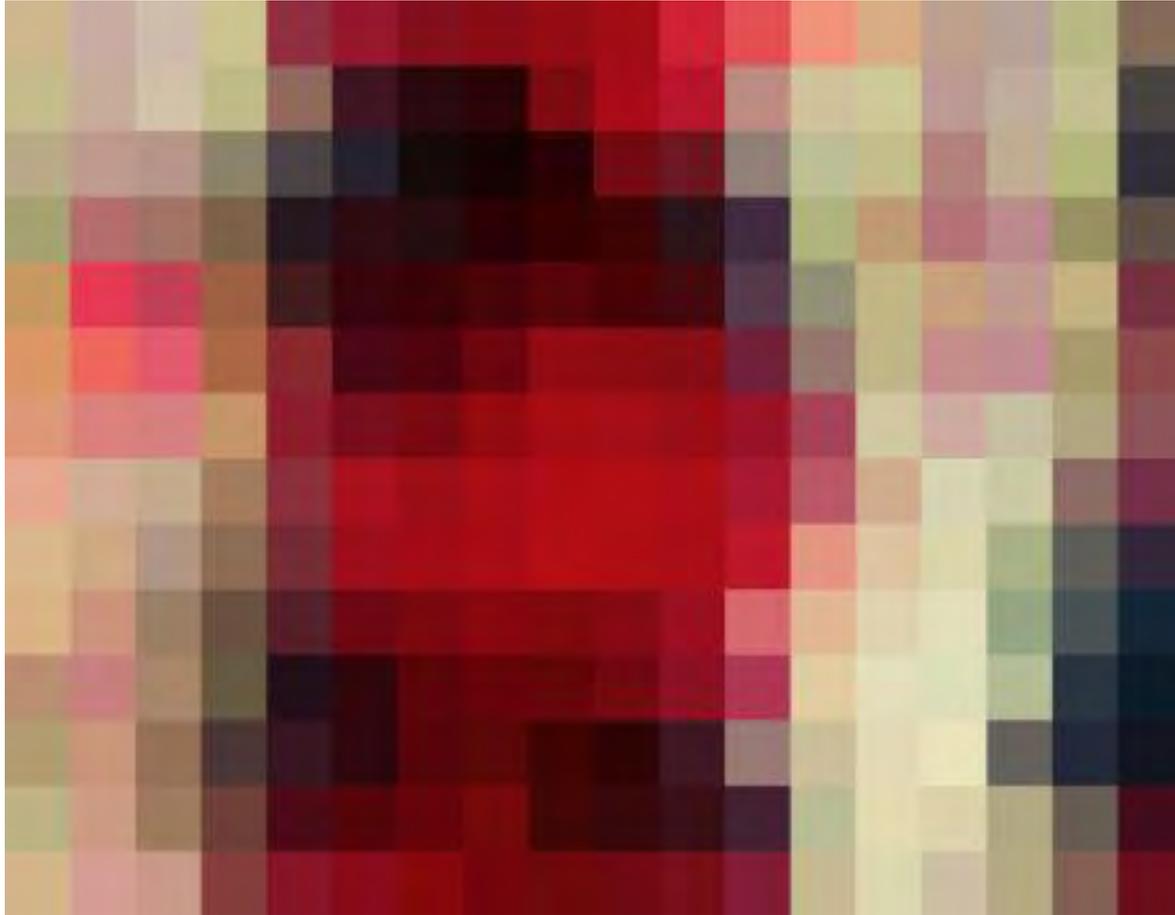


LANDSAT
30 m/pixel

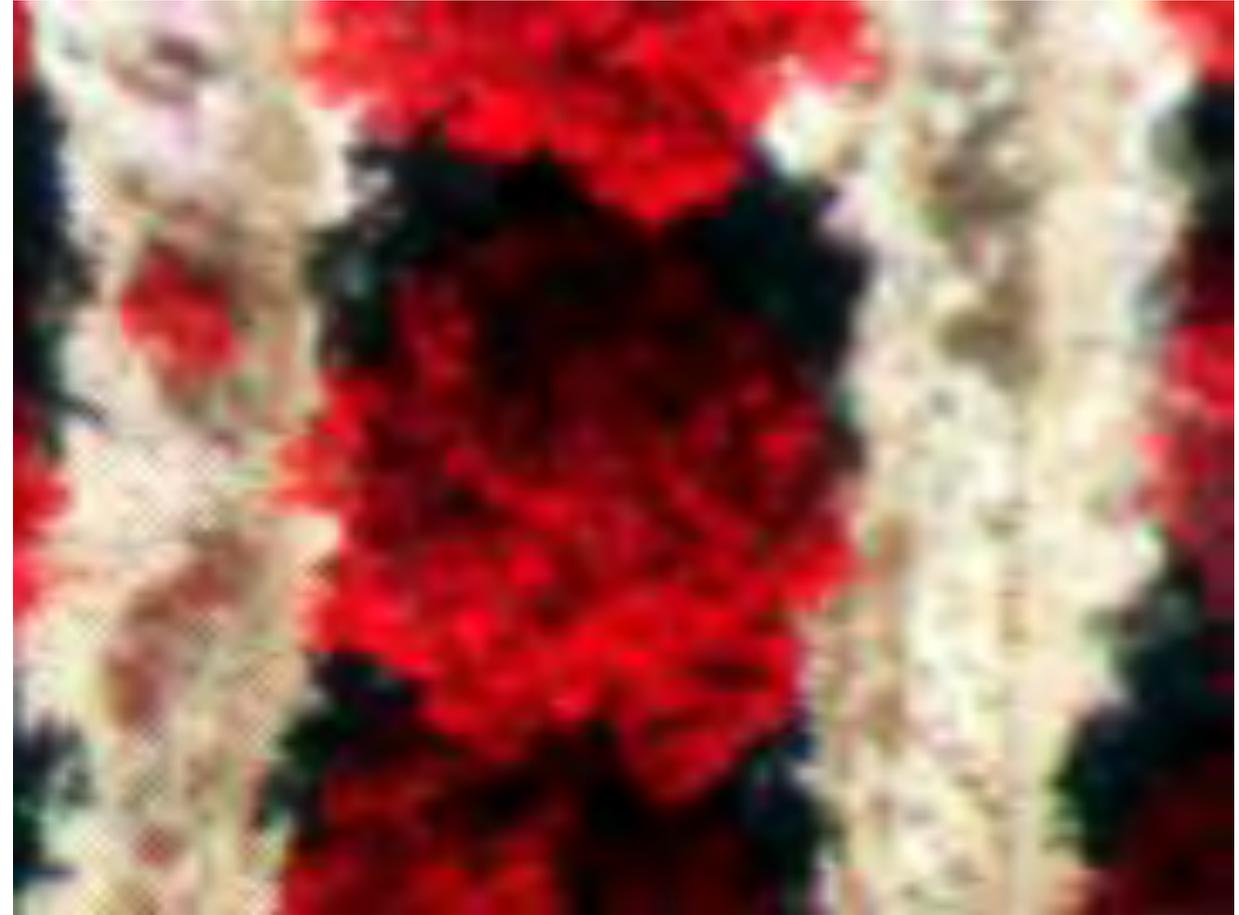
Sentinel-2
10 m/pixel

Otros
3 m/pixel

RESOLUCIÓN ESPACIAL (cm/pixel)



590 m (50 cm/pixel)



100 m (5 cm/pixel)

RESOLUCIÓN ESPECTRAL

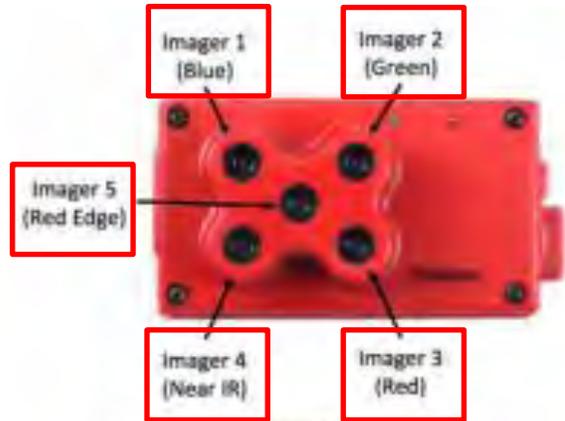
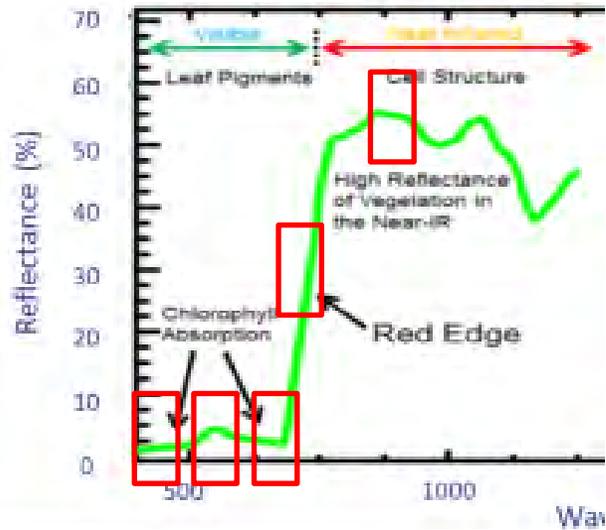
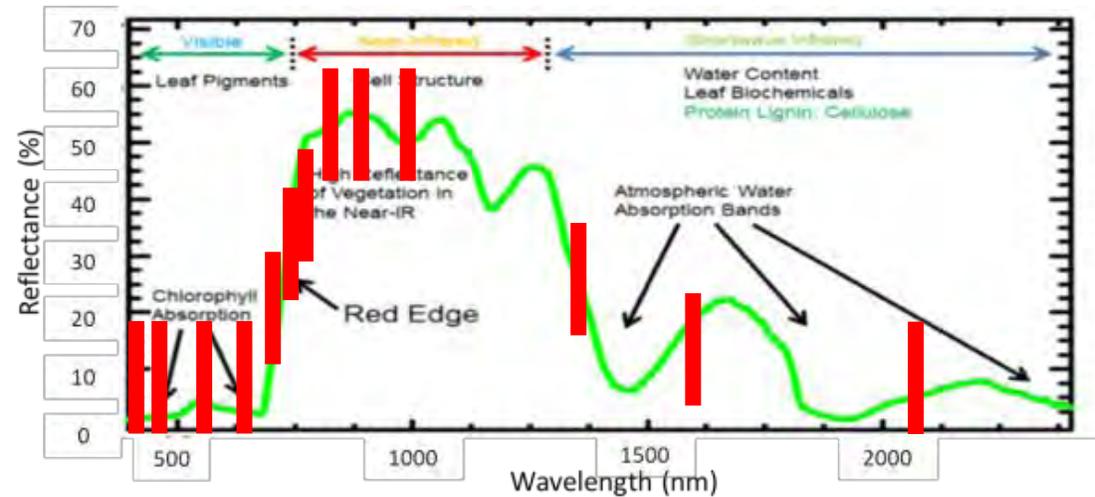


Figure 4: Imager Nomenclature



RESOLUCIÓN ESPECTRAL



Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

RESOLUCIÓN TEMPORAL → A DEMANDA



RESOLUCIÓN TEMPORAL → A DEMANDA O ENTRE 5 Y 16 DÍAS



© 2017 Google
© 2009 GeoBasis-DE/BKG
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
US Dept of State Geographer

Google Earth

31.0 354302.72 m E 2237486.92 m N alt: 18828.42 km

RESOLUCIÓN TEMPORAL → DIARIA

E-STRATOS Fran García

Production report

Crop * Variety

Sowing Harvested

Yield(Kg/ha) Sowing density (Kg seed/ha)

Additional comments

Create

NDVI

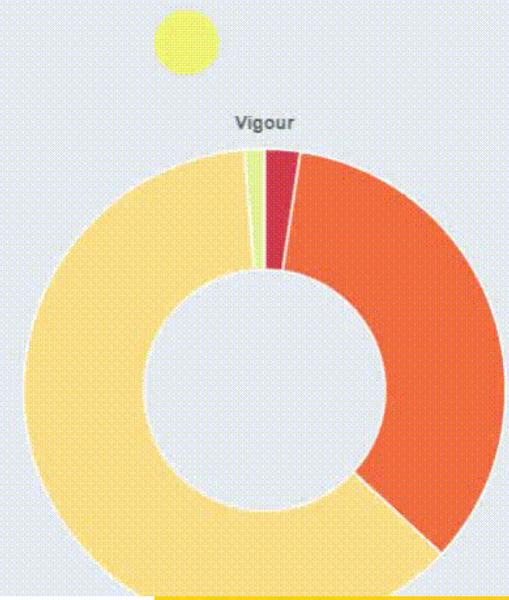
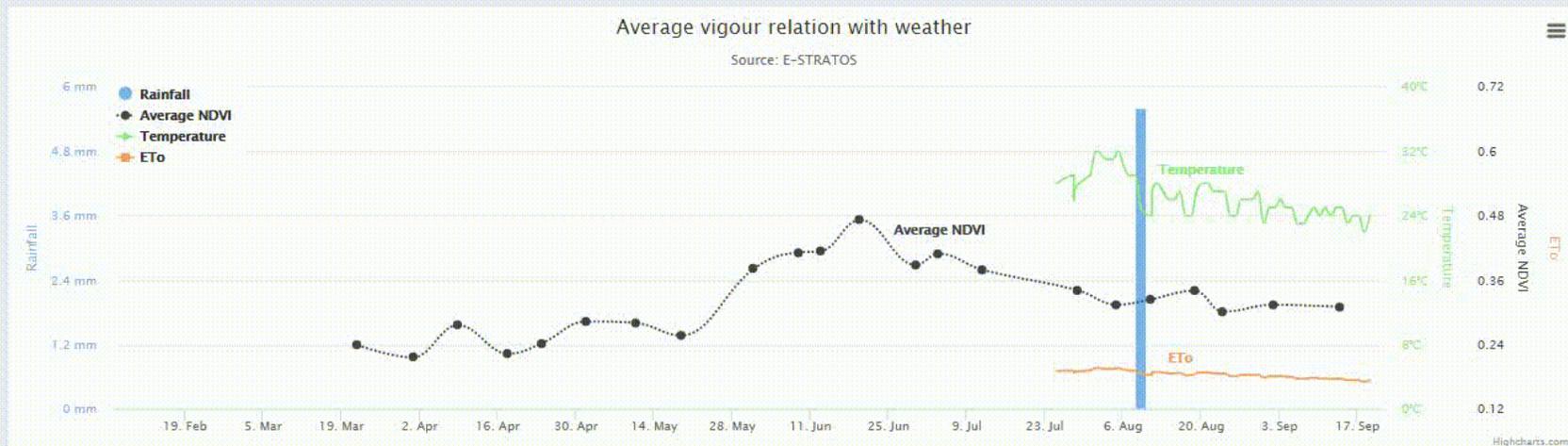
Absolute Relative

- 0.63-0.70
- 0.56-0.63
- 0.49-0.56
- 0.42-0.49
- 0.35-0.42
- 0.28-0.35
- 0.21-0.28
- 0.14-0.21
- 0.07-0.14
- 0.00-0.07

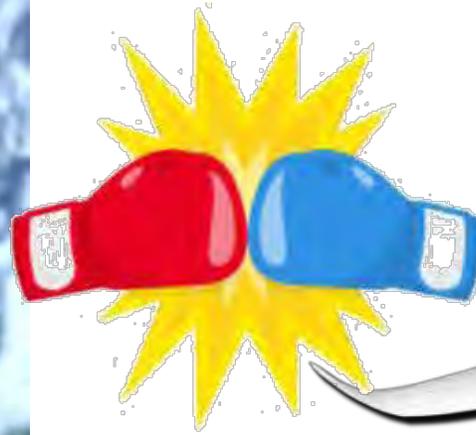
Opacity

- 100% +

Back to (Juve i Camps)
Plot Area: 6.7106 ha

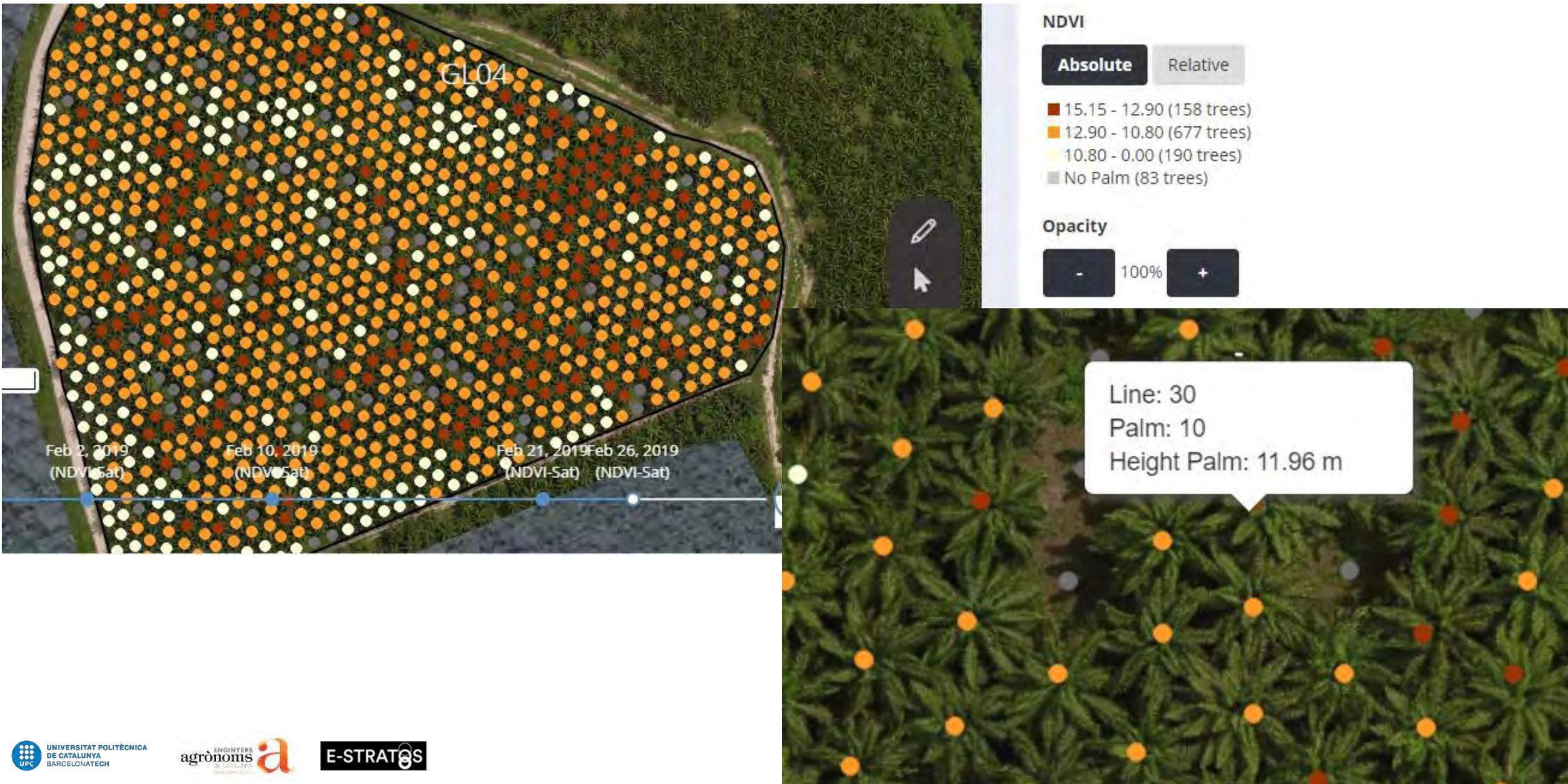


¿QUÉ PLATAFORMA DEBO USAR?

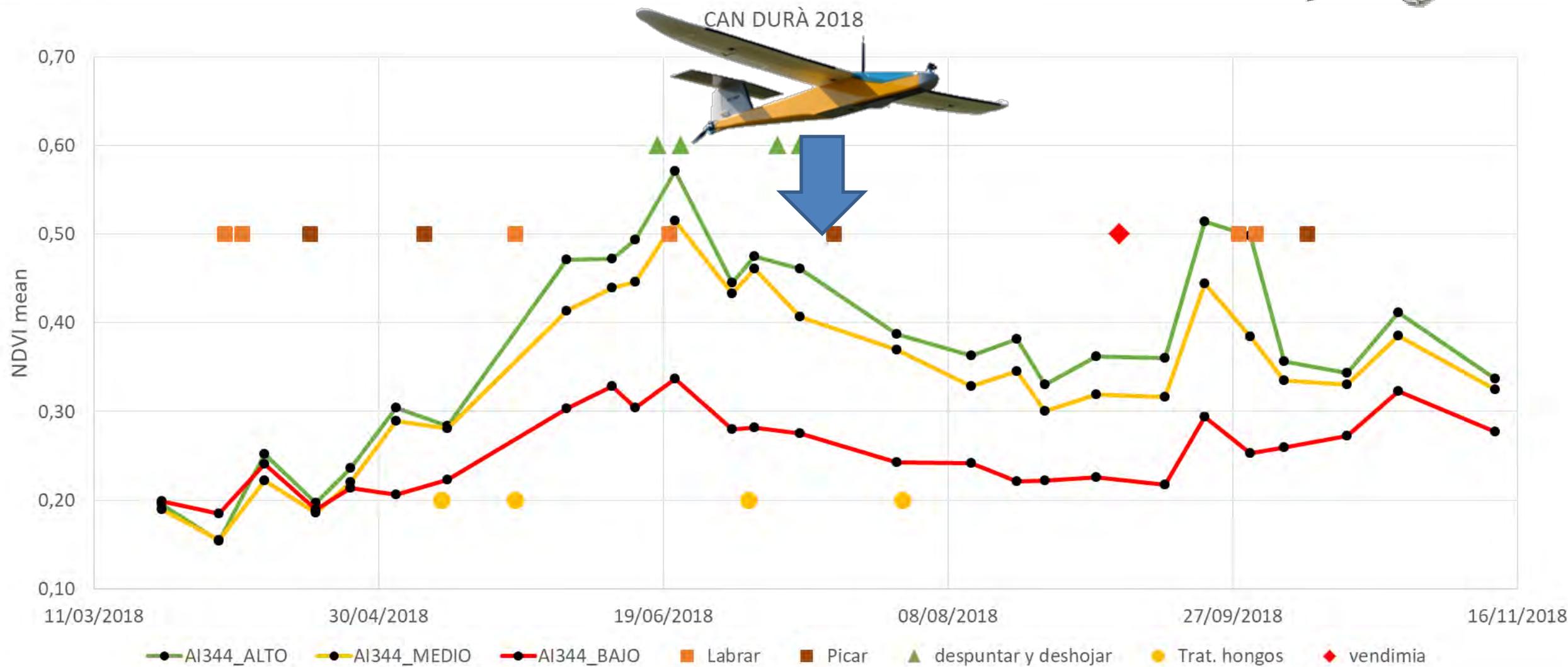


¿QUÉ QUIERES HACER?

DISCRIMINACIÓN DE RUIDO EN LA SEÑAL (SUELO, SOMBRAS) → AISLAR VEGETACIÓN

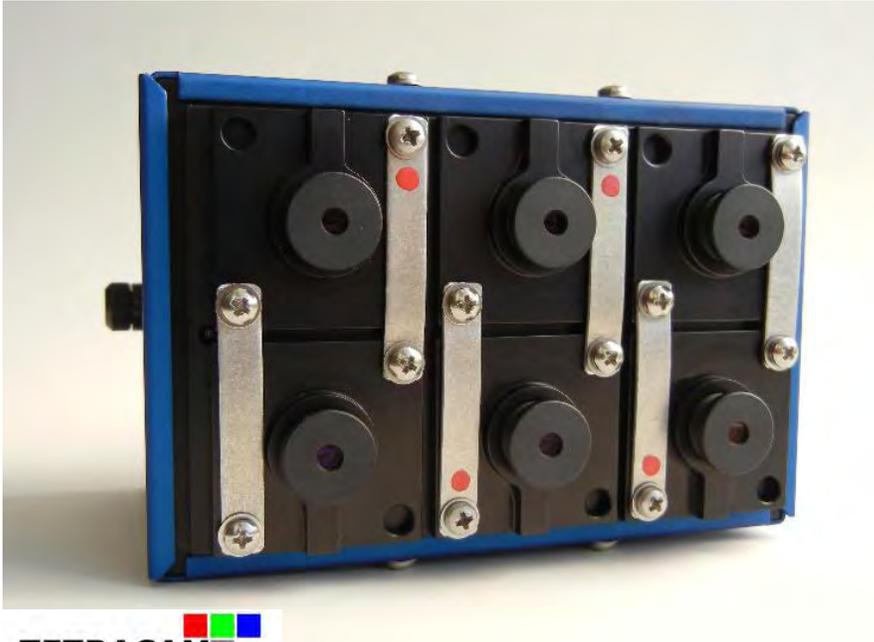


EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL CULTIVO





SENSORES



TETRACAM INC



MicaSense

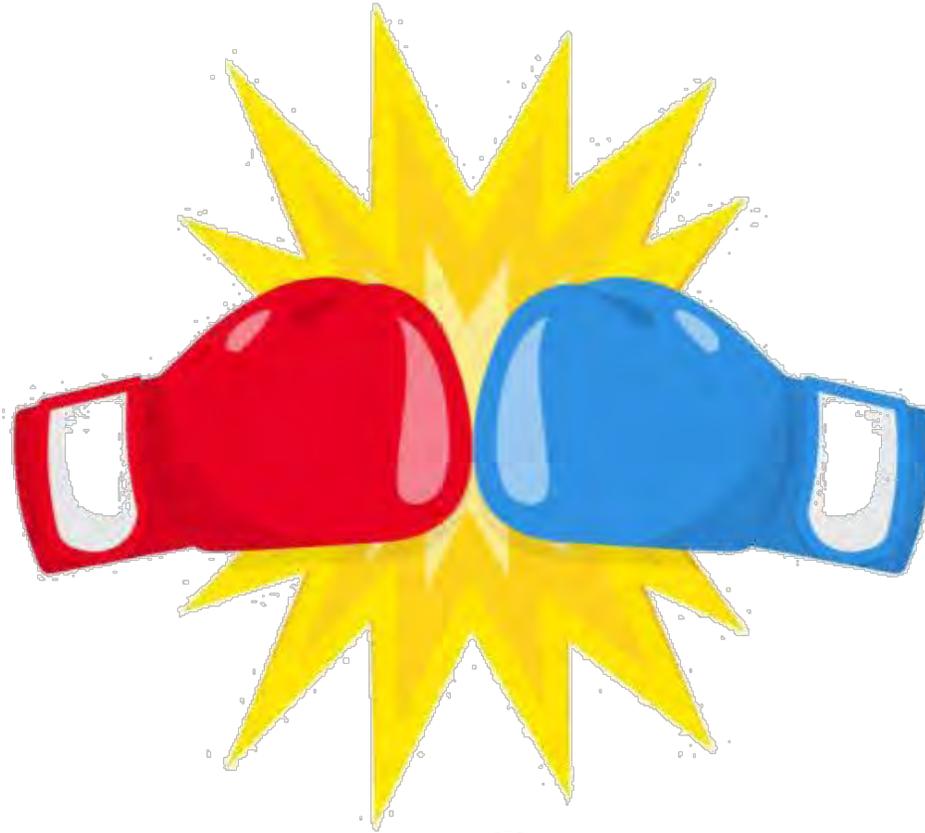


HySpex



MicaSense

¿QUÉ SENSOR DEBO USAR?

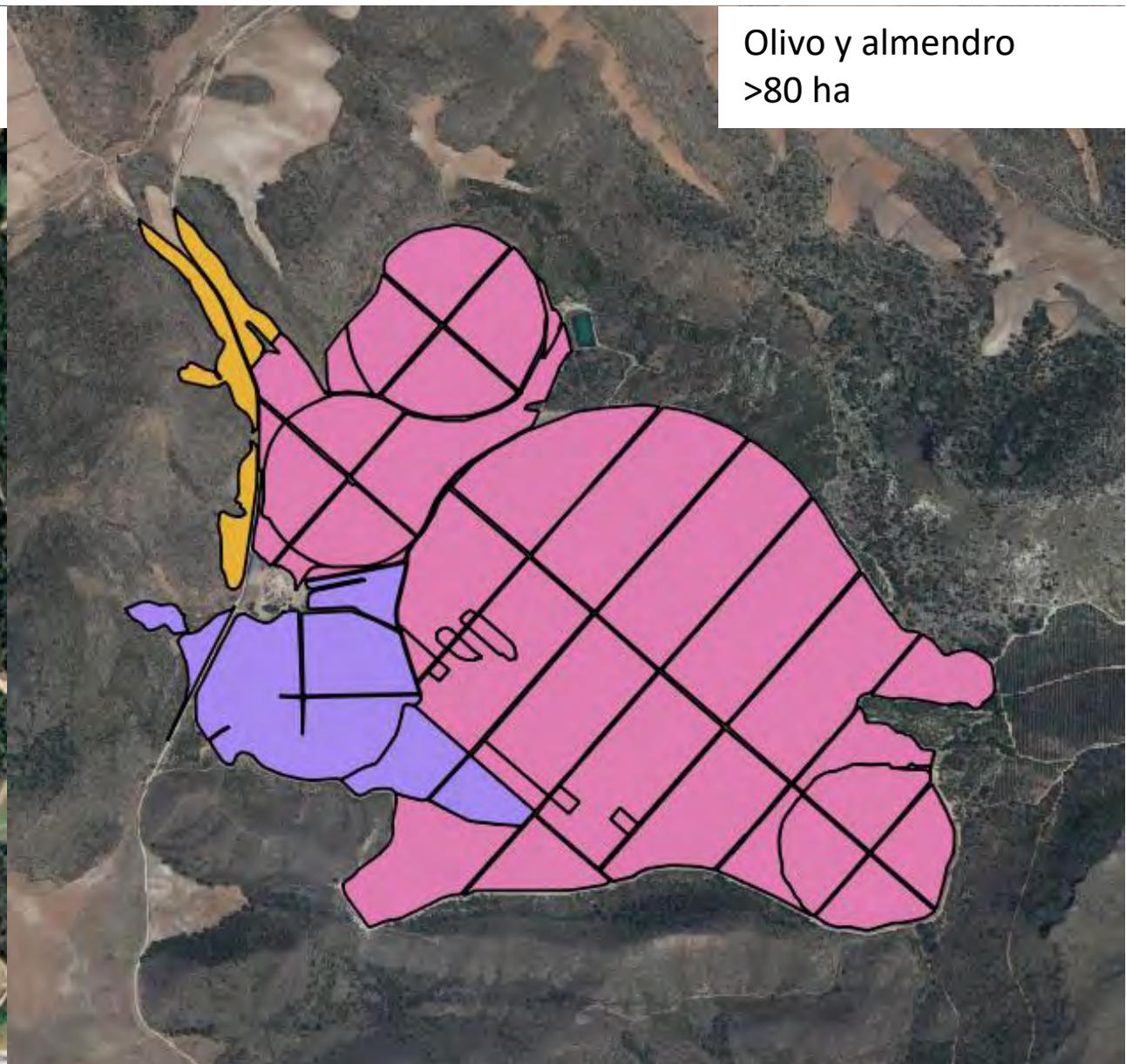
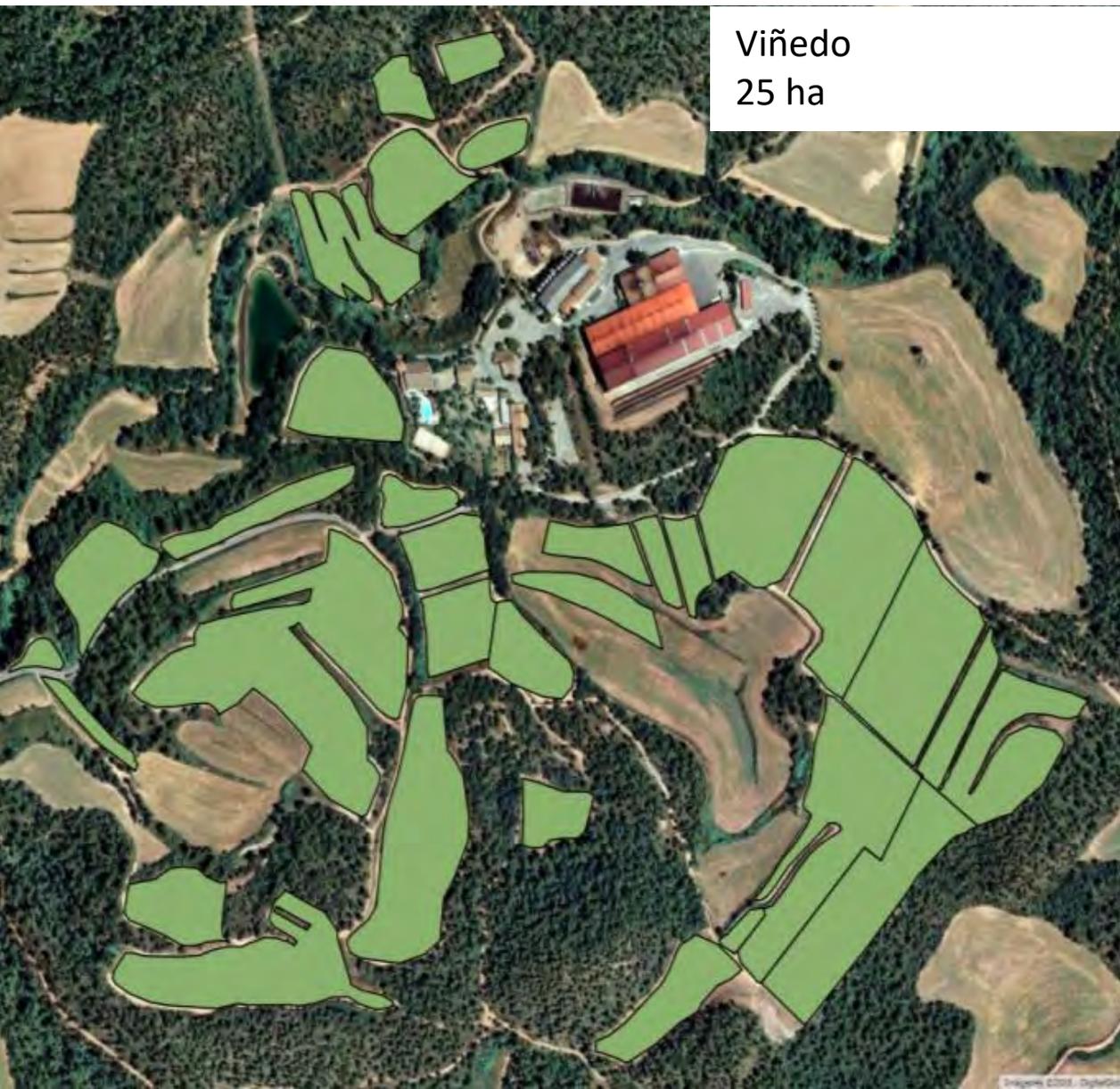


¿QUÉ QUIERES DETECTAR?



Y esto... ¿Como se hace?

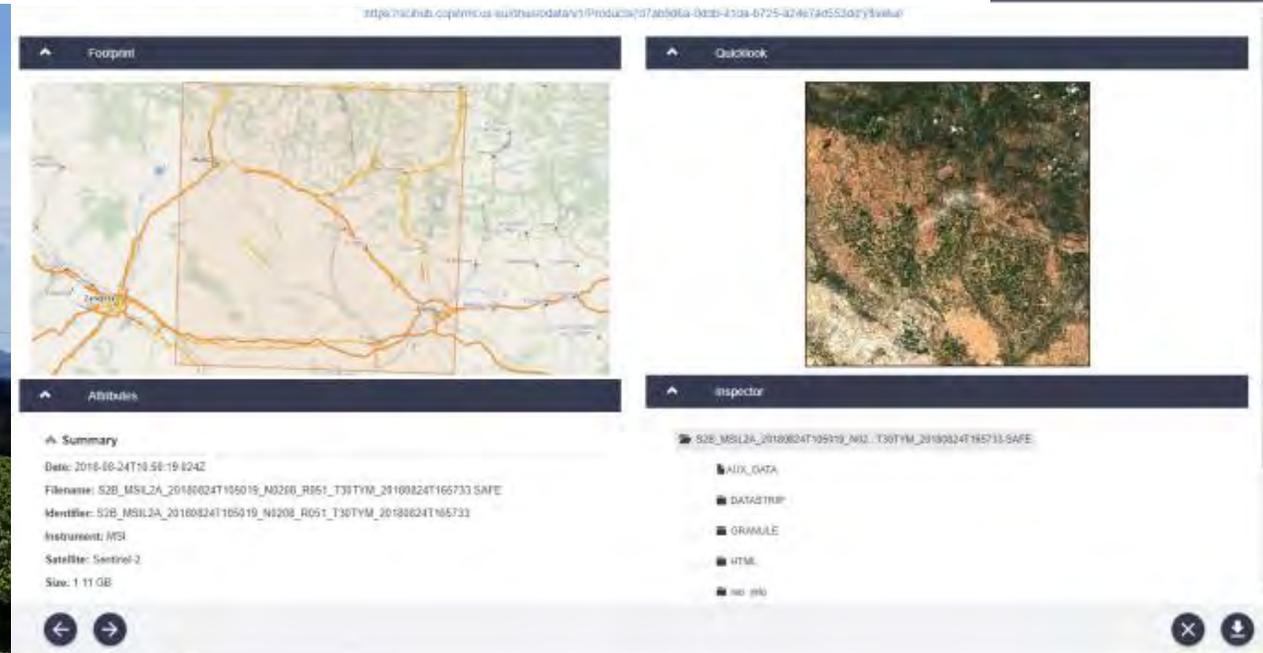
1. Planificar el la toma de datos según las necesidades



1. Planificar el la toma de datos según las necesidades
2. Seleccionar sensor y tomar los datos

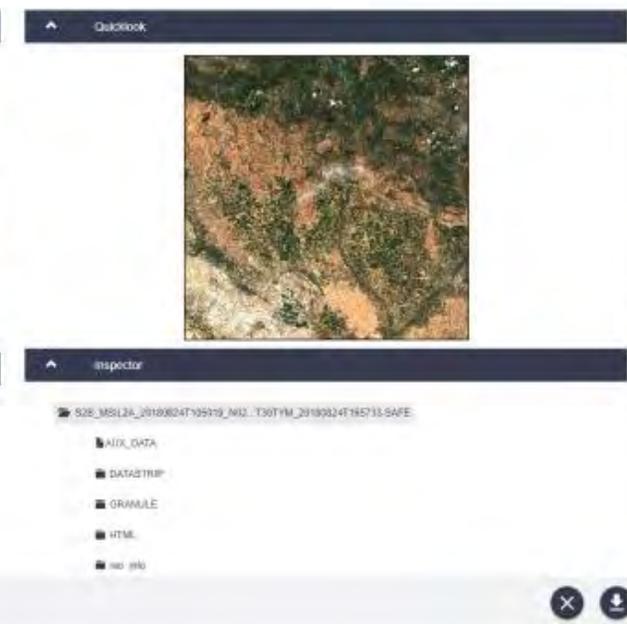
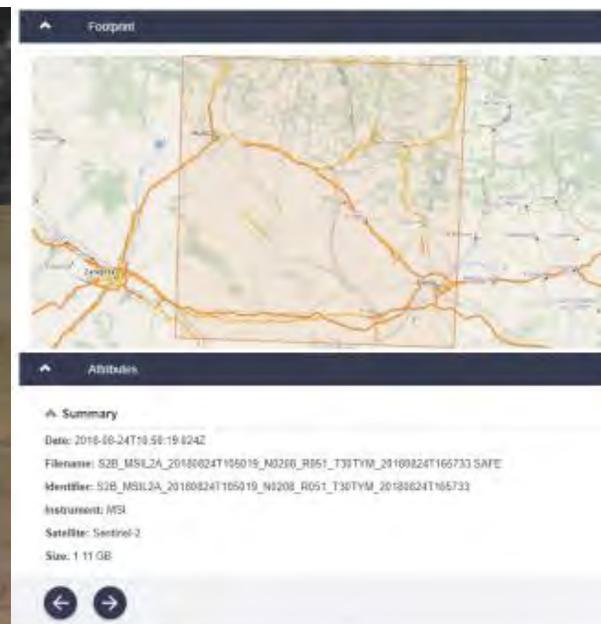
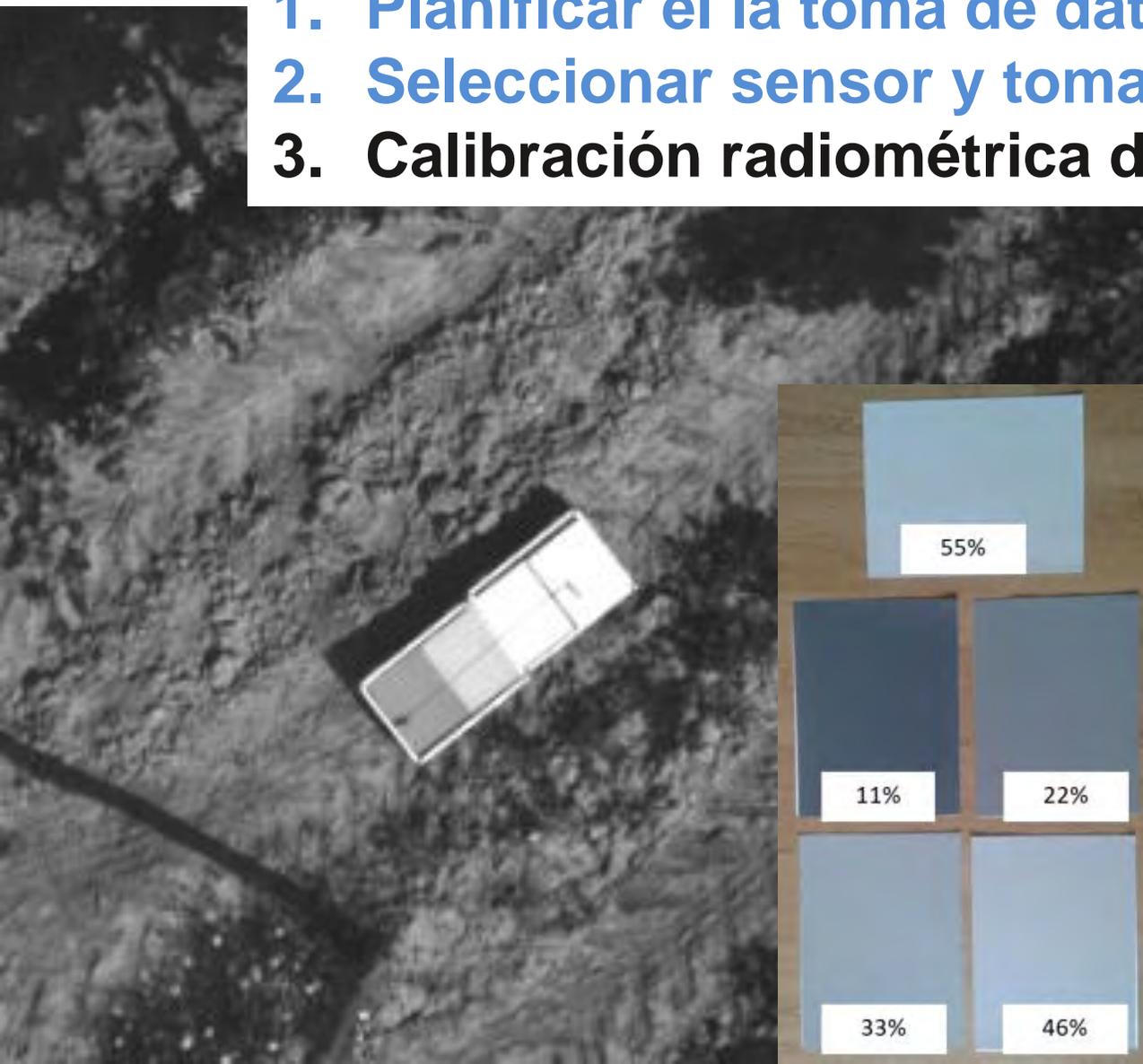


DRON

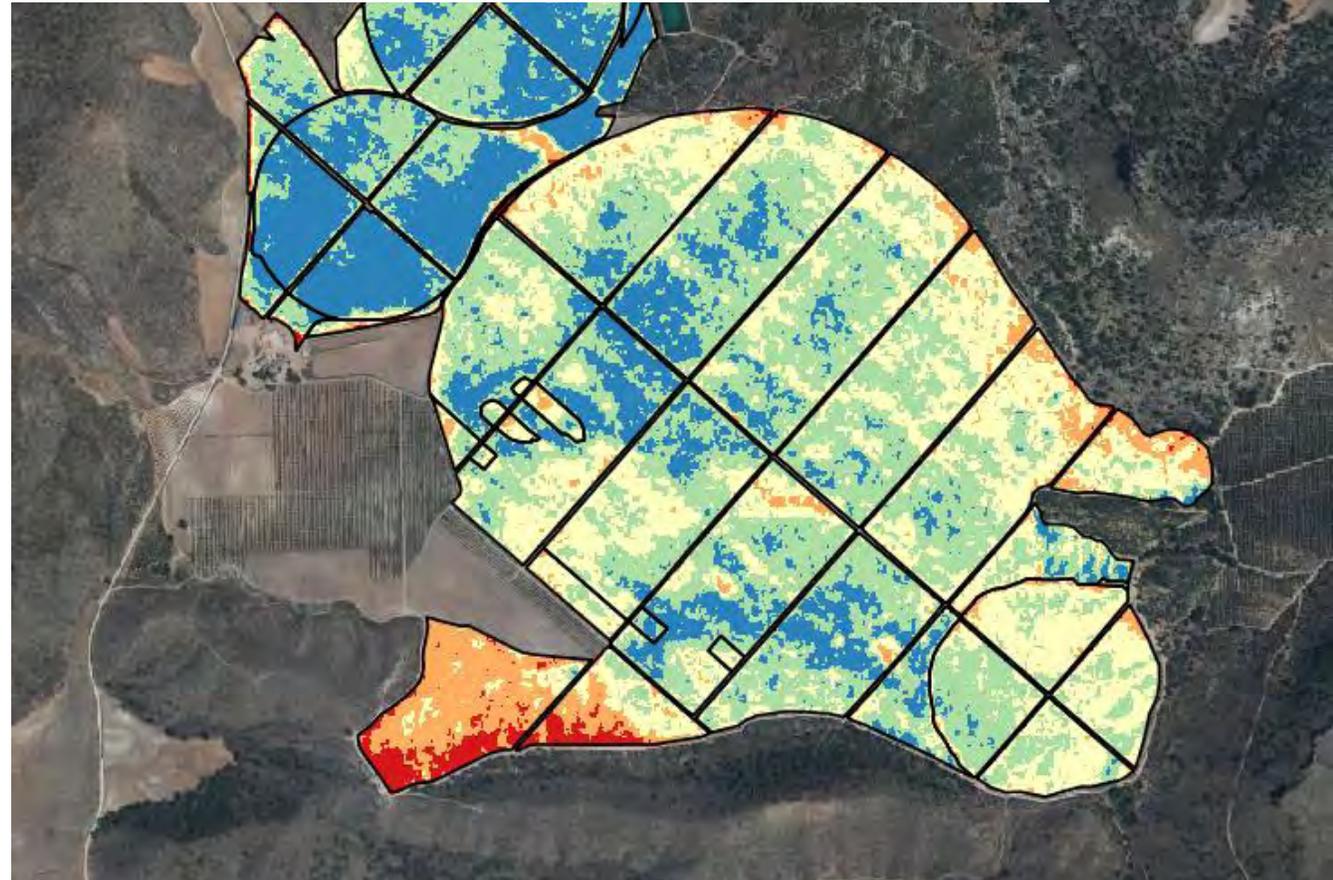


SATÉLITE

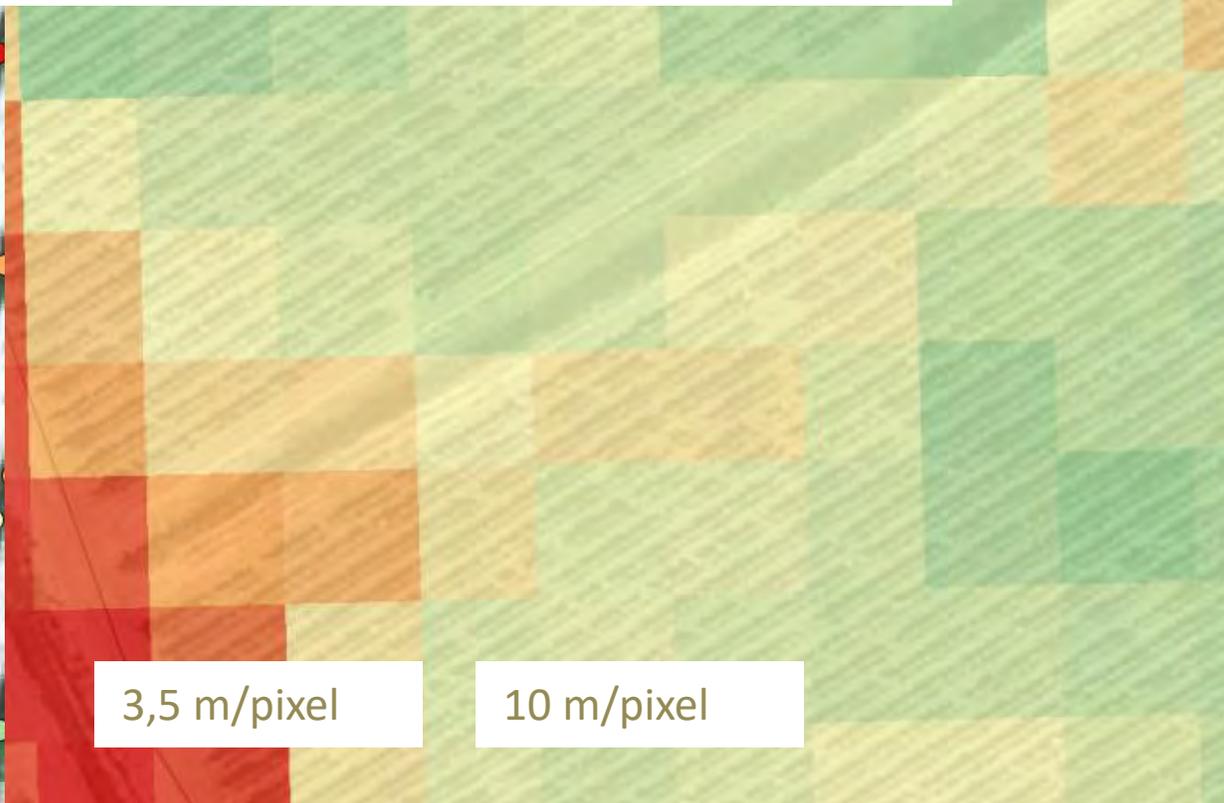
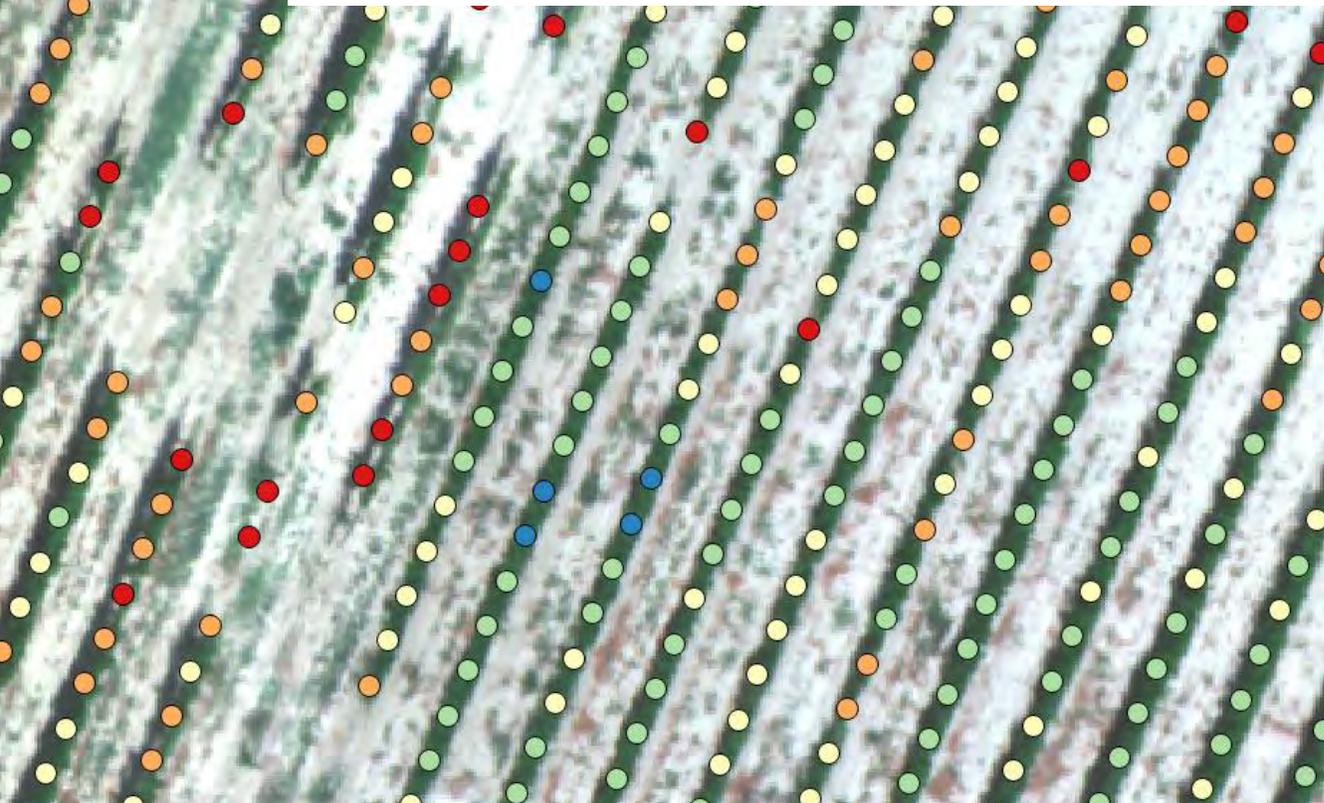
1. Planificar el la toma de datos según las necesidades
2. Seleccionar sensor y tomar los datos
3. Calibración radiométrica de las imágenes



1. Planificar el la toma de datos según las necesidades
2. Seleccionar sensor y tomar los datos
3. Calibración radiométrica de las imágenes
4. Calcular los índices de vegetación



1. Planificar el la toma de datos según las necesidades
2. Seleccionar sensor y tomar los datos
3. Calibración radiométrica de las imágenes
4. Calcular los índices de vegetación
5. Segmentar los pixeles de vegetación (si se puede)

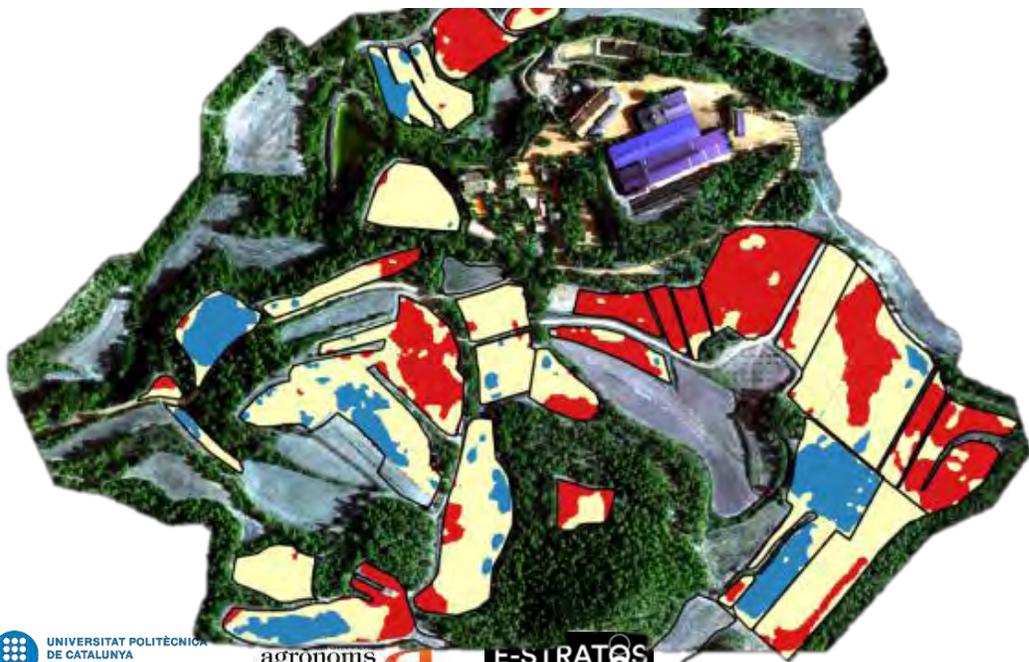


3,5 m/pixel

10 m/pixel

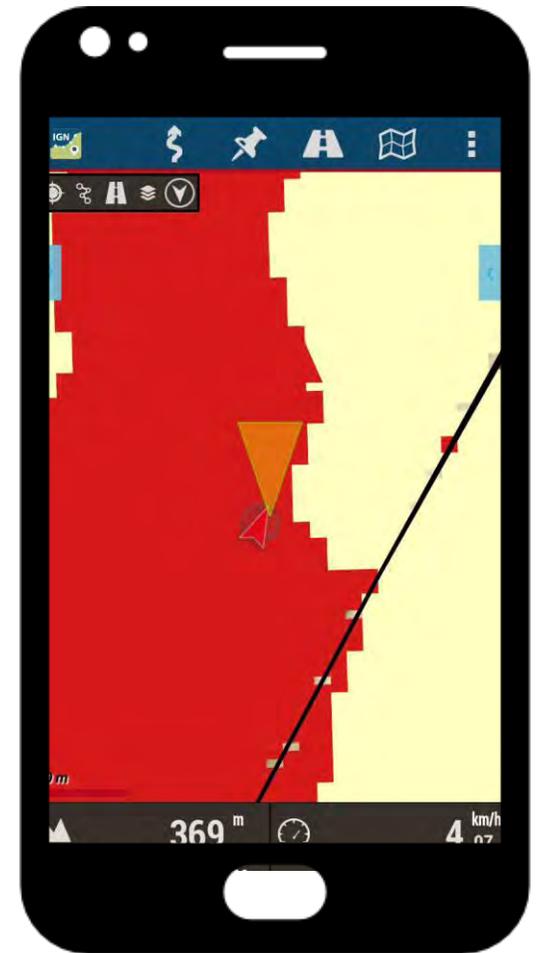


1. Planificar el la toma de datos según las necesidades
2. Seleccionar sensor y tomar los datos
3. Calibración radiométrica de las imágenes
4. Calcular los índices de vegetación
5. Segmentar los pixeles de vegetación (si se puede)
6. Interpolar los datos y generalizar





AHORA TOCA PONERSE LAS BOTAS Y VISITAR EL CAMPO, PERO DE FORMA DIRIGIDA





Algunos ejemplos de utilización de la teledetección

Distintos desarrollos vegetativos ---> distintas condiciones, calidades y necesidades (fertilizante, riego, fitosanitarios)





VALLFORMOSA

Juvé & Camps



INNOVI
Clúster Vitivinícola Català

INCAVI
Institut Català de la Vinya i del Vi

IRTA
RECERCA I TECNOLOGIA
AGROALIMENTÀRIES

PROYECTO OPTIVINYA

 Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals

 Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació

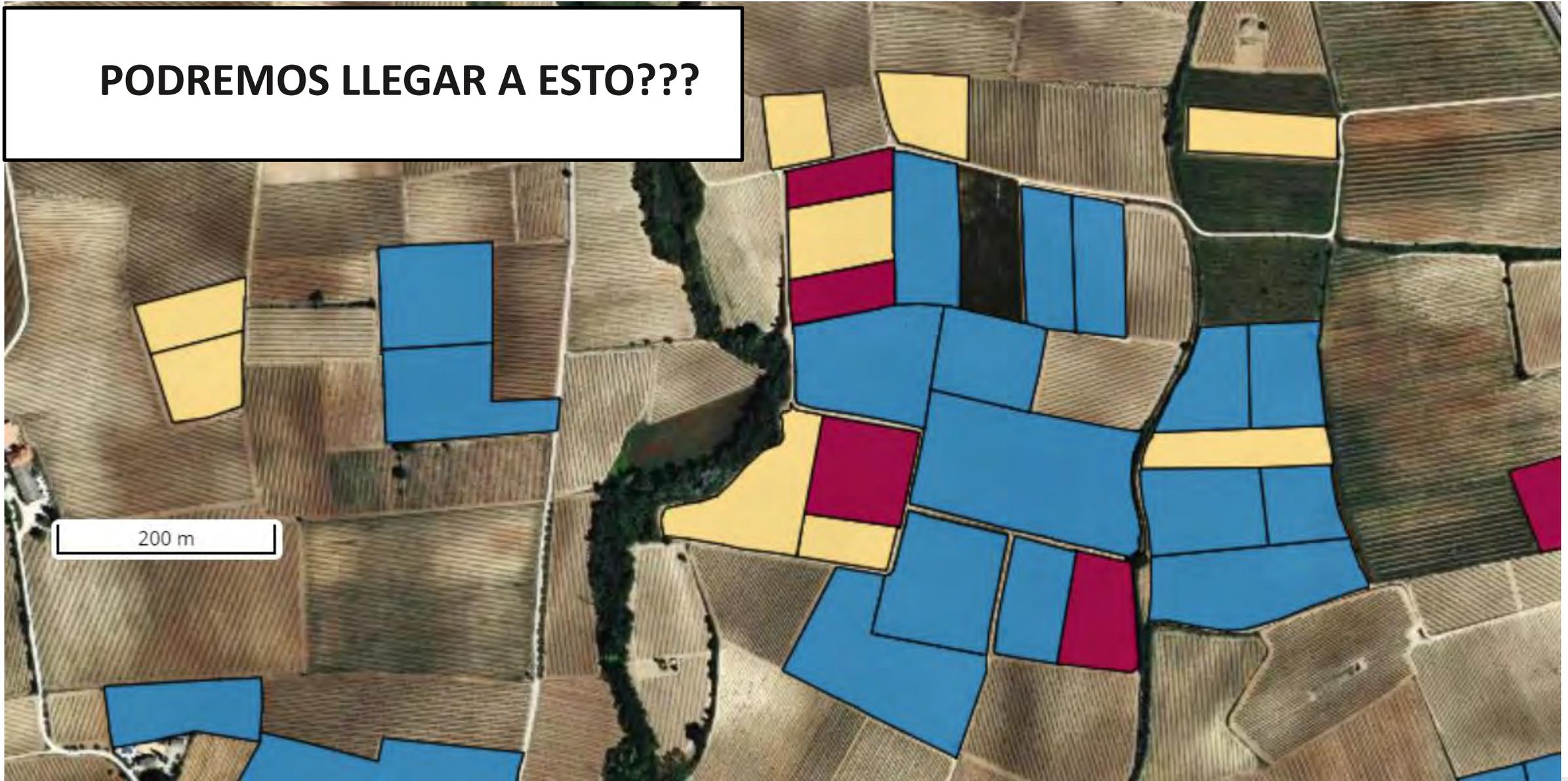
AGRO MAPPING

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Diferentes niveles de densidad (vigor) de la vegetación aportan, para una misma añada, diferentes velocidades de maduración, además de diferentes potenciales productivos

(si vendimiamos el mismo día, podemos tener uva en buenas condiciones de maduración, uva sobre-madurada o por debajo del óptimo)

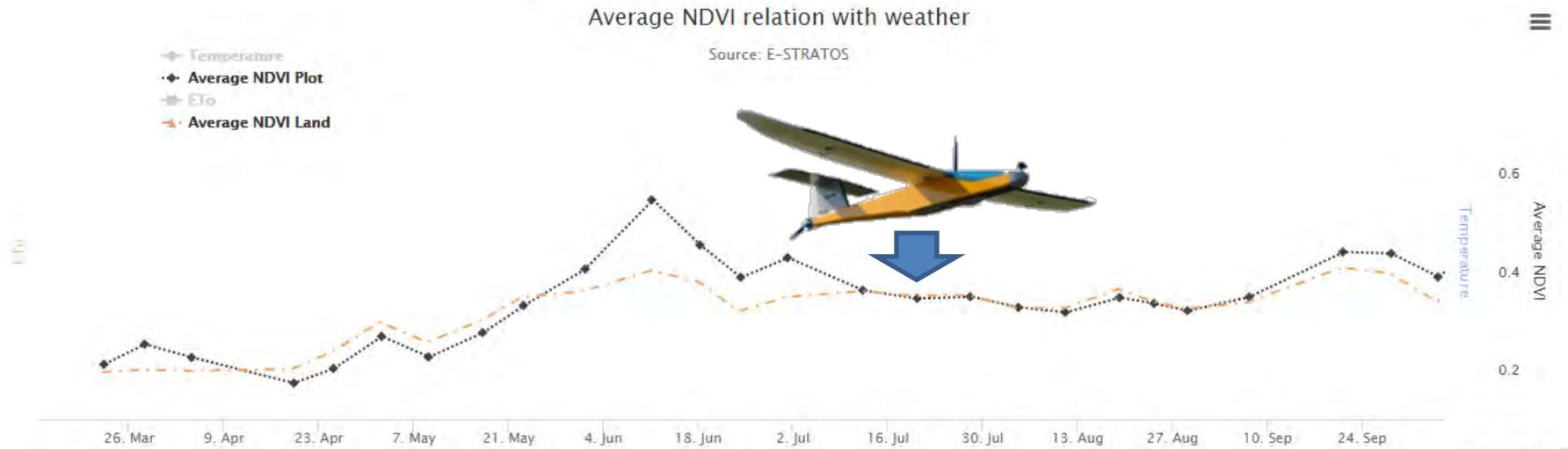
PODREMOS LLEGAR A ESTO???



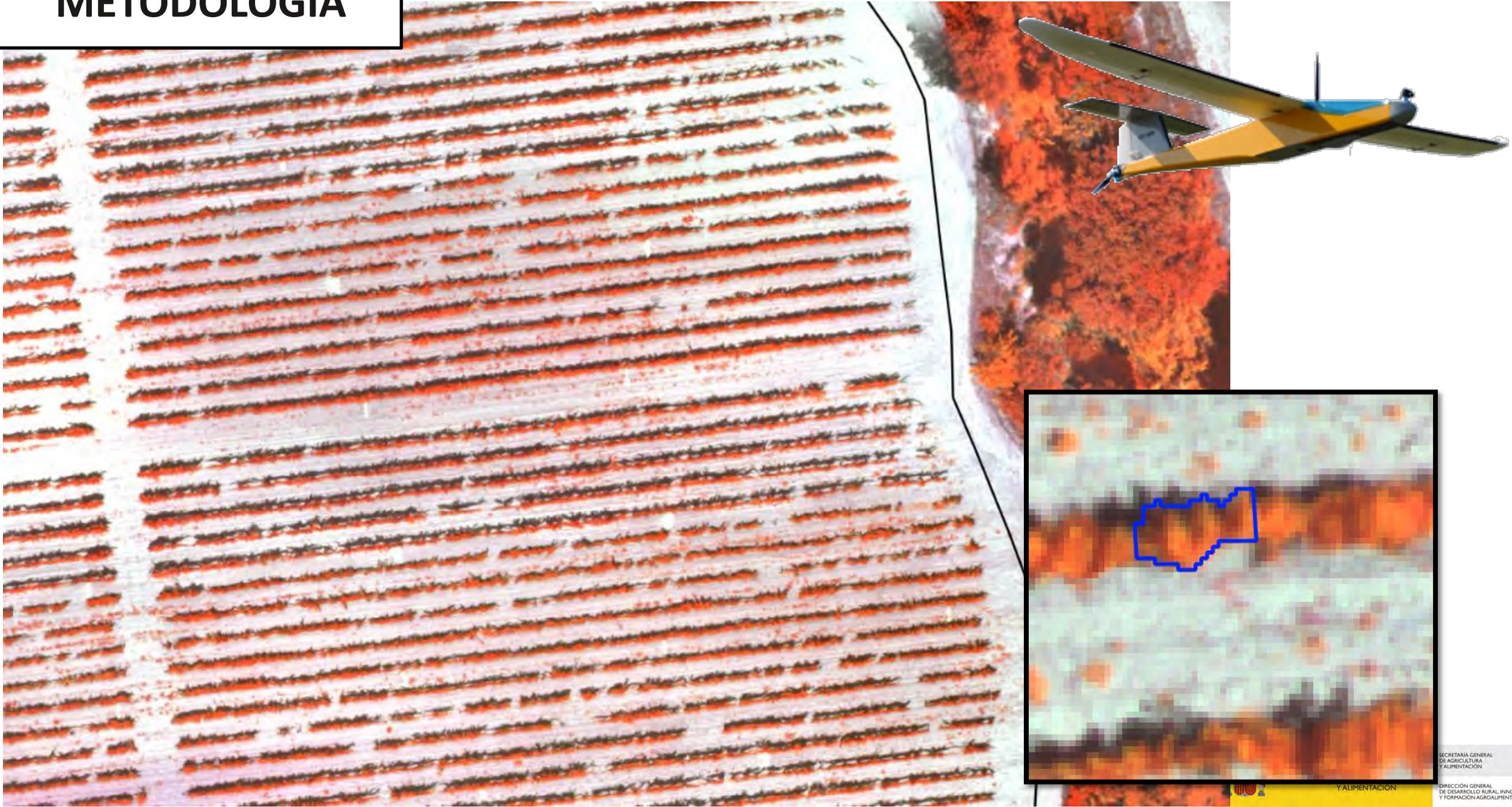
METODOLOGIA

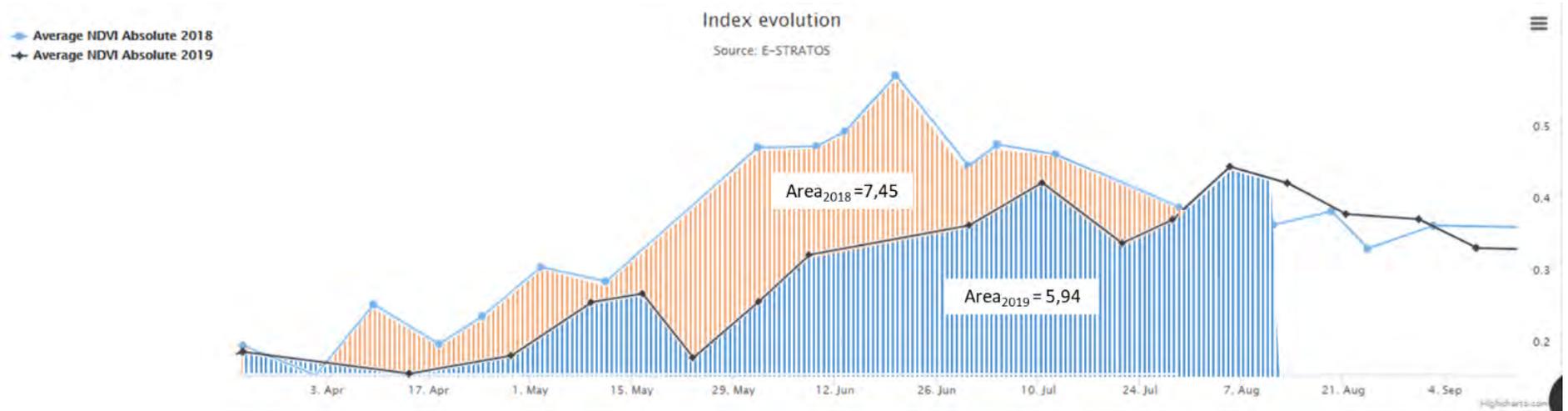


175 nanosats
3 m/pixel
1 imagen día

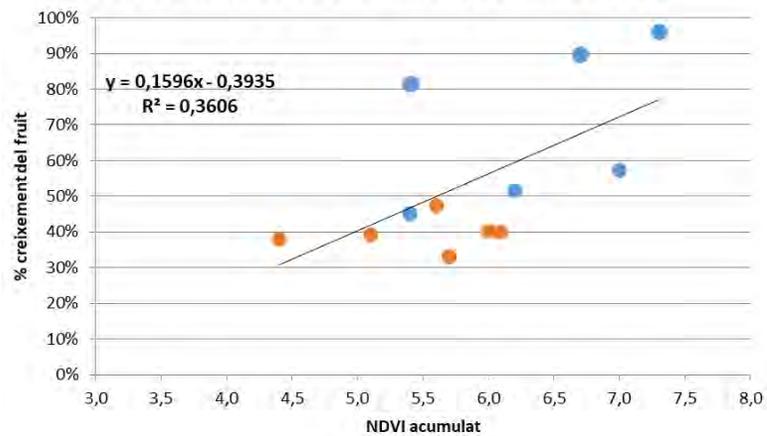


METODOLOGIA

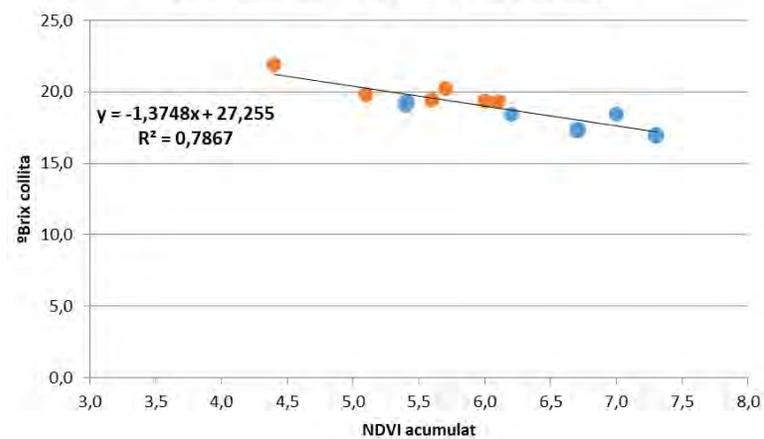




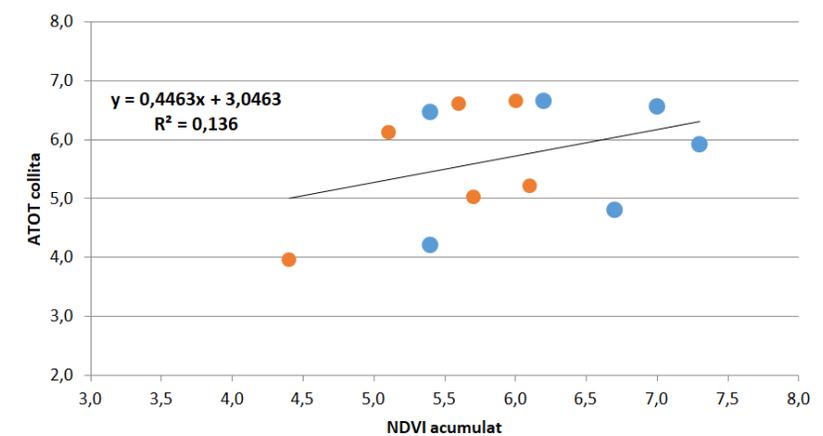
NDVI acumulat vs. creixement percentual fruit

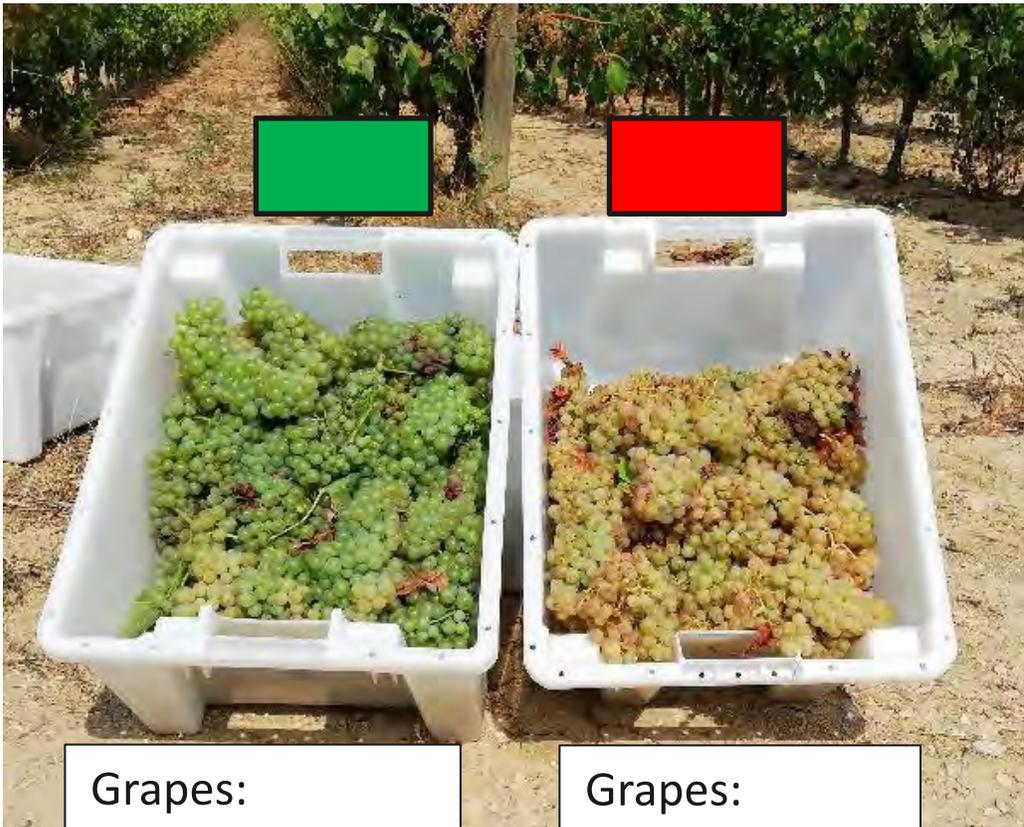


NDVI acumulat vs. Grau brix a collita



NDVI acumulat vs. ATOT a collita





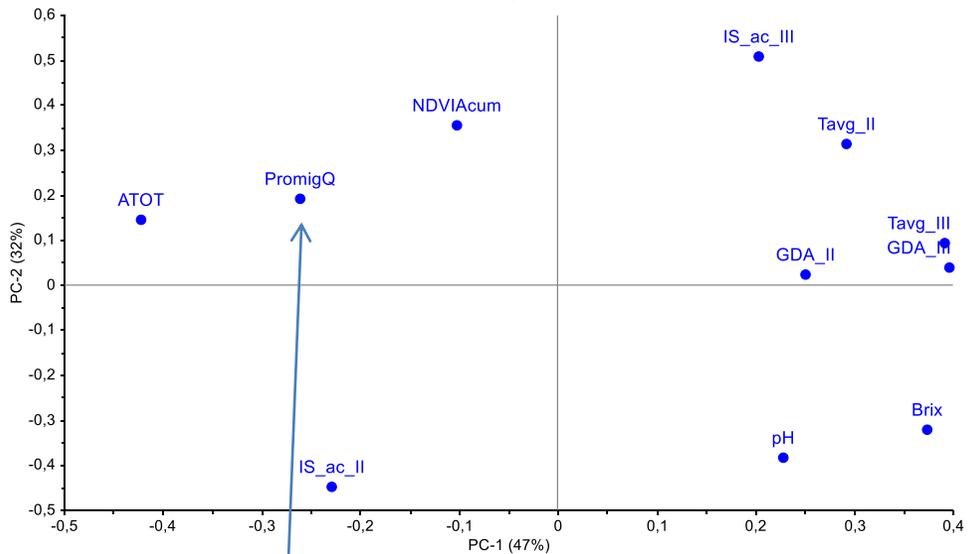
Grapes:
 GAP = 9,75
 pH = 3,31
 ATOT = 6,1

Grapes:
 GAP = 11,42
 pH = 3,57
 ATOT = 4,0

Must:
 GAP = 8,28
 pH = 3,11
 ATOT = 6,1

Must:
 GAP = 10,90
 pH = 3,13
 ATOT = 4,8

Loadings



Puntuació a cegues de Brix, pH i ATOT (Regular, Bo i Superior)

The screenshot shows the E-STRATOS web interface. At the top, there is a header with the logo and user information. The main area features a satellite map of agricultural parcels, with some parcels highlighted in green (labeled 'Excellent') and red (labeled 'Fae'). To the right of the map, there are several control buttons and information panels, including 'Pack stress', 'Midterm', 'Filtrar por', and 'Mostrar/Esconder parcelas'. Below the map, there is a section titled 'Server processing done' with a 'filter by name' input field. A question '¿Qué significa la siguiente información?' is followed by a table of data for four parcels:

Parcel ID	Quality	Area (ha)	Avg	c.var
AQ730	None	1.87	0.298	36.70%
AH287	None	1.77	0.364	7.53%
AY303	None	1.82	0.354	7.41%
II930	None	0.72	0.447	26.59%

CONCLUSIONES

- La metodología desarrollada permite determinar de forma fiable diferencias en el vigor de la planta a partir de teledetección
- Los resultados, aunque con baja representatividad, son positivos.
- No se pretende eliminar los muestreos en campo, sino complementarlos y dirigirlos para tener una percepción global de todo el conjunto de parcelas.
- Las diferencias parecen claras en 2 vinificaciones diferentes según el vigor de la vegetación, falta confirmarlo con más muestras que permitan un estudio estadístico
- La introducción de la tecnología de teledetección es viable económicamente (sobre 10 €/ha y año) y aporta información complementaria a gran escala. El beneficio final depende del tipo de valorización del producto final.



Aplicación variable de insumos

Vigor



Alto
Medio
Bajo

Fertilizante



DOSIS
l/ha

250
300
400
500



1. Mejor repartido el producto en parcela
2. Menor contaminación del suelo
3. Posibilidad de homogeneizar la parcela
4. Informes post-aplicación



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



Photo courtesy of Emilio
Gil, UMA-UPC



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH





Rauhen (Chile)



California (USA)



Australia



Geneva (USA)

Variation factor in LAI from 1 to 15 (Codis et al, 2012)

Photo courtesy of Emilio Gil, UMA-UPC



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

The TRV concept



$$\text{TRV [m}^3/\text{ha]} = \frac{\text{Height [m]} \times \text{Width [m]} \times 10000}{\text{Row distance [m]}}$$

$$\text{Volume [l/ha]} = \text{TRV [m}^3/\text{ha]} \times i \text{ [l/m}^3\text{]}$$

Byers, R.E., Hickey, K.D., Hill, C.H., 1971. Base gallonage per acre. Va. Fruit 60, 19–23

USA, Australia, Europe, Chile, Argentina,..... Use TRV at least at research level in orchards, citrus and vineyard

Photo courtesy of Emilio Gil, UMA-UPC



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



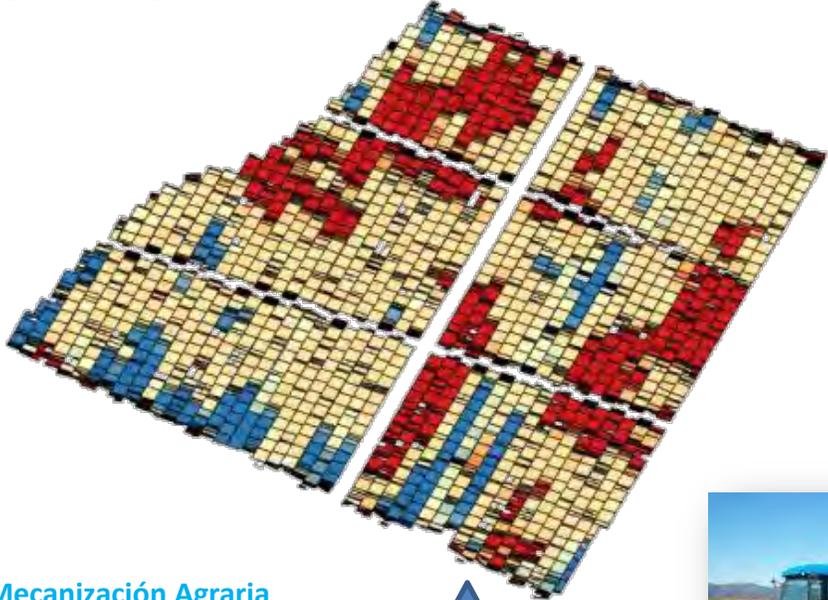
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONATECH



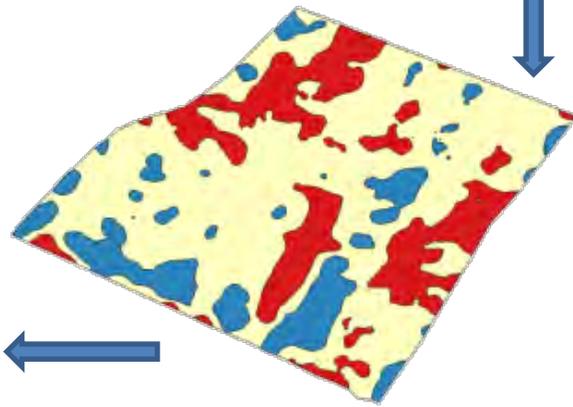
Mapa de vigor (NDVI)



Mapa de aplicación real (L/Ha)



Mapa de prescripción (L/Ha)



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

agrònoms **a**

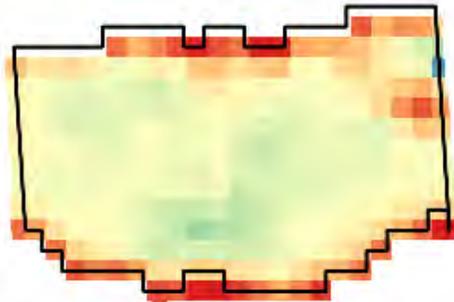
E-STRATOS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

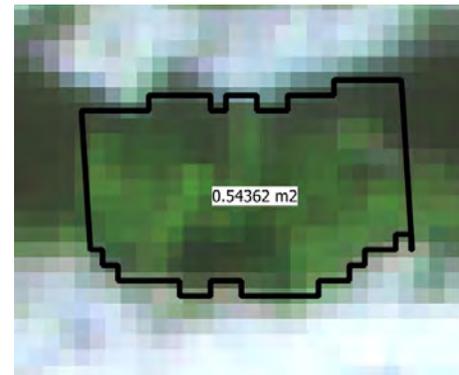
SECRETARÍA GENERAL DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA



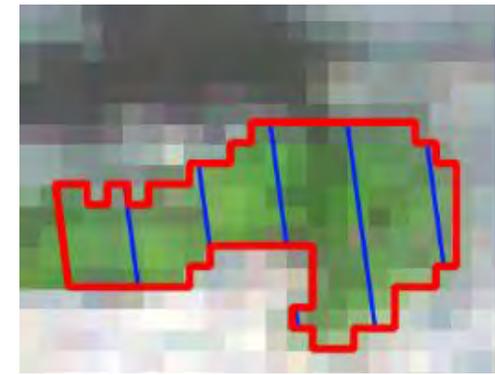
VIGOR

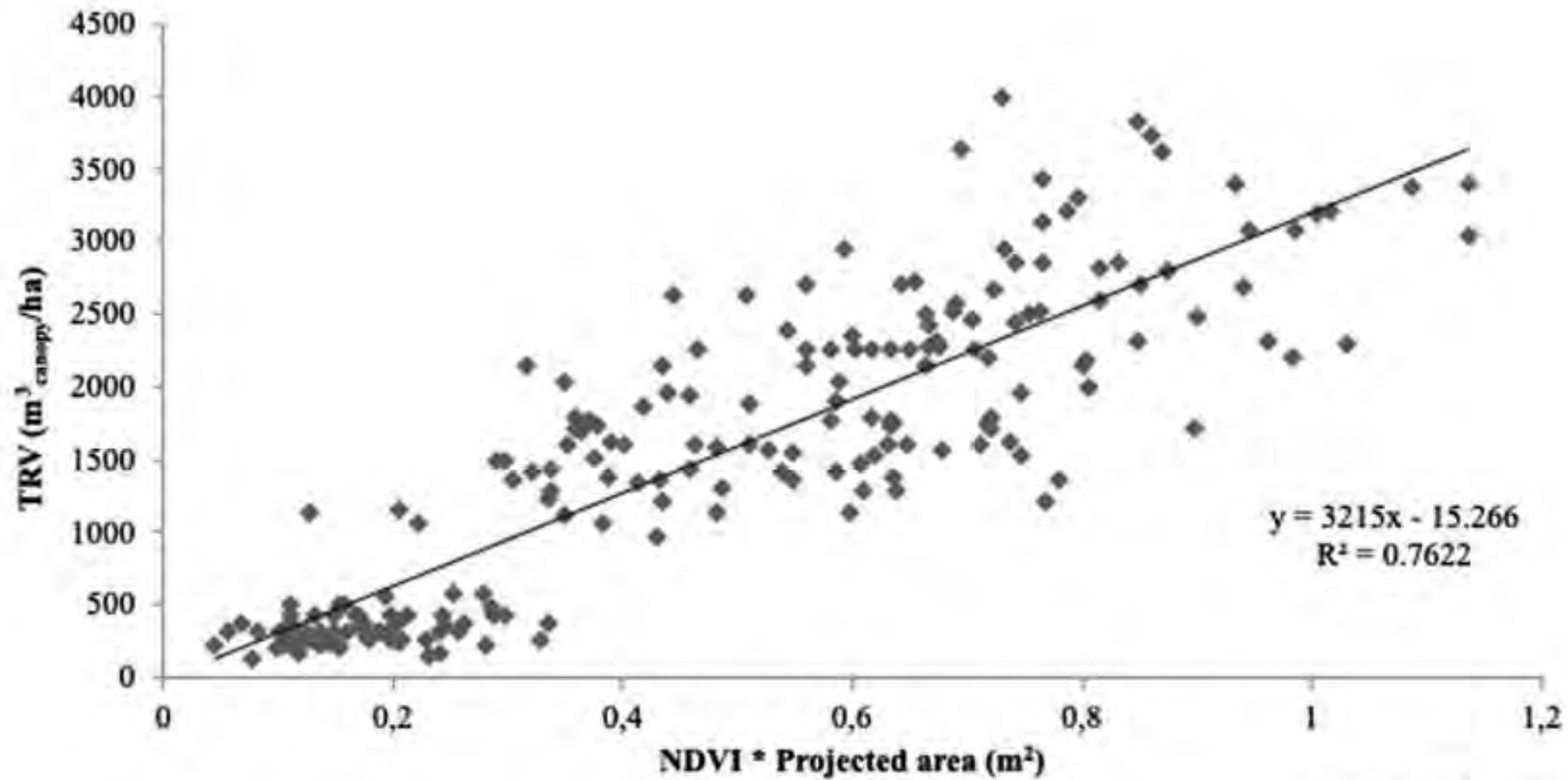


PROJECTED AREA



WIDTH





Campos et al., 2019

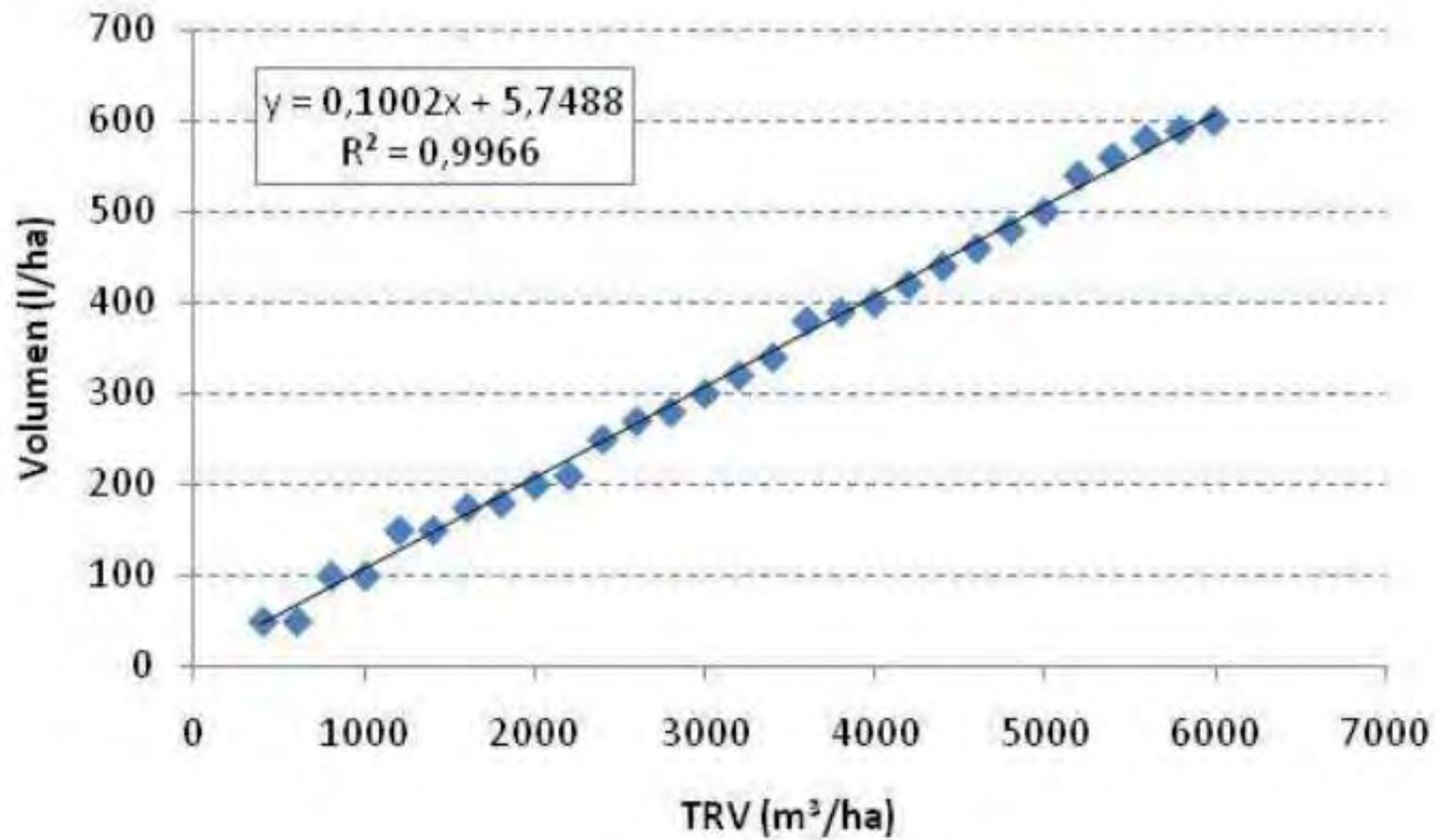


Photo courtesy of Emilio Gil, UMA-UPC

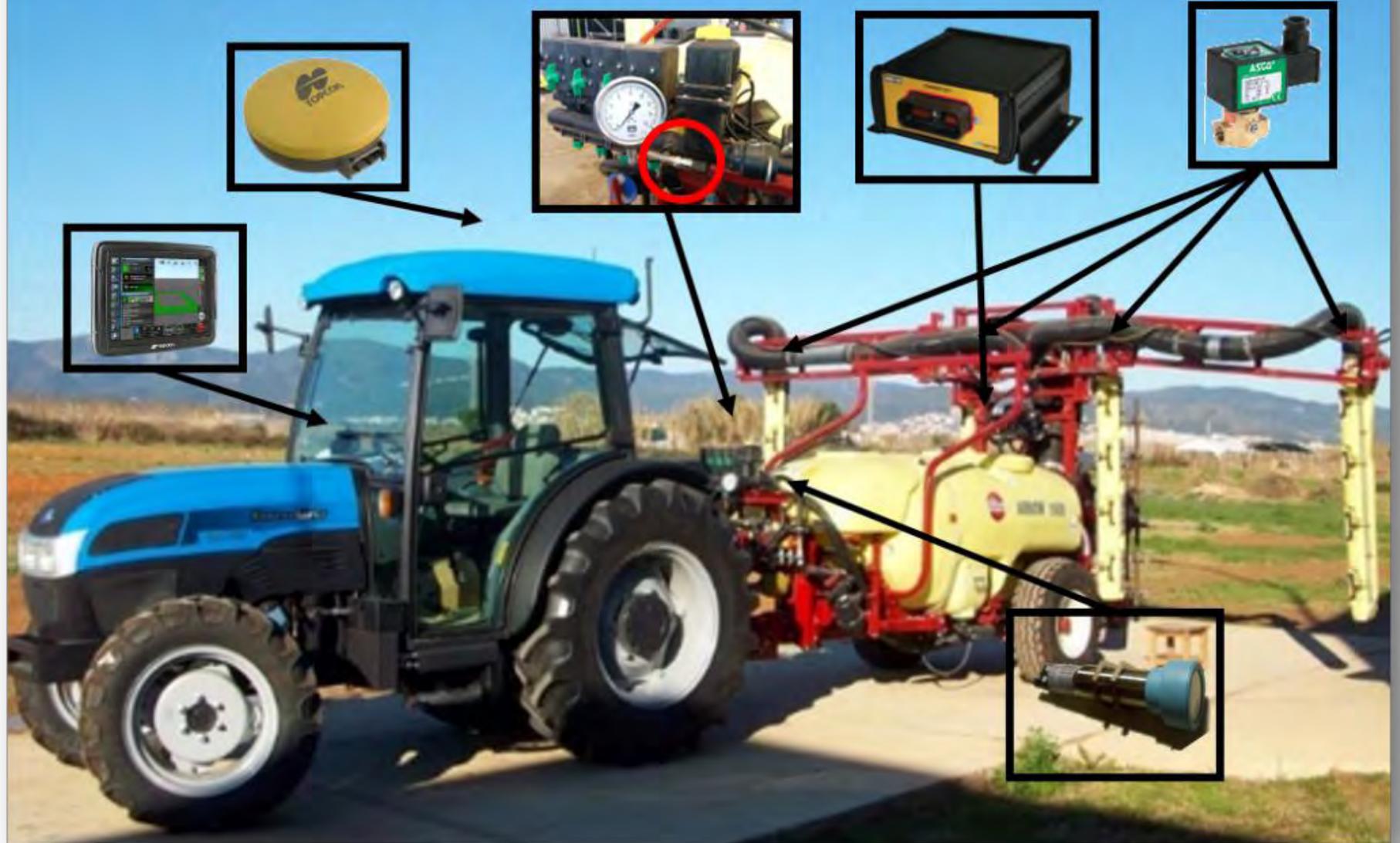
Prototip d'aplicació variable en base a mapes



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH



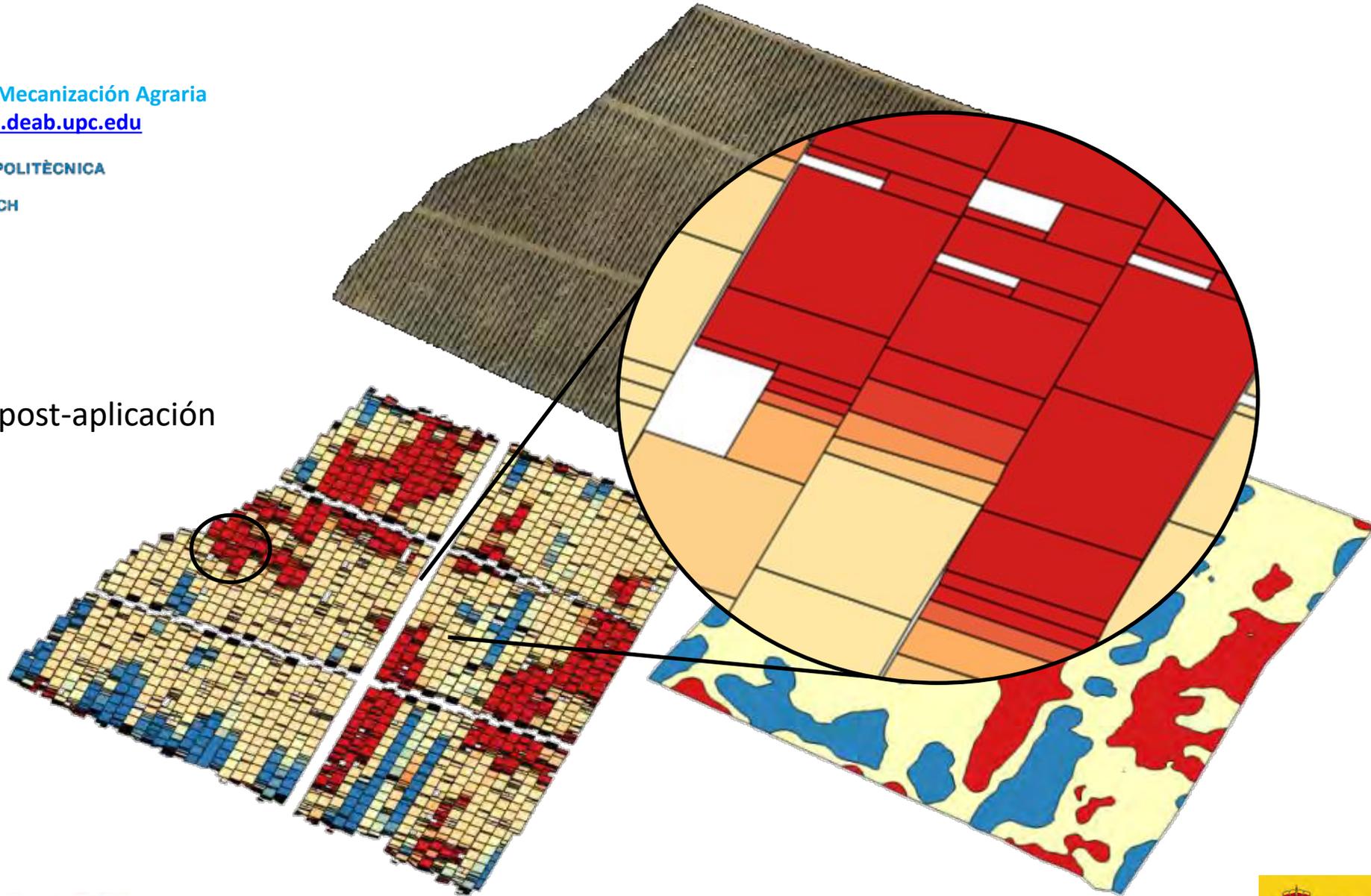


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>

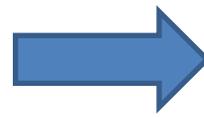


UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

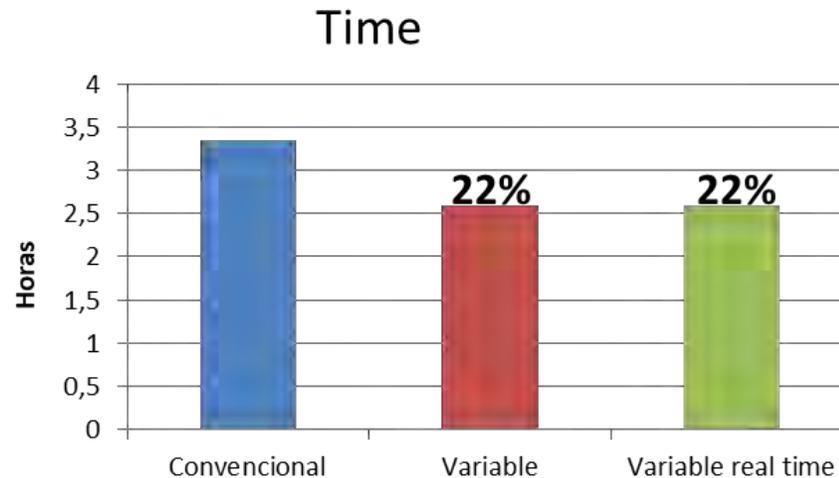
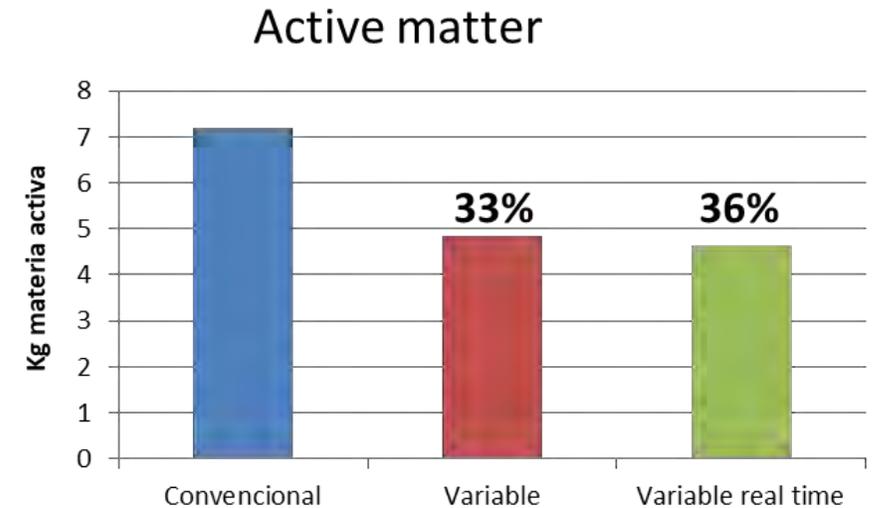
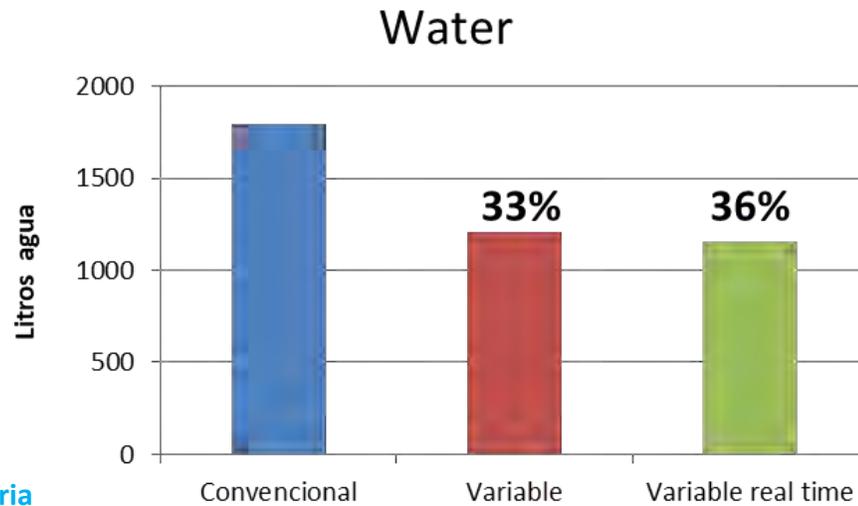
Mapa post-aplicación



RESULTS: Savings



Improved deposition --> with less volume we deposit better the product on the leaf



- Conventional: **300 L/ha**
- Variable rate: 3 zones with different application volumes (**150, 206 y 260 L/ha**)



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- **LA BARRERA: HACE FALTA UNA PEQUEÑA MODIFICACIÓN EN LA MÁQUINA PARA TRABAJAR EN VARIABLE (coste asociado)**
 - Electroválvulas, caudalímetro y módulo de control



waatic

ES | EN | FR | PT |

- Dashboard
- Mapas
- Aplicaciones
- Cultivos
- Fincas
- Explotaciones
- Operarios
- Atomizadores
- Productos
- Órdenes De Trabajo

2019-01-01
2021-02-09

GPS TABLET

REAL

BIAS

LEIDO

REQUERIDO

ALPHA 0

ALPHA 65

OCULTAR DOSIS 0

VOL MIN: 0 l/ha

VOL MAX: 9999 l/ha

ALPHA: 65 %

VELOCIDAD: 4x

Productos x1000l

DROXICUPER-50 1.6

AZUMO MG 6.7

41.4362401, 1.7097049

IZQ ● DER ●

Auto Pressure

Fecha: 2020-07-01

06:09:36

Dosis Req: 343 l/ha

Dosis Real: 344 l/ha

Presión Req: 10.7 Bar

Presión Real: 10.8 Bar

Velocidad Real: 6.8 Km/h

BIAS: 1 l/ha

BIAS %: 0.29 %

● ≤ 250 l/ha

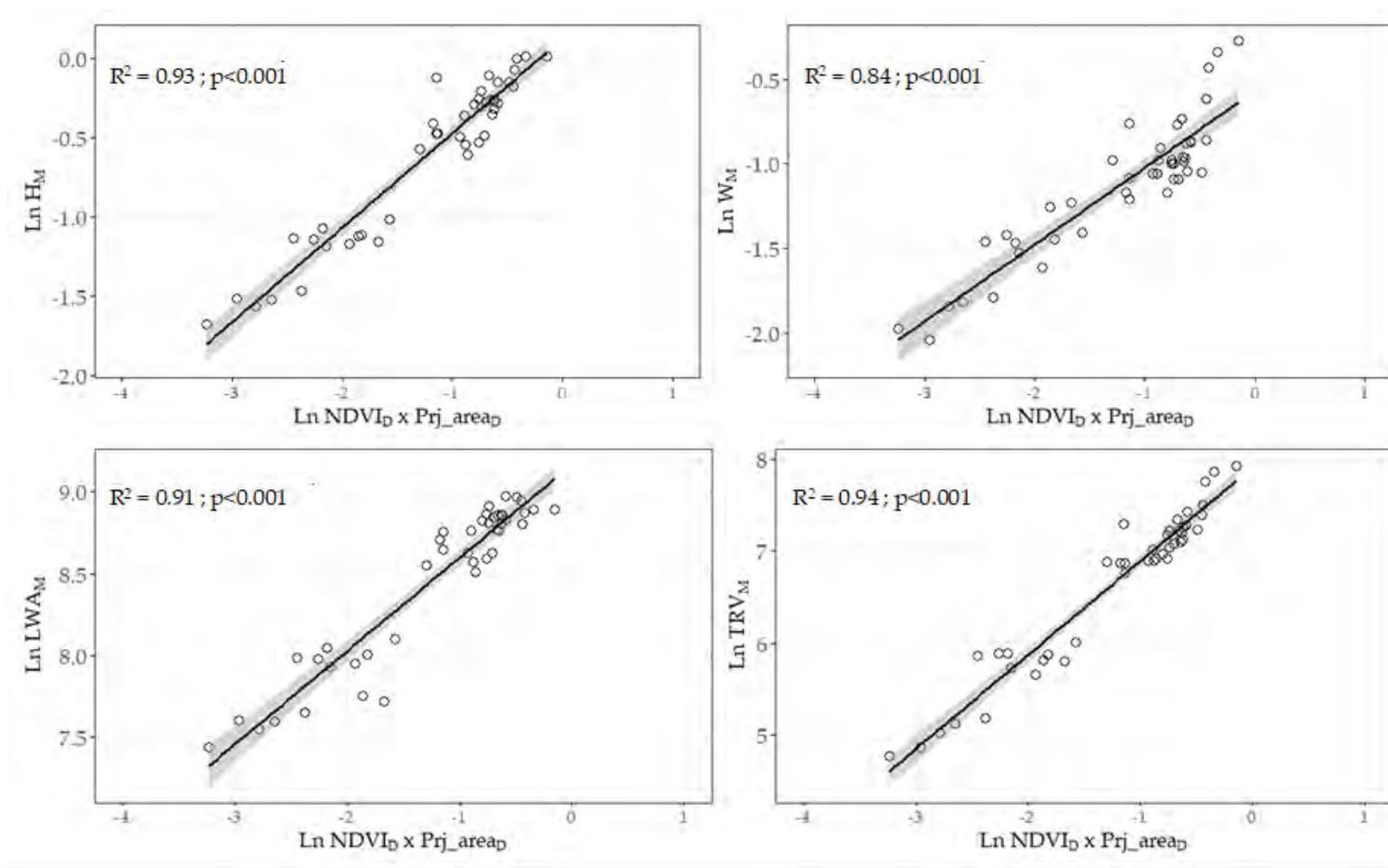
● 343 l/ha

● ≥ 370 l/ha

Datos de mapas ©2021 Imágenes ©2021, Institut Cartogràfic de Catalunya, Mixar Technologies | 20 m

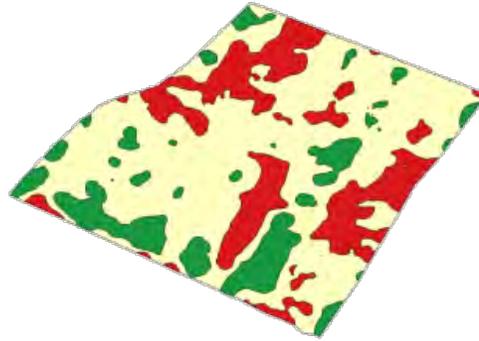
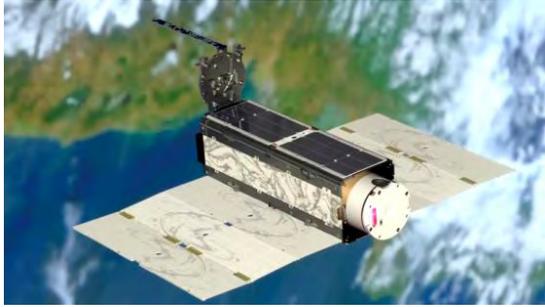


Hemos dicho que hace falta iniciar la transición hacia la agricultura digital conectada con el fin de llevar a cabo agricultura de precisión...

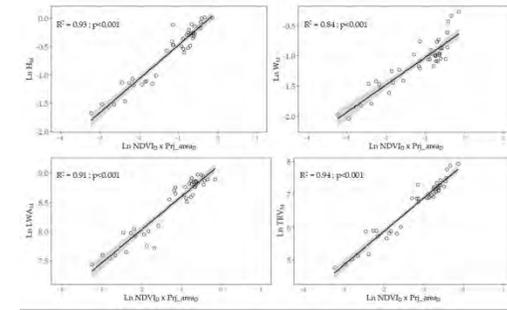


Campos et al. 2021.

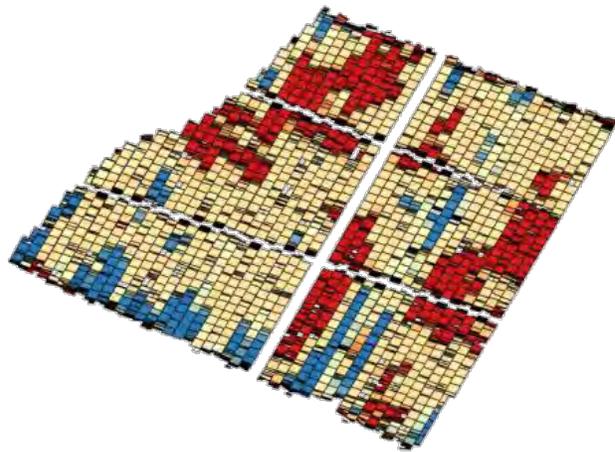
Mapa de vigor (NDVI)



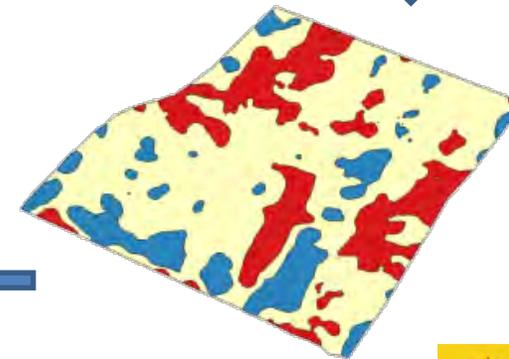
Caracterización de la vegetación



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH



Mapa de aplicación real (L/Ha)



Mapa de prescripción (L/Ha)

PARA DEBATIR...

- Hace falta diferenciar entre digitalización y agricultura de precisión... No son lo mismo, ni sirven para lo mismo (tal vez sí que buscan lo mismo)
- Tenemos tecnología digital para aplicar ya en campo y hacer agricultura de precisión
- Con digitalización parcial y muy básica se puede hacer AP y podemos ayudar a romper barreras de adopción
- Sigüientes pasos: Ayudar a los humanos → analizar e interpretar mejor que los humanos (de forma más imparcial) → agricultura predictiva (no es igual de fácil modelar y predecir en entornos cerrados que en ambientes abiertos)



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA GENERAL
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

JORNADA DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DRONES Y BIM

9 y 10 de Mayo 2021

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales