

Un uso más eficiente del agua integrando Red SIAR, Teledetección y SIG PROYECTO SPIDER CENTER.

Alfonso Calera y Jesús Garrido
Teledetección y SIG. Universidad de Castilla La Mancha





Pedro Gata

¿Cómo se desarrolla el cultivo?

Cuánta agua necesita?

Cuánto fertilizante?

- **Agricultura de precisión** [“site specific”]: ajustar el suministro de agua y fertilizantes a las demandas en el espacio y en el tiempo del cultivo
- **VRT: Variable Rate Technology**. La maquinaria que permite aplicar dosis variable en el espacio, guiada mediante GPS.
- **Teledetección [satélites y drones]**: “Inteligencia” para el uso de la maquinaria VRT

Teledetección para el manejo agronómico

Oportunidad de la imagen: Adquisición y entrega en tiempo real	Glovis (USGS + NASA) ESA webportal Otros operadores.....	ortorectificación + corrección radiométrica y atmosférica
Frecuencia: Hacia una imagen por semana (sin nubes)	Secuencias temporales de imágenes densas: Constelación Multisensor	multisensor normalización
Resolución espacial: Suficiente para identificar variabilidad intraparcularia	Landsa8 (30 m) Sentinel2a (10 m) WV2 (1 m), RapidEye (5 m) Deimos, DMC (22 m) Drones (... cm)	Libre, sin coste Comercial
Valor añadido en los productos	Entrega a usuarios finales mediante sistemas webGIS	

Metodología basada en teledetección

Imágenes de satélite, aeroportadas,...

Modelos de Balance de Energía en Superficie requieren **temperatura** de la superficie

Kc-ETo FAO56 FAO66
Coeficiente de cultivo basal basado en **reflectividad espectral**

Modelos de resistencias basados en la ec. P-M

**ET, Evapotranspiración Actual:
Consumo de agua de los cultivos**

Precipitación,

Balance de agua en el suelo

Necesidades de agua de riego

Humedad del Suelo, Percolación

Microondas, radar

Evapotranspiración: Kc-ETo metodología

$$\lambda ET = \frac{\Delta (Rn - G) + \rho c \frac{(e_s - e_a)}{r_a}}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a}\right)}$$

Ecuación Penman-Monteith

$$ET = K_s K_c ET_o = (K_s K_{cb} + K_e) ET_o$$

Aplicación en dos pasos
de la ecuación P-M
(Doorembos and Pruitt, 1977)
(Jensen et al., 1990) (Allen et al.,
1998) FAO56, FAO66

ET_o, evapotranspiración de referencia, demanda evaporativa de la atmósfera: [FAO56] *[se calcula desde datos meteorológicos]*
“un cultivo de referencia ideal con una altura de 0.12 m, una resistencia de superficie de 70 s m⁻¹ y un albedo de 0.23”

Evapotranspiración: Kc-ETo metodología

$$ET = (K_s K_{cb} + K_e) ET_o$$

K_{cb} COEFICIENTE DE
CULTIVO BASAL

Valores tabulados adaptados
a las condiciones locales

K_s : COEFICIENTE DE ESTRÉS
HÍDRICO calculado mediante un
balance de agua en el suelo
explorado por las raíces

K_e : COMPONENTE
EVAPORATIVA DEL SUELO
DESNUDO calculado mediante
un balance de agua en la
superficie del suelo

Coefficiente de cultivo basal, K_{cb} , el ratio de la transpiración de un cultivo en ausencia de estrés sobre la evapotranspiración de referencia. Análogo a un coeficiente de transpiración.

$K_{cb} ET_o$ representa la **transpiración máxima** de una cubierta en ausencia de estrés

$K_s K_{cb} ET_o$, representa la **transpiración real** de una cubierta

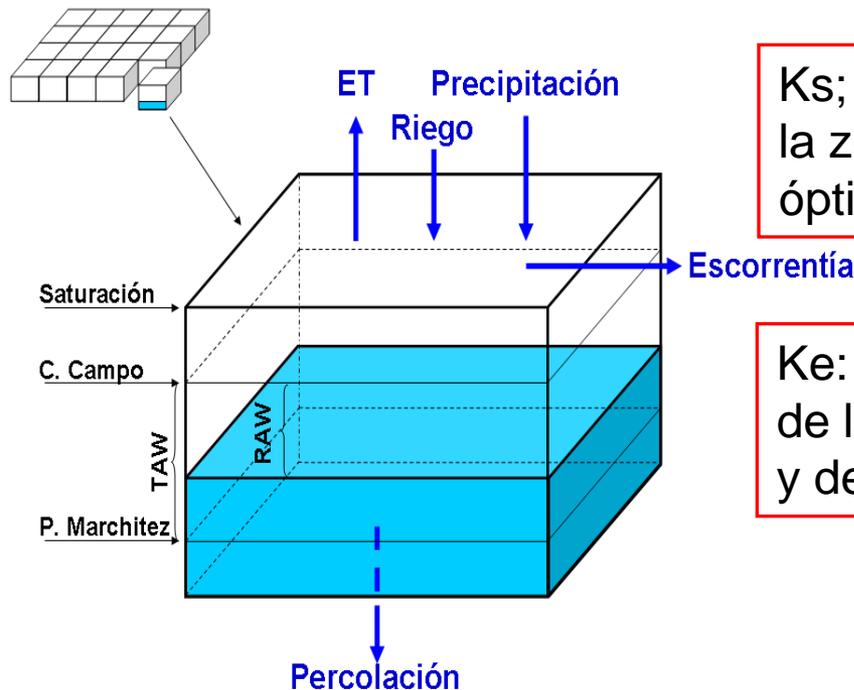
$K_e ET_o$, es la **evaporación** desde la fracción de suelo desnudo.

Integración del coeficiente de cultivo basal derivado de la reflectividad en el procedimiento Kc-ET_o (FAO56)

$$ET = (K_s K_{cb} + K_e) ET_o$$

$$K_{cb}^* = 1.44 \cdot NDVI - 0.1$$

K_{cb}^* “espectral” coeficiente de cultivo basal [0.15 – 1.15],
NDVI, calculado para las bandas TM y ETM+. [Valores típicos: suelo desnudo 0.12-0.16; máximo NDVI para vegetación verde muy densa, 0.91]



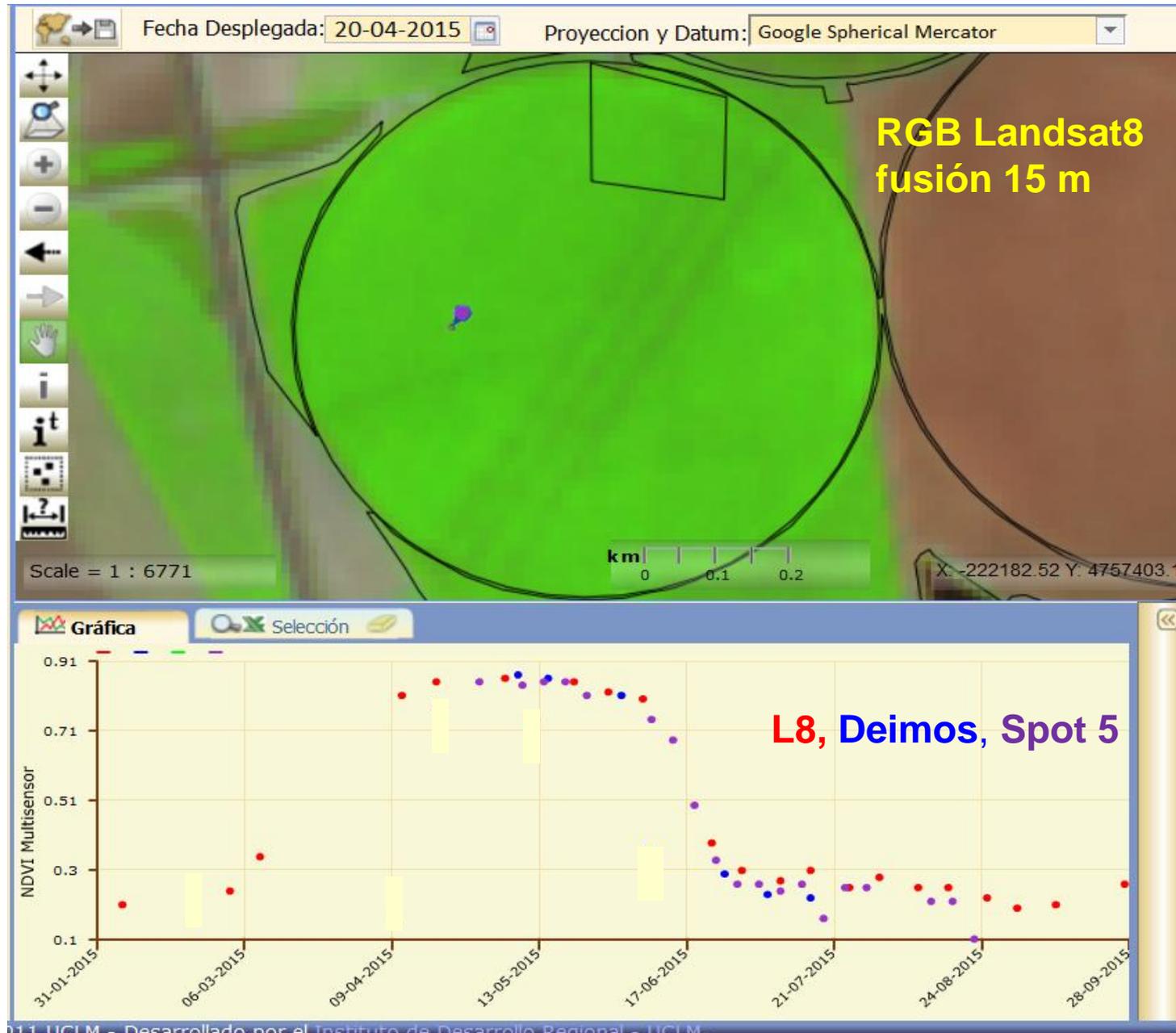
K_s ; Depende del contenido de humedad en la zona de raíces; ≤ 1 . En condiciones óptimas, esto es, sin estrés, vale 1

K_e : Depende del contenido en humedad de la capa superior del suelo, ~ 10-15 cm, y de la fase de secado

Seguimiento del Cultivo

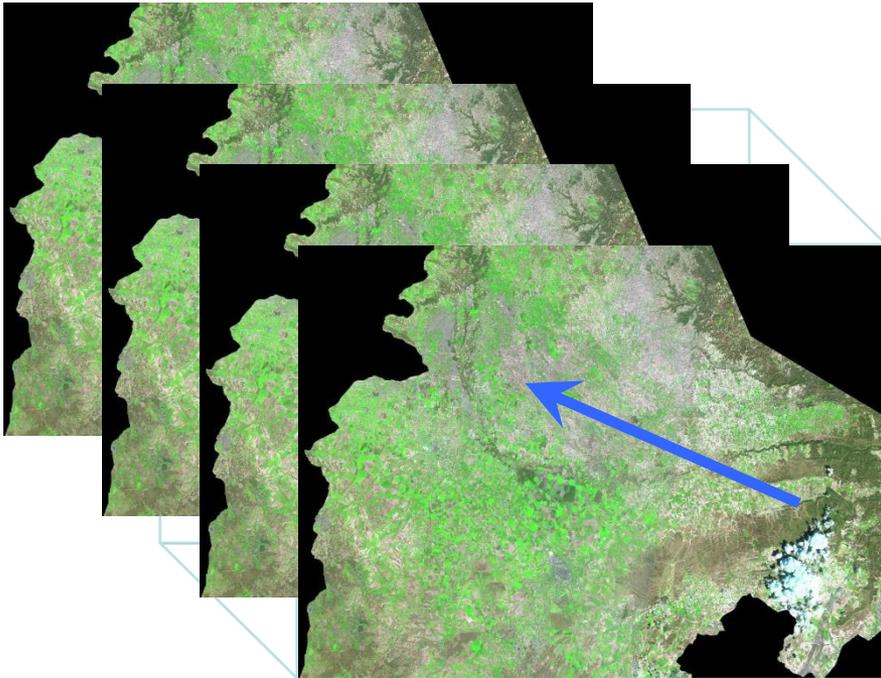
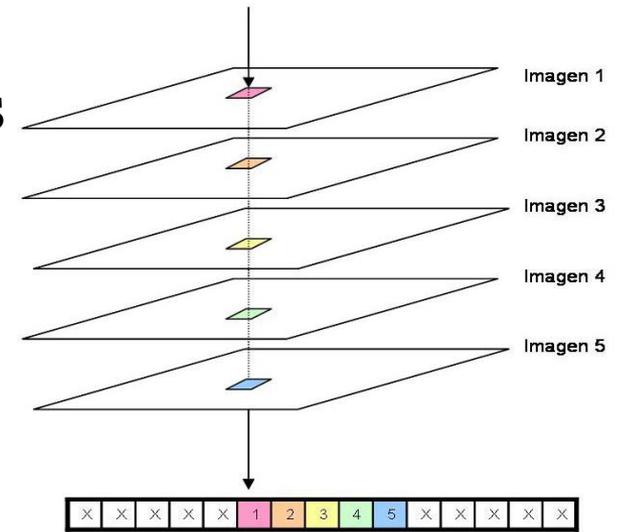
Series temporales de L8, Deimos, Spot 5 describen el desarrollo del cultivo

webGIS Spider

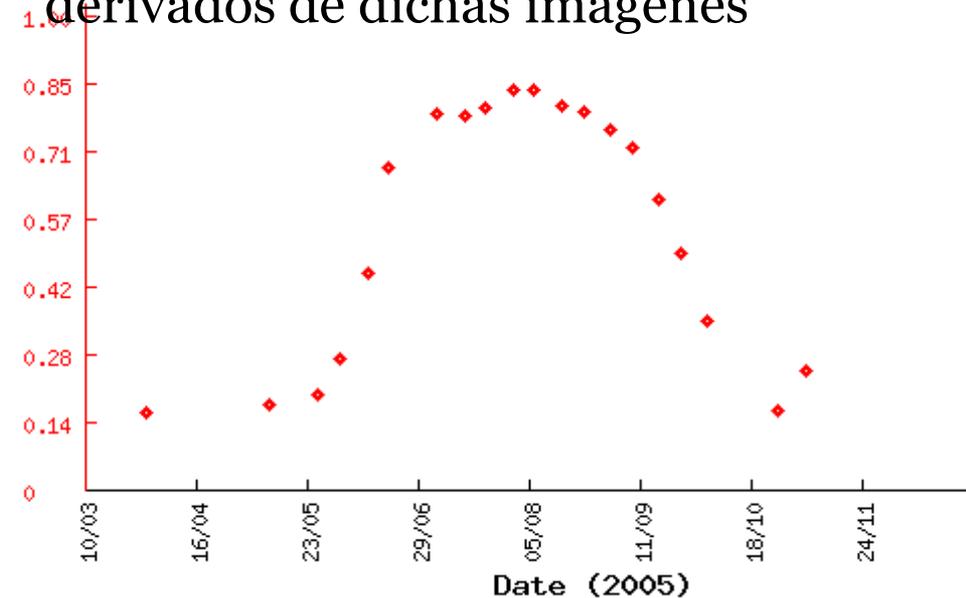


Seguimiento mediante secuencias temporales

- Series temporales de imágenes describen la evolución temporal de los cultivos a lo largo de su estación de crecimiento usando reflectividad, Índices de vegetación, ..., y en algunos sensores temperaturas.



Parámetros biofísicos de interés son derivados de dichas imágenes



Documento entregado

**DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE AGUA
Y DE RIEGO
MEDIANTE ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y
SERIES TEMPORALES DE IMÁGENES
MULTIESPECTRALES**

Alfonso Calera, Isidro Campos y Jesús Garrido-Rubio
Sección de Teledetección y SIG. Universidad de Castilla La Mancha.
Alfonso.Calera@uclm.es

NECESIDADES DE AGUA Y DE RIEGO

La utilización del coeficiente de cultivo basal espectral permite estimar directamente la transpiración máxima T_{\max} que alcanzaría una cubierta bajo una determinada demanda evaporativa de la atmósfera ET_o .

$$T_{\max} = K_{cb} ET_o$$

$$K_{cb}^* = 1.44 \cdot NDVI - 0.1$$

K_{cb}^* “espectral” coeficiente de cultivo basal [0.15 – 1.15],
NDVI calculado desde las reflectancias en superficie . [Valores típicos:
suelo desnudo 0.12-0.16; vegetación verde muy densa 0.91]

NECESIDADES DE AGUA Y DE RIEGO

Procedimiento general: Se integra el coeficiente de cultivo basal derivado de la reflectividad espectral directamente en FAO56.

$$ET = (K_s K_{cb} + K_e) ETo$$

$$I_r = ET - P_p$$

$$K_{cb}^* = 1.44 \cdot NDVI - 0.1$$

K_{cb}^* “espectral” coeficiente de cultivo basal [0.15 – 1.15],
NDVI calculado desde las reflectancias en superficie .
[Valores típicos: suelo desnudo 0.12-0.16; vegetación verde muy densa 0.91]

Especialmente apropiado:

- *cuando la fracción de suelo desnudo es alta*
- *el sistema de riego no moja toda la superficie*
- *se desea manejar el cultivo en riego deficitario controlado*
- *el almacenamiento de agua en suelo es importante*

NECESIDADES DE AGUA Y DE RIEGO: Aproximaciones operativas

CULTIVOS HERBÁCEOS:
MANEJO EN AUSENCIA DE ESTRÉS
COEFICIENTE DE CULTIVO ÚNICO K_c

$$K_c^* = 1.25 \cdot NDVI + 0,1$$

K_c^* “espectral” coeficiente de cultivo [0.15 – 1.2],
NDVI calculado desde las reflectancias en superficie . [Valores típicos:
suelo desnudo 0.12-0.16; vegetacion verde muy densa 0.91]

Apropiado: Cultivos herbáceos que cubren suelo en su fase de máximo desarrollo, Maíz, trigo, remolacha,...

Aproximaciones: se supone un manejo del riego típico para aspersión y pivot para modelar la evaporación del suelo, y no se tiene en cuenta el almacenamiento de agua en el suelo

NECESIDADES DE AGUA Y DE RIEGO: Aproximaciones operativas

CULTIVOS HERBÁCEOS:
MANEJO EN AUSENCIA DE ESTRÉS
COEFICIENTE DE CULTIVO ÚNICO K_c

$$Riego_{neto} = ET - P_e$$

$$ET = K_c ET_o = (1.25NDVI + 0.1)ET_o$$

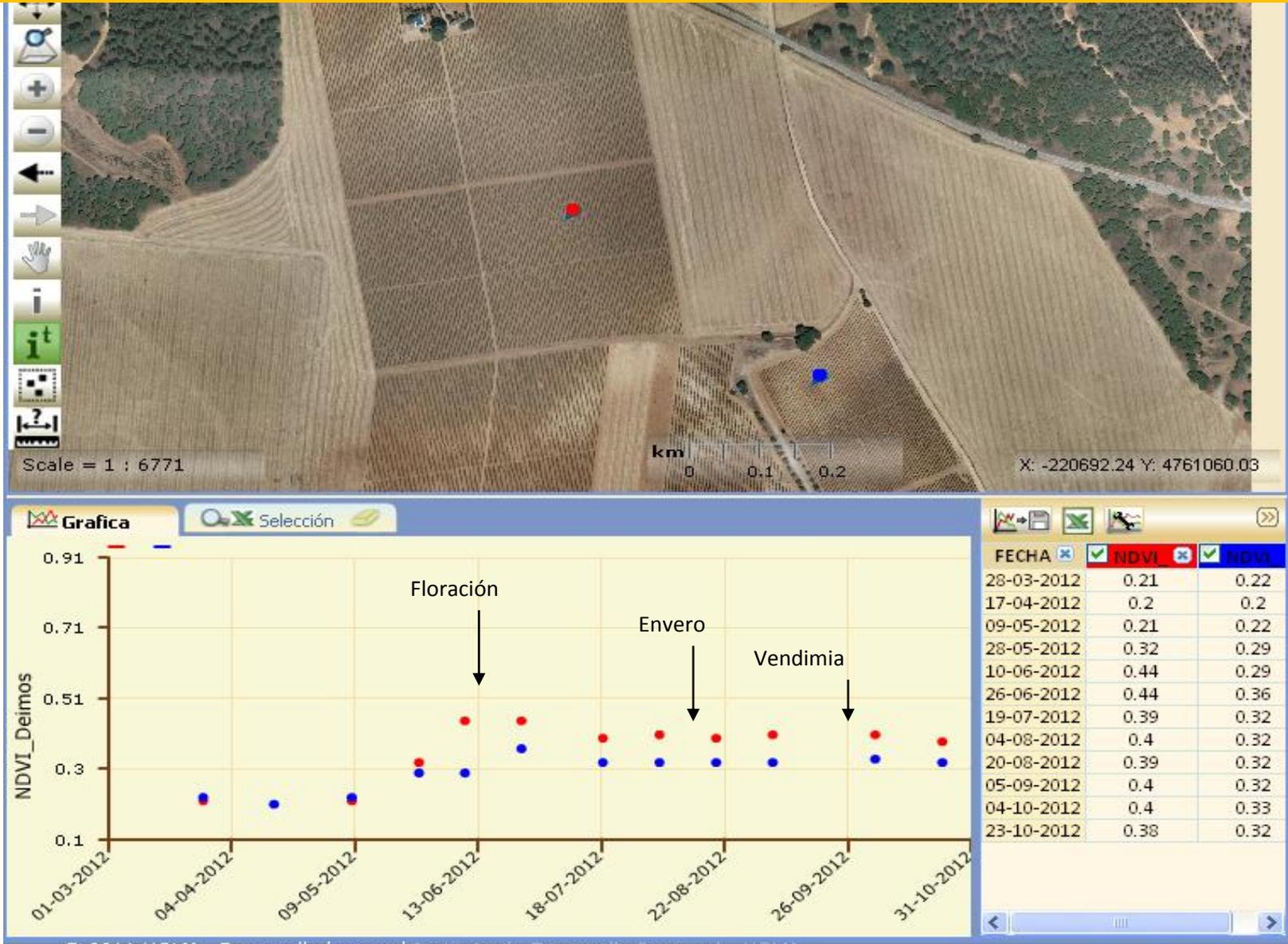
$$Riego_{dosisbruta} = \frac{Riego_{neto}}{Eficiencia_{Aplicación}}$$

LIMITACIONES

Fase de nascencia: En esta fase suelen ser necesarios riegos frecuentes para garantizar nascencia e implantación, tal y como se describe en FAO56.

Cultivos que en su fase de máximo desarrollo no alcanzan cubierta completa como ajos, cebollas, y otros hortícolas, que además suelen requerir riegos frecuentes y cortos, dado que tienen sistemas radiculares de escasa profundidad y requieren mantener elevados contenidos de agua en el suelo explorado por las raíces,

CULTIVOS LEÑOSOS: VIÑA



NECESIDADES DE AGUA Y DE RIEGO: Aproximaciones operativas

- CULTIVOS LEÑOSOS: VIÑA
- MANEJO BAJO ESTRÉS
- LA IMPORTANCIA DE DETERMINAR LA TRANSPIRACIÓN MÁXIMA

$$T_{\max} = K_{cb} ET_o$$

Aproximación operativa a la estimación de las necesidades netas de riego en viñas en riego deficitario controlado

$$K_{cb1} = 0.4 \times 1.44 - 0.1 = 0.48$$

$$K_{cb2} = 0.32 \times 1.44 - 0.1 = 0.36,$$

Para este ejemplo asumimos un valor de ET_o promedio de 6.5 mm/día, la transpiración con un estrés del 70%,

$$T = 0,7 \times T_{\max} = 0,7 \times 0.48 \times 6.5 = 2,2 \text{ mm/día,}$$

$$T = 0,7 \times T_{\max} = 0,7 \times 0.36 \times 6.5 = 1,64 \text{ mm/día.}$$

componente evaporativo $K_e \times ET_o$



Español



Login

demo

Contraseña

Administrador

Acceder

Dónde acceder a las imágenes y cómo usarlas

<http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=spider-center>

Para acceder a SPIDERwebGIS escriba:
demo (user) / demo (password)

Contacto:
Jesús Garrido

- SPIDER-CENTER España > ¿Qué es? Documentos
- SPIDER-CENTER Riego > ¿Qué es? Documentos
- SPIDER-CENTER Piloto > ¿Qué es? Documentos

Planificar el riego para la próxima semana



Se ha de planificar el aporte de agua teniendo en cuenta:

Necesidades de agua

Sistema de riego

Tarifas eléctricas

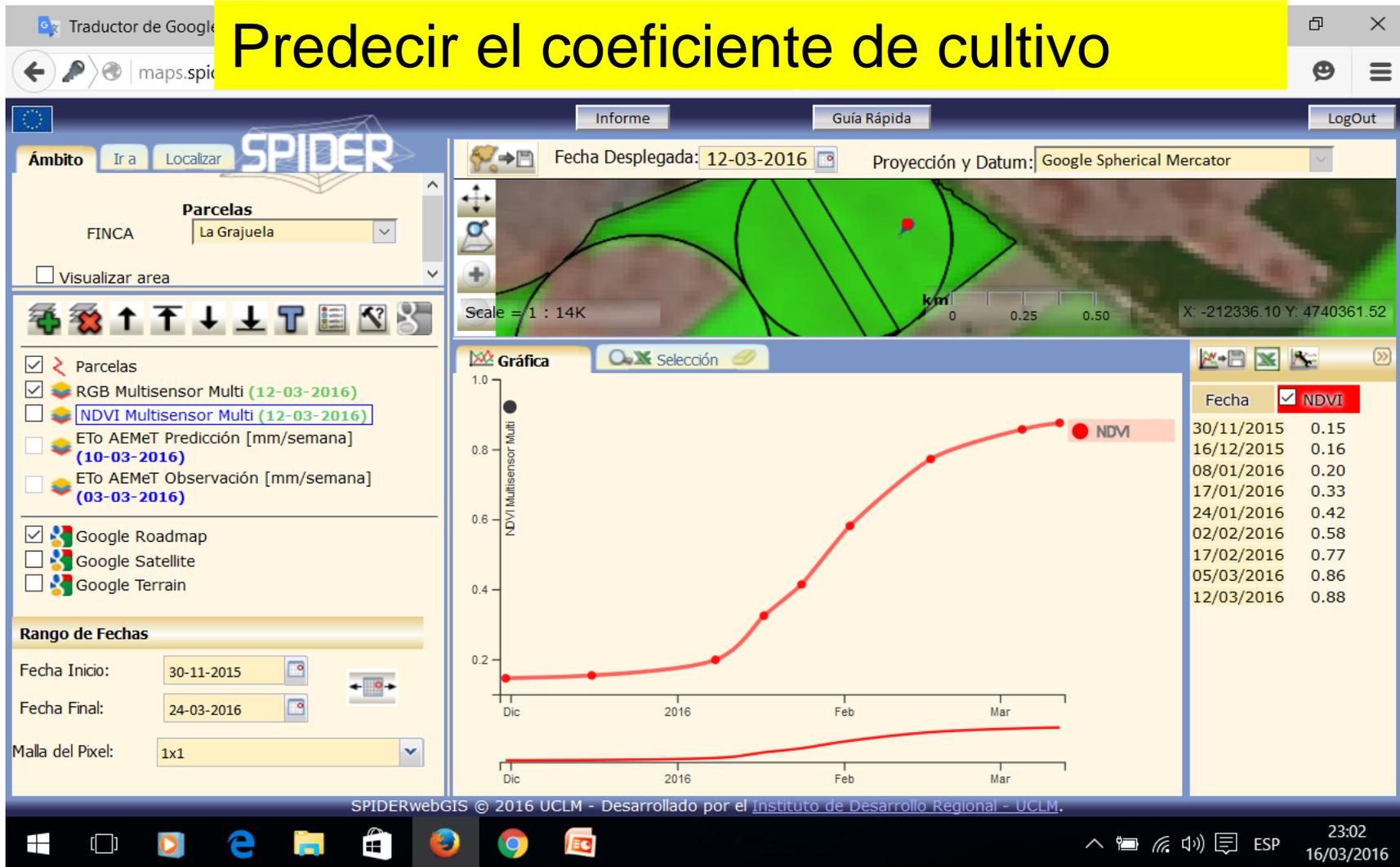
Disponibilidad del agua

Precipitación,

.....

Necesidades de agua para la próxima semana

Predecir el coeficiente de cultivo



Necesidades de agua para la próxima semana

Predecir la ETo

The screenshot displays the SPIDERwebGIS application interface. The main map shows a color-coded prediction of Evapotranspiration (ETo) for the week of March 10, 2016. The legend, titled "ETo AEMeT Predicción [mm/semana]", provides the following scale:

ETo Range [mm/semana]	Color
0.01 - 3.0	Dark Purple
3.01 - 6.0	Medium Purple
6.01 - 10.0	Light Purple
10.01 - 15.0	Blue
15.01 - 20.0	Light Blue
20.01 - 25.0	Green
25.01 - 30.0	Light Green
30.01 - 35.0	Yellow-Green
35.01 - 40.0	Yellow
40.01 - 45.0	Orange
45.01 - 50.0	Light Orange
50.01 - 60.0	Dark Orange

The interface includes a sidebar with the following sections:

- Parcelas:** "FINCA La Grajuela" with a "Visualizar area" checkbox.
- Map Layers:** Includes "Parcelas", "RGB Multisensor Multi (05-03-2016)", "NDVI Multisensor Multi (05-03-2016)", "ETo AEMeT Predicción [mm/semana] (10-03-2016)" (checked), "ETo AEMeT Observación [mm/semana] (03-03-2016)", "Google Roadmap" (checked), "Google Satellite", and "Google Terrain".
- Rango de Fechas:** "Fecha Inicio: 30-11-2015" and "Fecha Final: 24-03-2016".
- Malla del Pixel:** Set to "1x1".

The map shows a zoomed-in view of the Iberian Peninsula and North Africa, with a scale of 1:14M. The date is set to 10-03-2016, and the projection is Google Spherical Mercator. The bottom status bar shows the URL "maps.spiderwebgis.org/fixviewer/#", the copyright "SPIDERwebGIS © 2016 UCLM - Desarrollado por el Instituto de Desarrollo Regional - UCLM.", and the system time "23:10 16/03/2016".

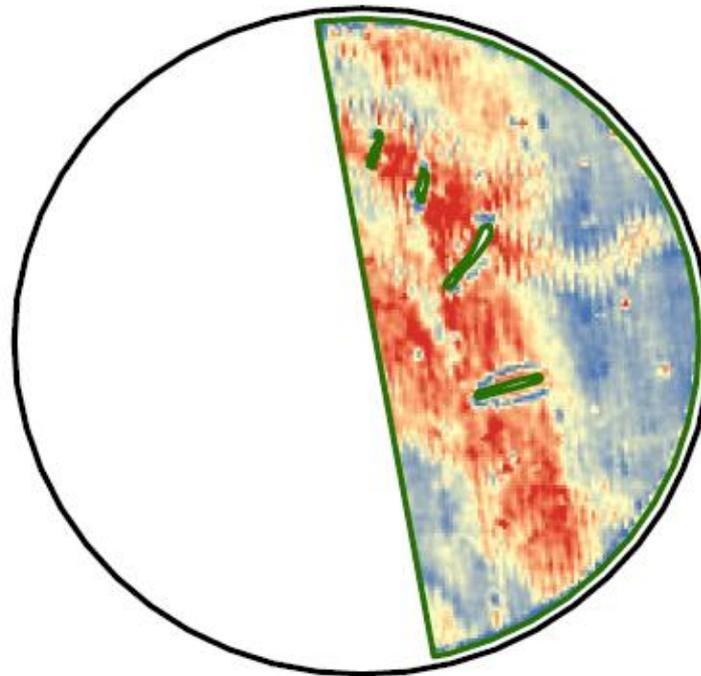


FATIMA

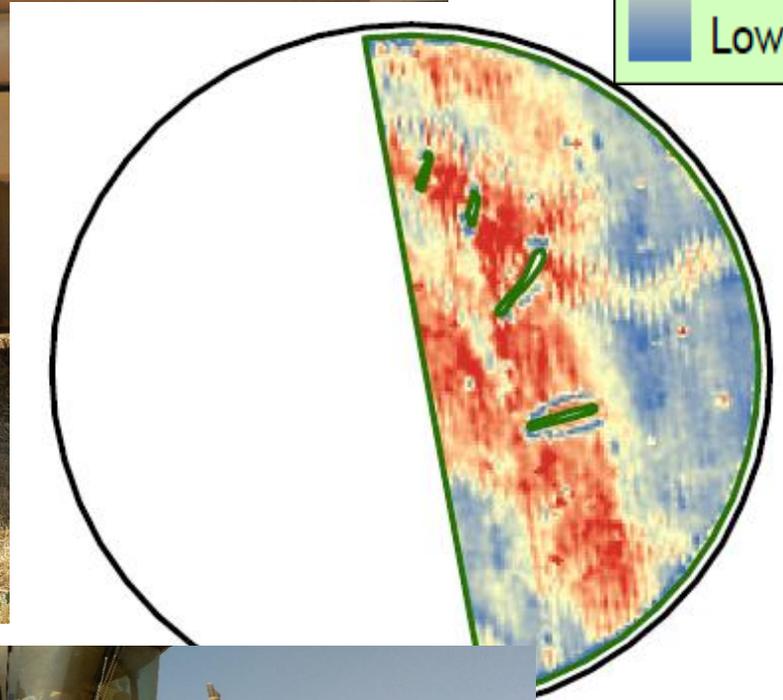
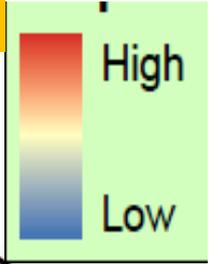
FArming Tools for external nutrient Inputs and water MAnagement

FArming Tools for external nutrient Inputs and water MAnagement

Teledetección para la fertilización de nitrógeno. Manejo de la variabilidad



Monitor de rendimiento



Requerimientos de usuarios

fertilización N

Anterior a la siembra

Pronóstico: Primera aproximación de las necesidades de N

Mapa de necesidades de N

Planificación a lo largo del ciclo de crecimiento

En campaña

Diagnóstico: Ajuste fino de aplicación de N de acuerdo al desarrollo rela del cultivo

Ajuste a las condiciones reales de desarrollo

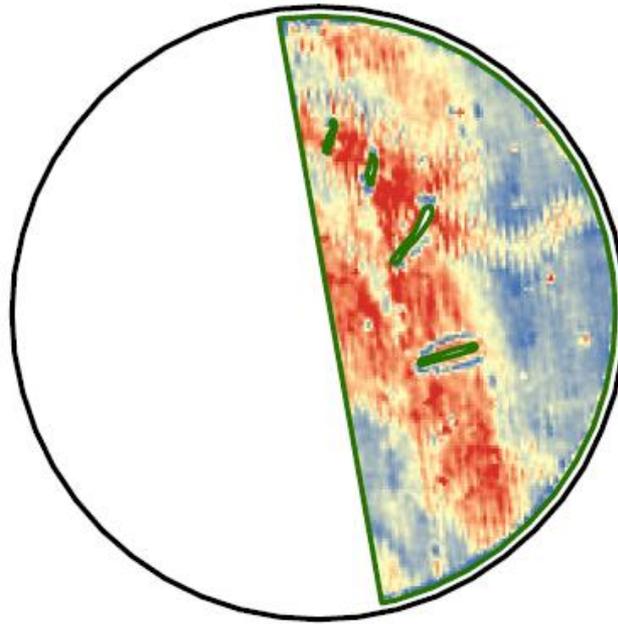
Teledetección para la fertilización N

Series temporales de imágenes para estimar extracciones de N por las plantas, mediante Modelos de Crecimiento de Cultivos + Balance de N

Bandas en el Rojo, Red Edge, NIR, ... para maquinaria VRT en tiempo real

- con plataformas aeroportadas/ espaciales
- con sensores en tierra

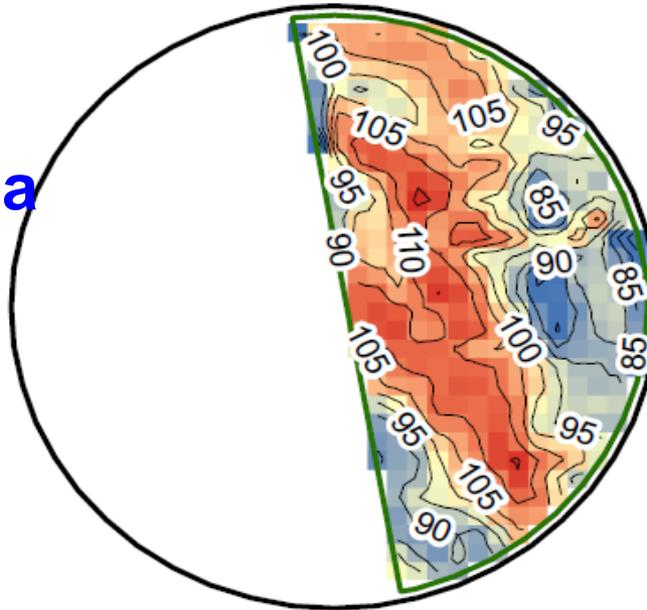
Mapa Rendimiento 2015



$$\text{Extracción N} = B \times \%N$$

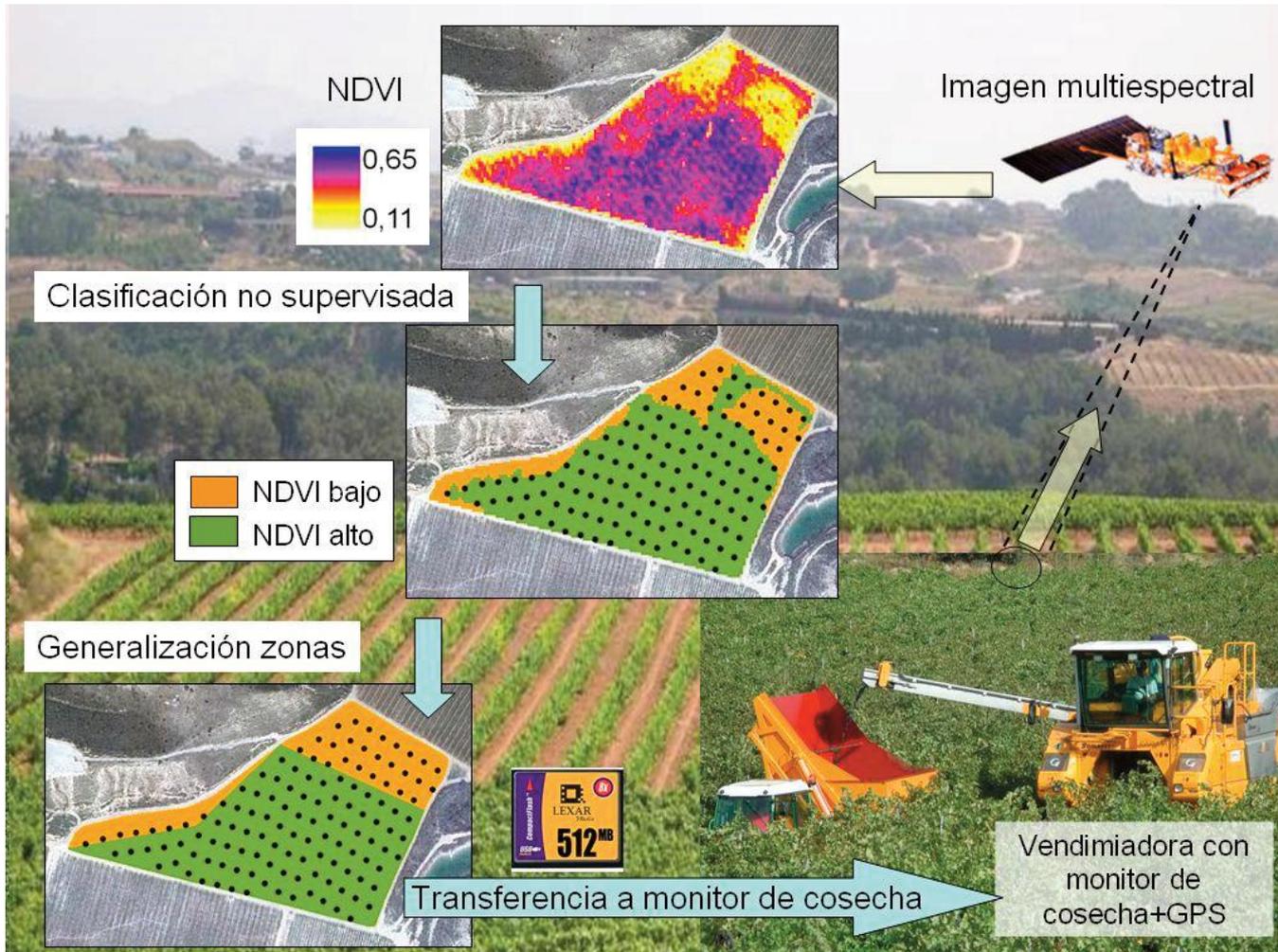
tros

Mapas de Biomasa basados en teledetección



Teledetección para mapear la variabilidad de la cubierta

- Usual : Delineación de áreas usando imágenes IV, RGB, ... desde satélites, drones,...



Empíricas
locales
Dependiente del
cultivo
...

Martinez
Casesnovas

Potencial productivo del suelo

Como medir la variabilidad

Mirar la planta:

Rendimiento
Muestreo biomasa
....

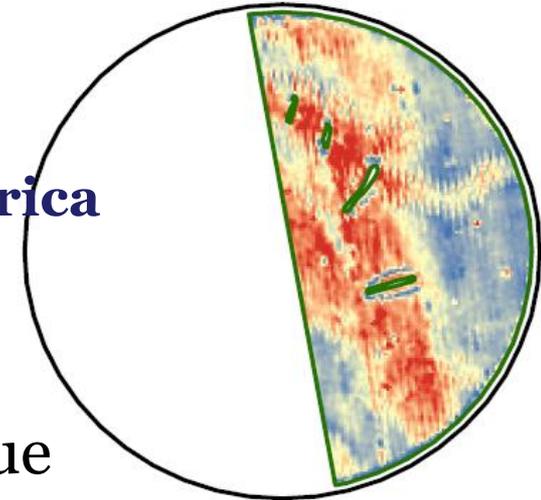
Mirar el suelo

Conductividad Electrica
Muestreo del suelo
....

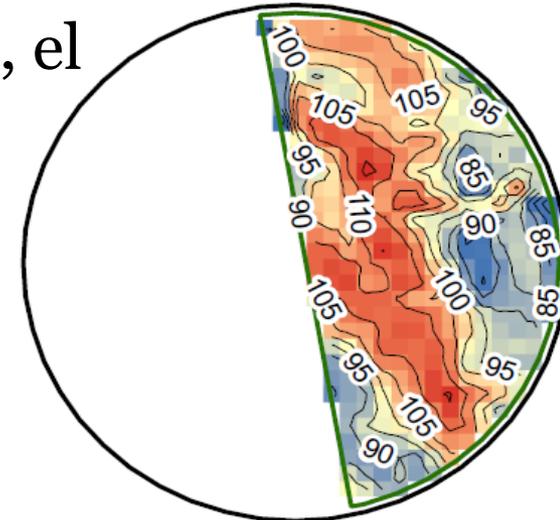
... *mirar la planta* “ pues la variabilidad que presenta la acumulación de biomasa [el rendimiento] integra la fertilidad del suelo, el tiempo atmosférico y el manejo.

... para entender el suelo , si el manejo (densidad de semillas, riego, fertilización, enfermedades,...)

Rendimiento

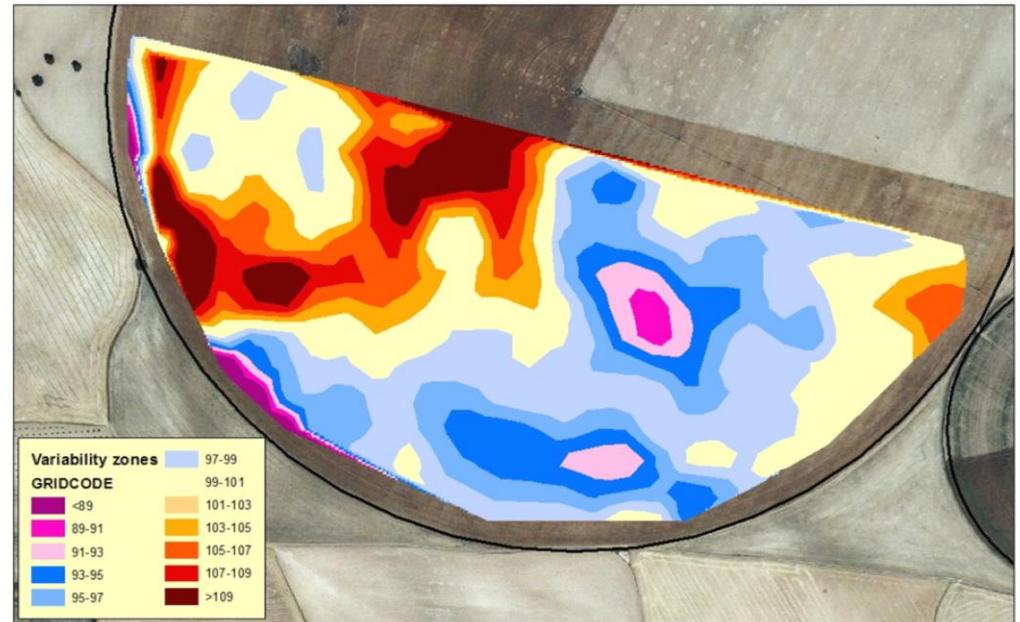


BTeledetección

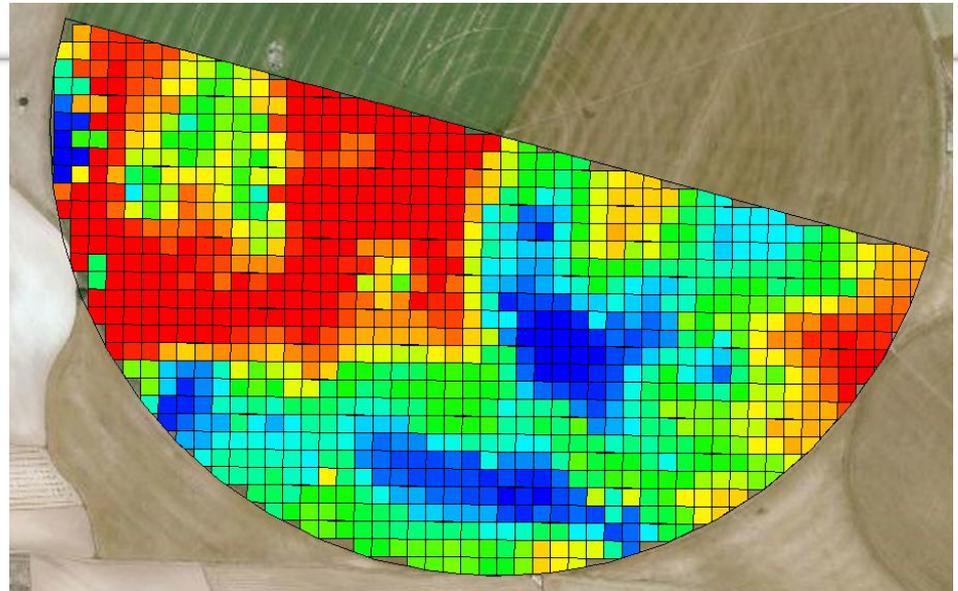


Una herramienta básica para estimar dosis variable de fertilización

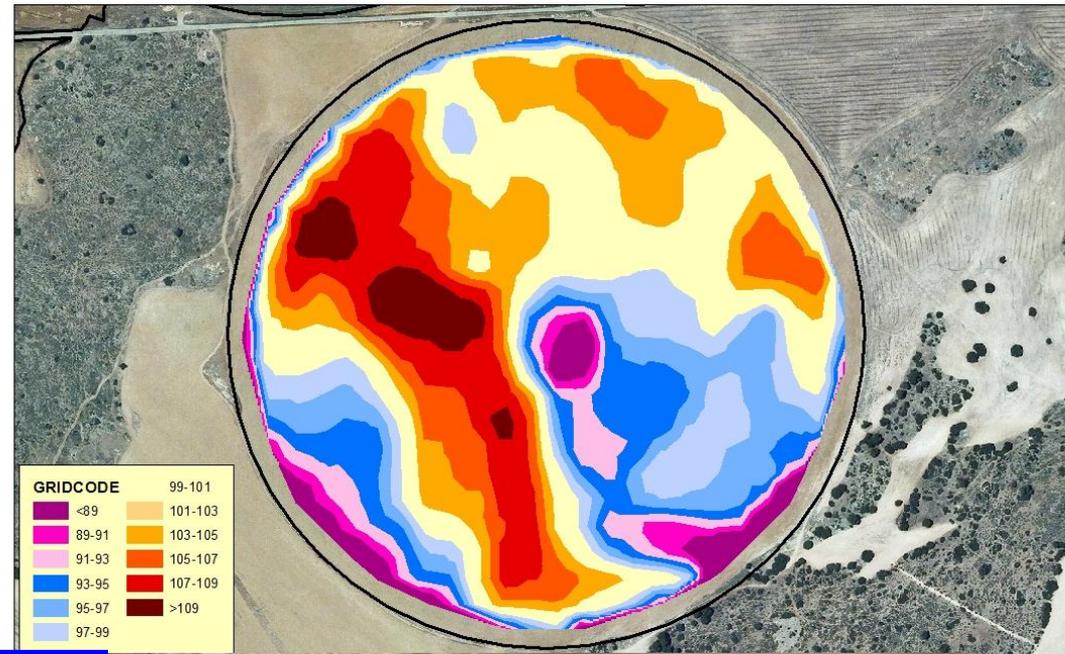
Potencial
productivo
del suelo



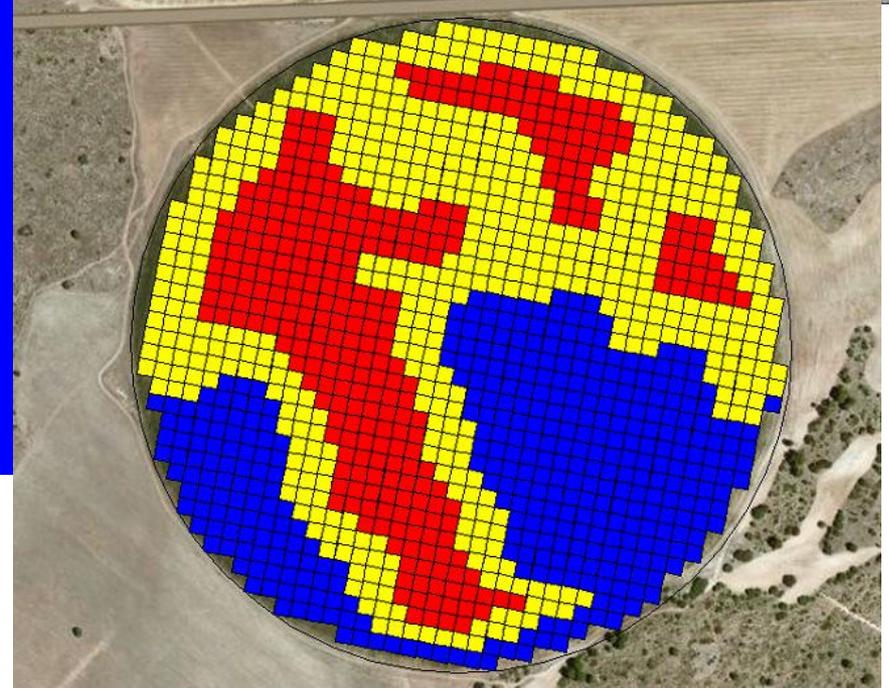
**Mapa de
necesidades de N
listo para ser
usado en la
abonadora VR**



Soil potential
productivity map



**Mapa de
necesidades de N
listo para ser
usado con equipo
tradicional, no VR**



**ACCESO A IMÁGENES
multiespectrales
EN LA ESPAÑA
PENINSULAR:
PROYECTO
SPIDER_CENTER.**