

Recurso hídrico

- Alrededor del 70% de nuestro planeta está cubierta por agua y solo el 2.5% es agua dulce.
- Una gran proporción del agua dulce se encuentra en estado sólido, como resultado de esto, solo el 0.78 % del agua dulce está disponible.
- En esencia, esta fuente de agua dulce abastece los diferentes usos hídricos.
- El riego es el uso dominante del agua.



Riego

- No es la máxima prioridad (humano, industria, electricidad, ambiental).
- Transferida a otros usos, en consecuencia, es la que nadie usa.
- Desempeño de los sistemas, tema central en manejo del agua.
- Enfocado en productividad (económica, social).

Percepción remota (PR): Recopilación de información o datos sobre un objeto, área o fenómeno sin estar en contacto directo con él.



¿Dónde estamos?

- Mayor disponibilidad de datos geoespaciales (datos que incluyen información sobre su ubicación en la superficie de la tierra) y de herramientas para su manejo.
- PR se extiende rápidamente como base para una mejor contabilidad del agua y estimación de eficiencia
- Pero.... Existen áreas por “conquistar”

Hoy, estamos en los límites de...



1972- Resolución espacial:
80 m.



Hoy- Resolución especial:
de 0.6 m (QuickBird).



Hoy- Resolución especial:
< 25 cm (Drones).

Una imagen dice más que mil palabras

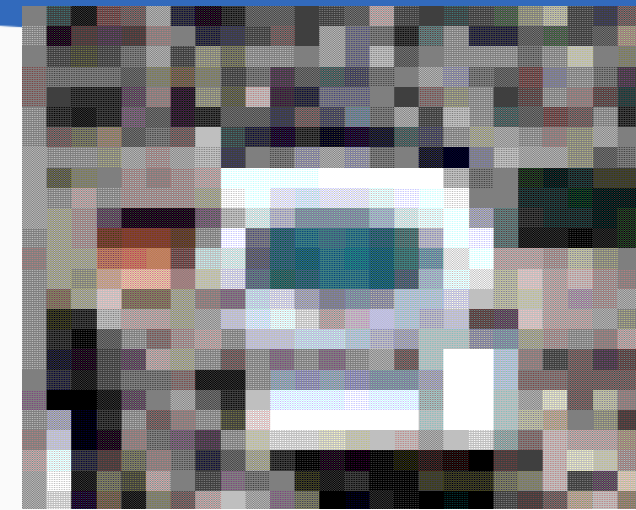
¿Qué ves?

¿Alguna sugerencia?

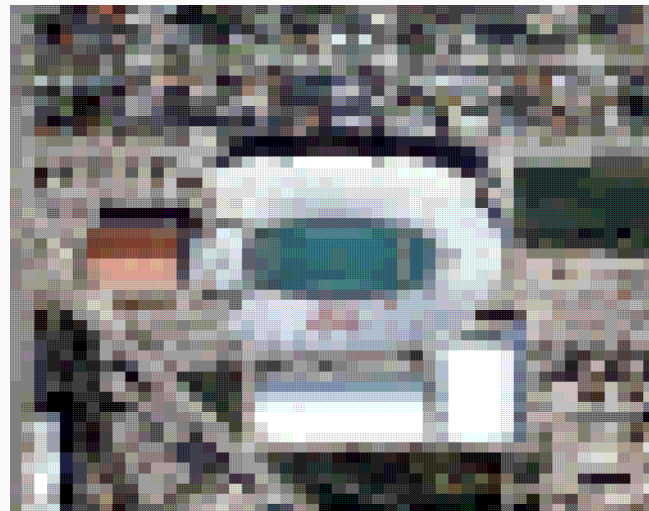
¿Un poco más claro?



a) 30 m, Landsat, 1982



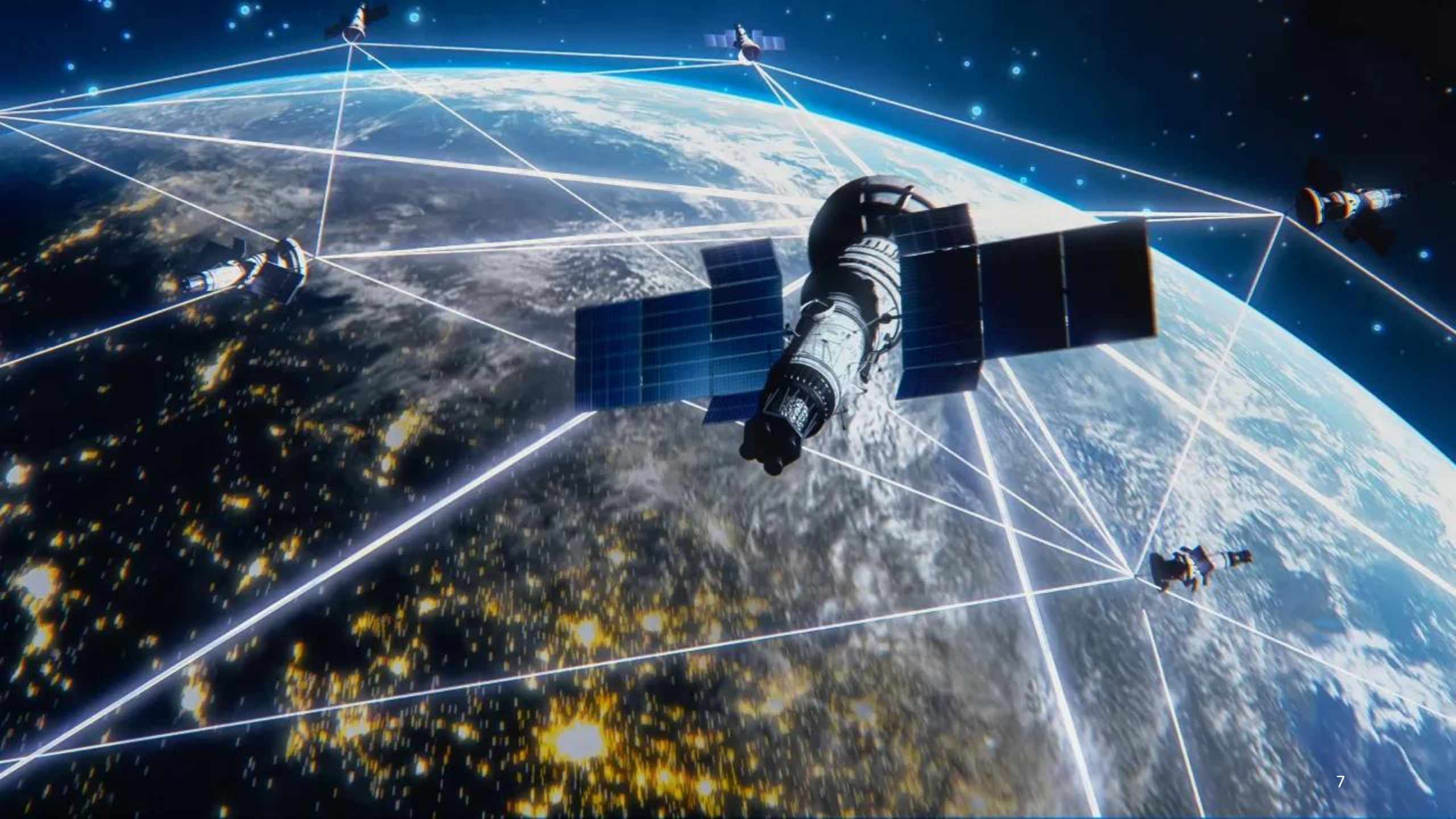
b) 20 m, SPOT, 1986



c) 10 m, SPOT, 1990



d) 0.6 m, desde 2001



¿Necesitamos de sensores remotos para manejo del agua?

Productos de PR: ET (actual, potencial), humedad del suelo, salinidad, rendimientos, para:

Hidrología:

- ETreal.
- Balance de agua.
- Descarga y recarga de aguas subterráneas.

Agricultura:

- Detección temprana de sequías.
- Estimación de rendimientos
- Salinización.

Irrigación :

- Efectividad de la irrigación.
- Manejo de sistemas.
- Asesoría de riego.



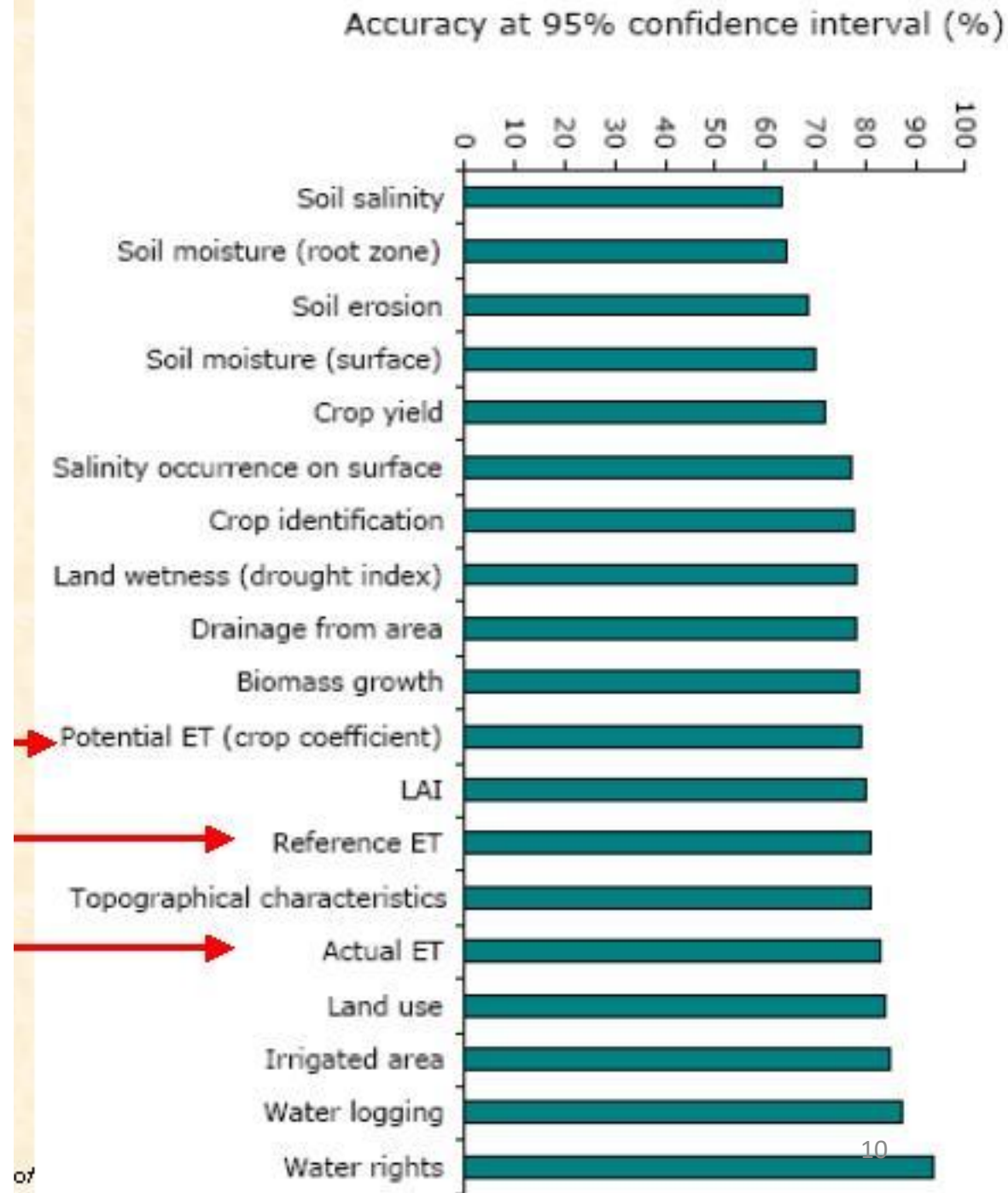
La PR puede ser útil para estimar muchos parámetros en el manejo del riego

Topic	Accuracy	Field information	Currently best possible method
<u>Biomass</u>	High	Limited	APAR and light use efficiency
<u>Crop yield</u>	Good	Reduced	Biomass and harvest index
<u>Potential evapotranspiration</u>	Good	Limited	Reference evapotranspiration and crop coefficient
<u>Potential transpiration</u>	Moderate	Limited	Leaf area index and potential evapotranspiration
<u>Actual evapotranspiration</u>	Good	Limited	SEBAL algorithm
<u>Crop stress indicators</u>	Good	Substantial	Water deficit index
<u>Surface soil moisture</u>	Good	Limited	Air borne microwave radiometry
<u>Root zone moisture</u>	Moderate	Limited	Water deficit index, evaporative fraction
<u>Soil salinity</u>	Low	High	Synergetic measurements in vis, nir, tir, mw range
Precipitation	Low	High	Cold cloud duration (future TRMM satellite)
Runoff	Low	Reduced	C band radar and laser altimeter

La precisión de las estimaciones de PR en agricultura de riego y de secano.

Reporte Ede-Wageningen
Reunión de Expertos
Consultores, Mayo 2001.

Sin embargo, estos resultados pueden ser muy optimistas o se requiere mucho cuidado para alcanzarlos.



Evapotranspiración

Tres aproximaciones:

Estimación de un factor de cultivo (VI)

Balance de energía (T_s)

Humedad en el suelo



Estimación de un factor de cultivo (VI)

$$ET = K_{cb} \times ET_{ref}$$

ET es la evapotranspiración real, K_{cb} es el coeficiente de cultivo basal y ET_{ref} es la evapotranspiración de referencia.

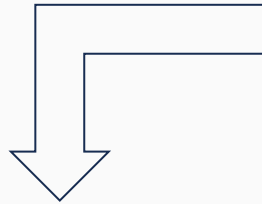
ET_{ref} : Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Makkink ...

$$F_c = 1.26 \times NDVI - 0.18$$

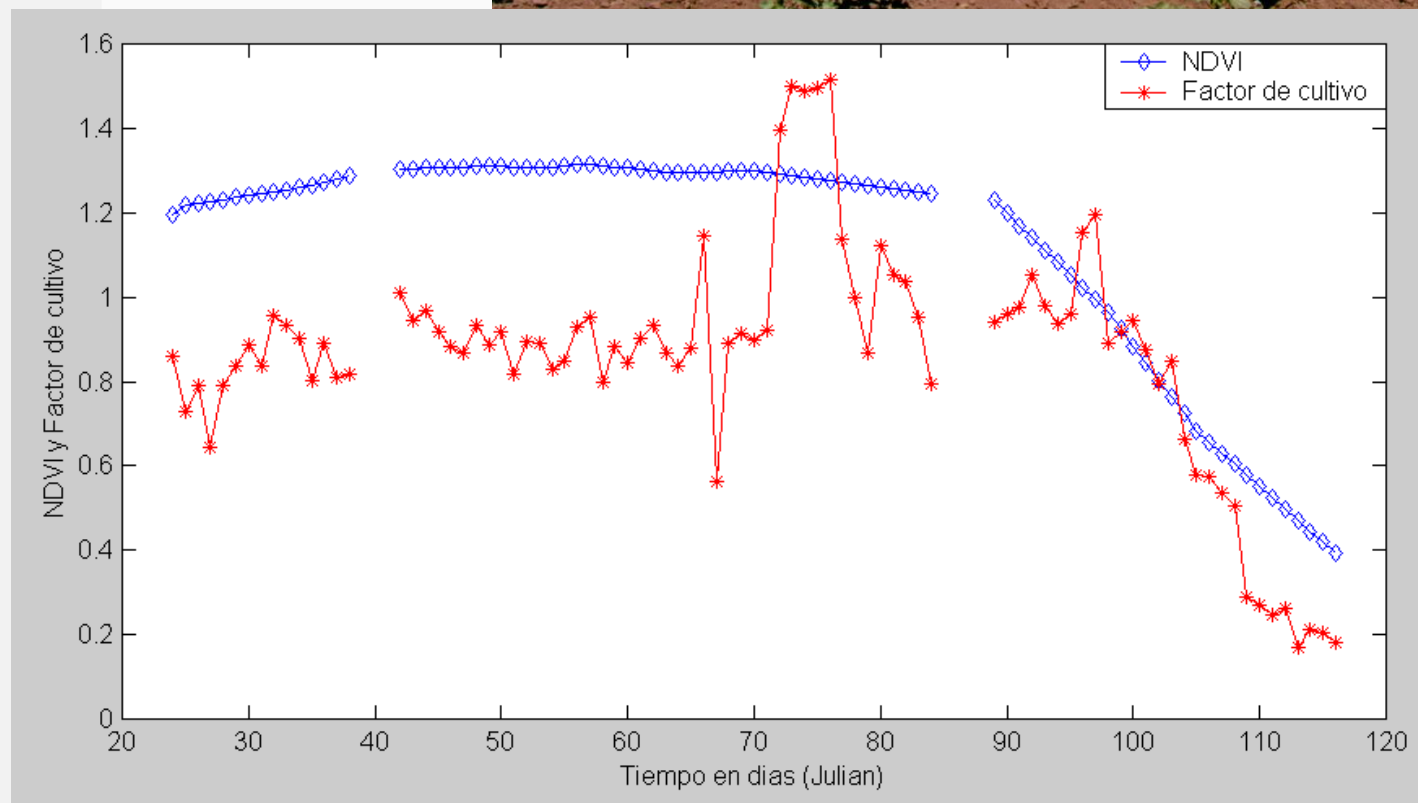
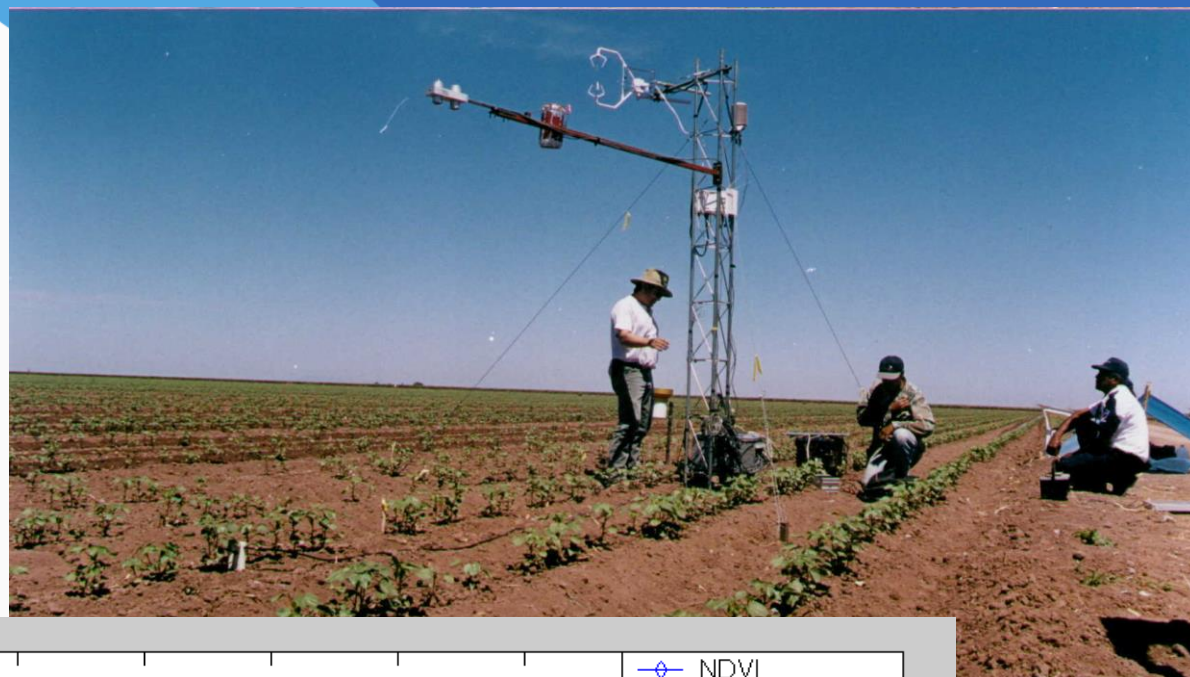
$$K_{cb} = -0.4766 \times F_c^2 + 1.4048 \times F_c + 0.15$$



$$E = KcC \left[\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right] \frac{Rs}{\lambda}$$

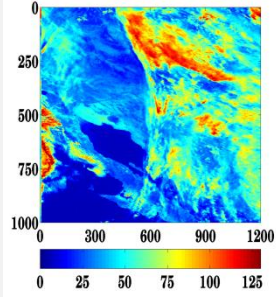


$$Kc = \frac{Em}{Ep}$$

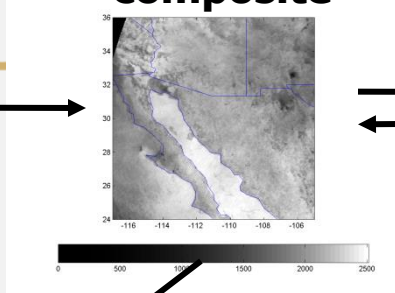


Procedimiento de estimación de evapotranspiración

Imagen GOES

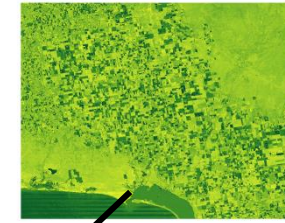


Clear sky composite

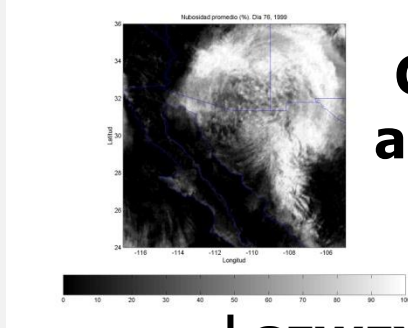


Bring up to date

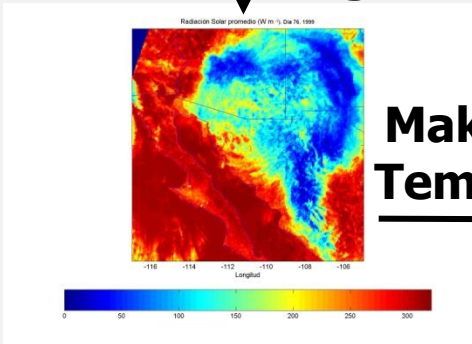
Vegetation index.



Cloudiness and radiance images

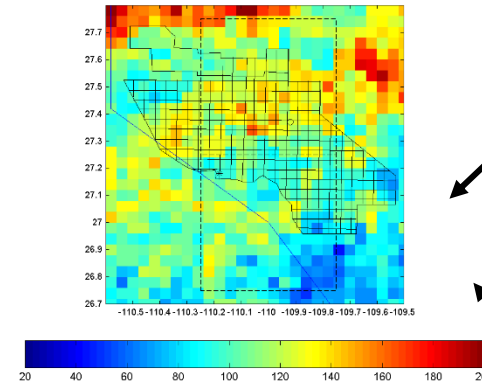


GEWEX/SRB Algorithm

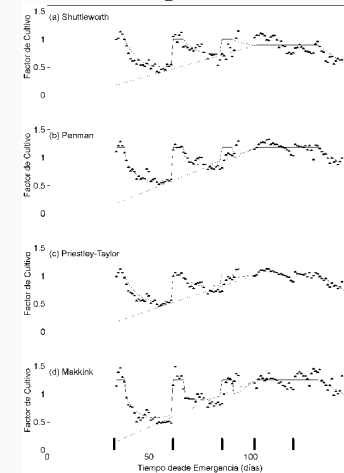


Makkink Eq. Temperature

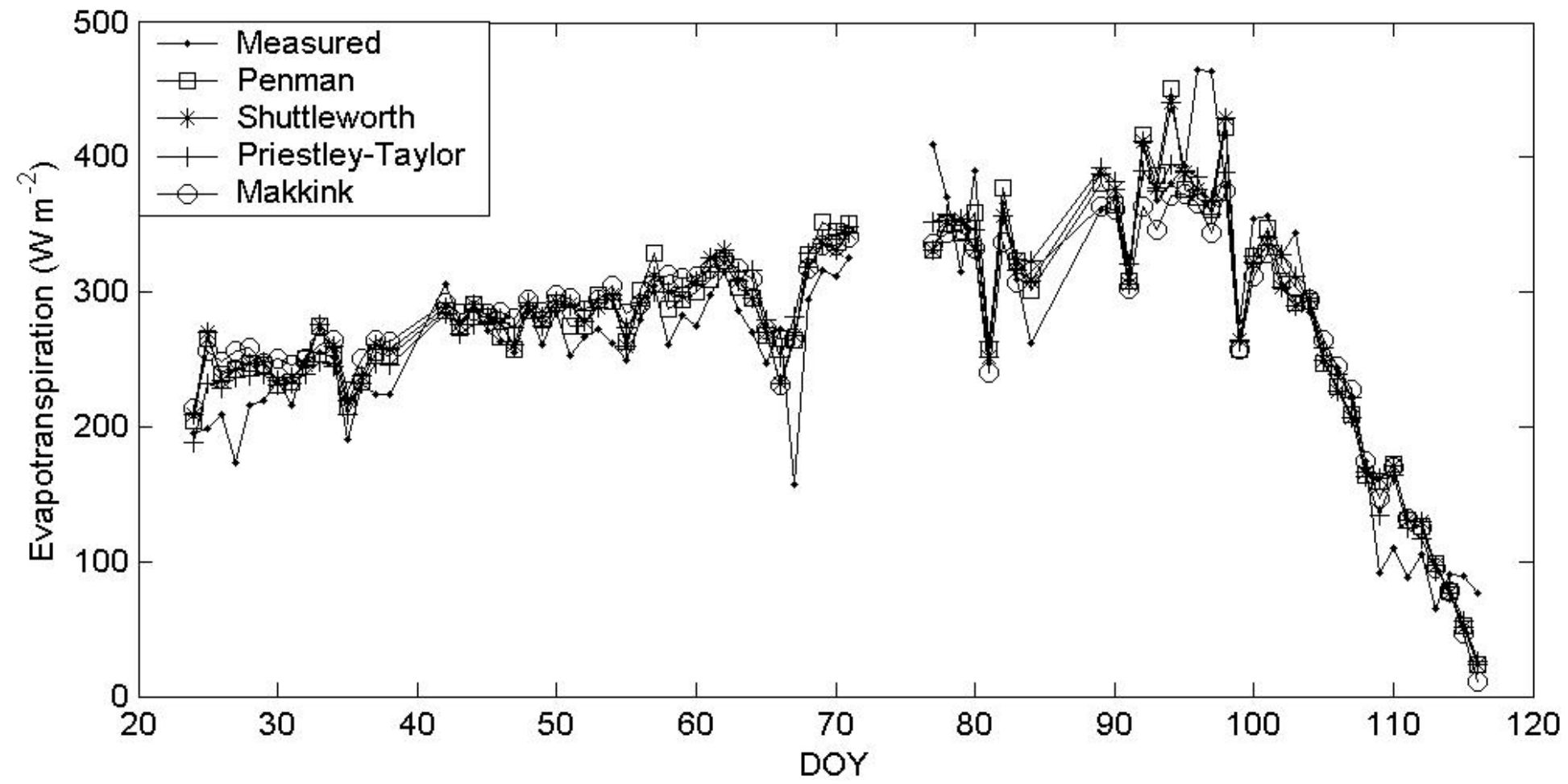
Potential Evaporation 4x4 km

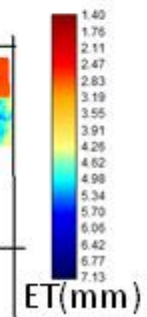
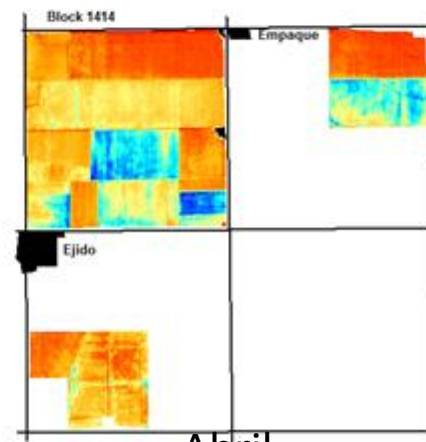
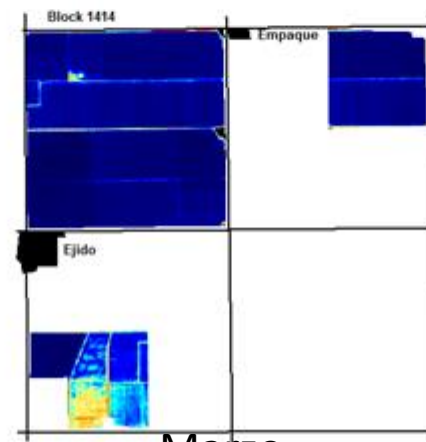
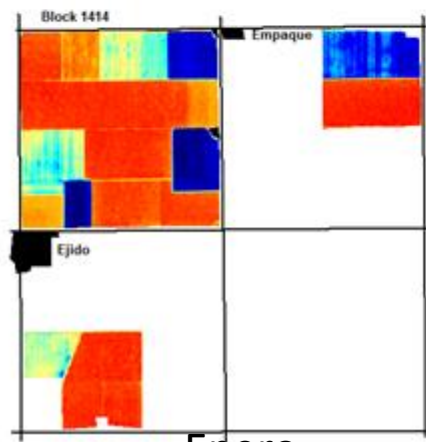
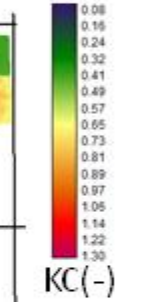
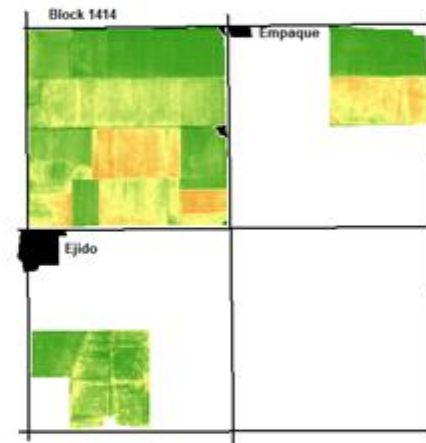
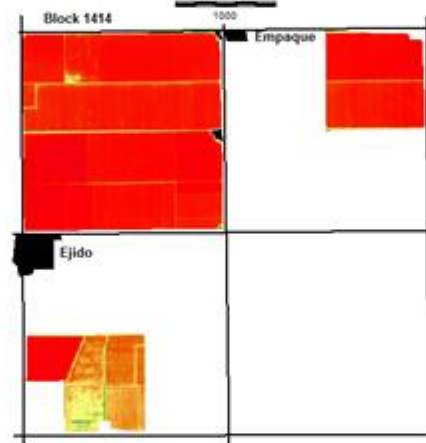
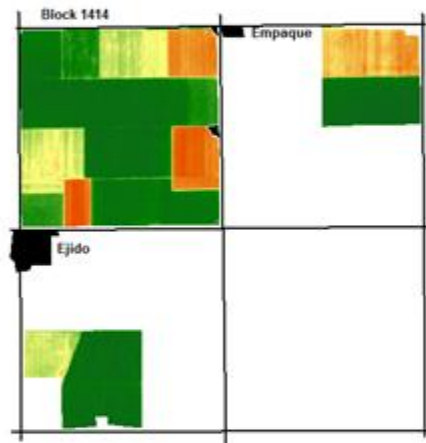
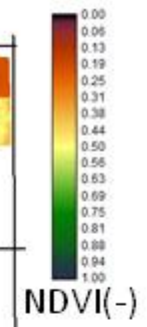
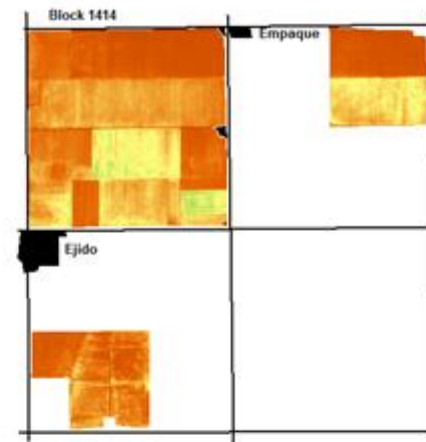
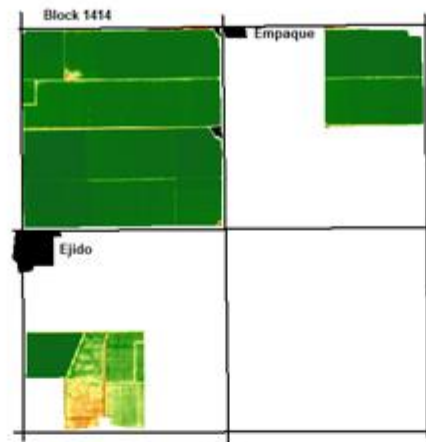
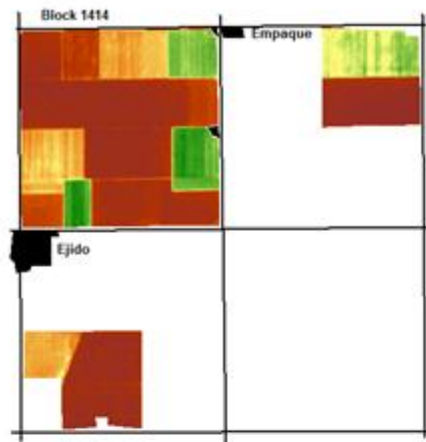


Crop factor



ET medida y estimada con cuatro modelos y Kc derivado de SAVI





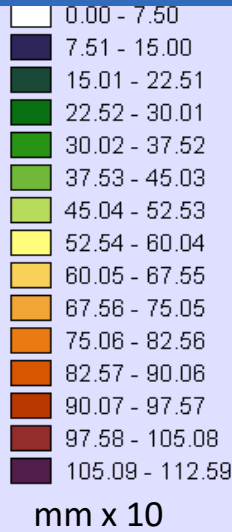
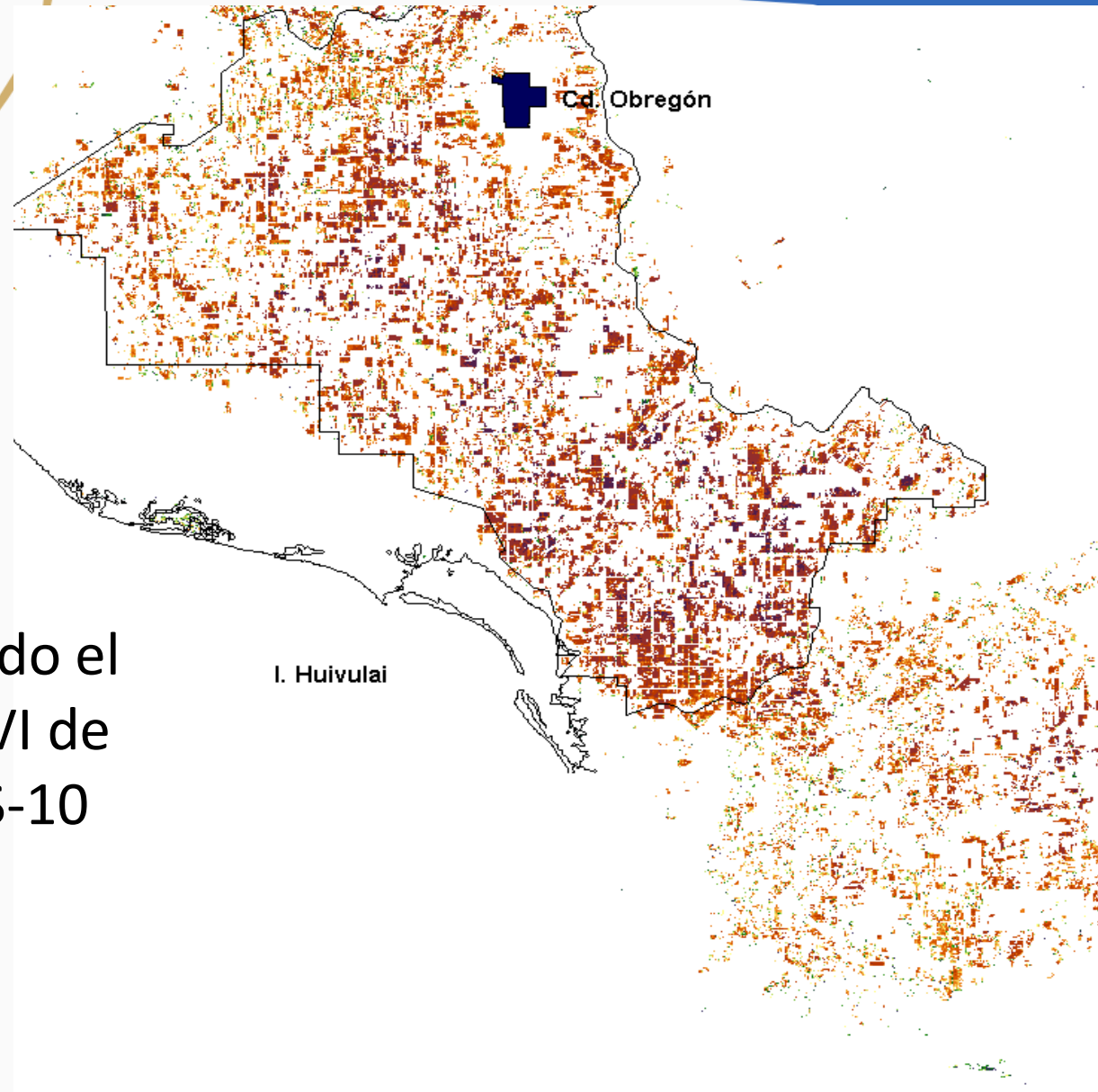
Enero

Marzo

Abril

Valle del Yaqui

Evapotranspiración de trigo para todo el distrito de riego, calculado con NDVI de Landsat y Radiación solar de GOES-10 (28 de febrero de 2002).





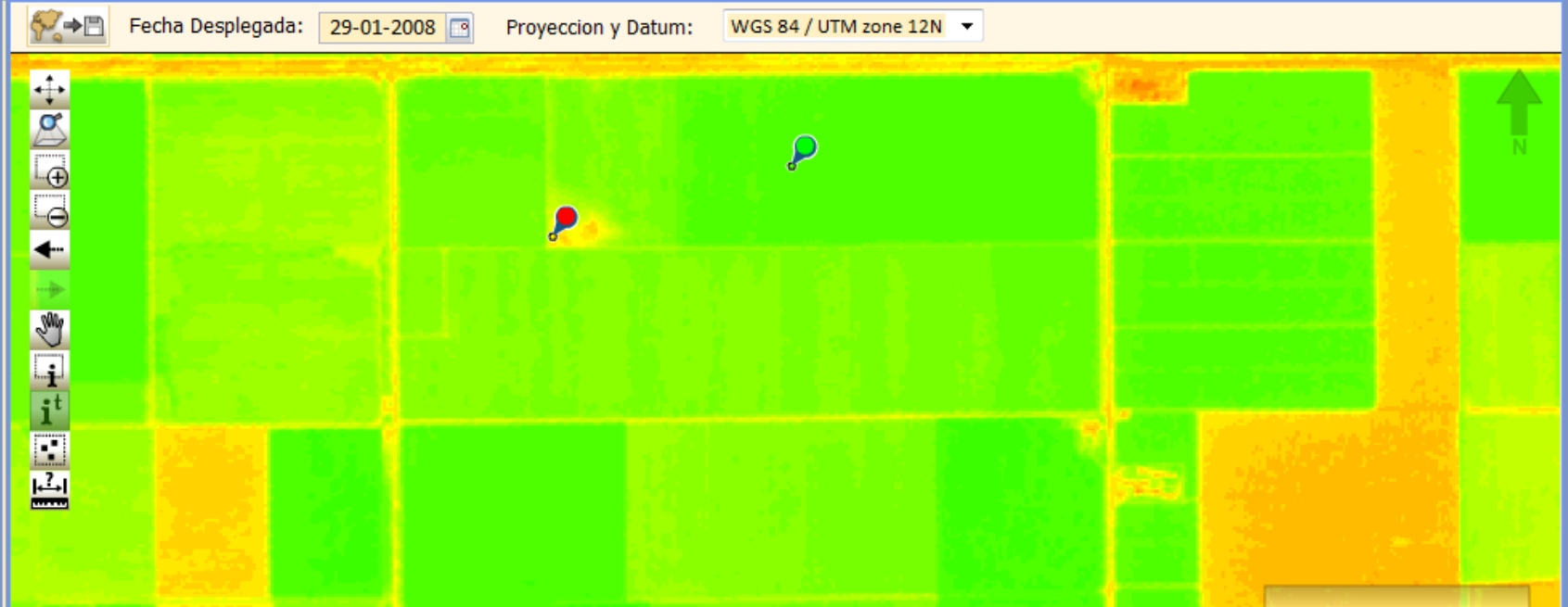
Ir a

X

Y

Proyeccion: WGS 84 / UTM zone 12N

IR



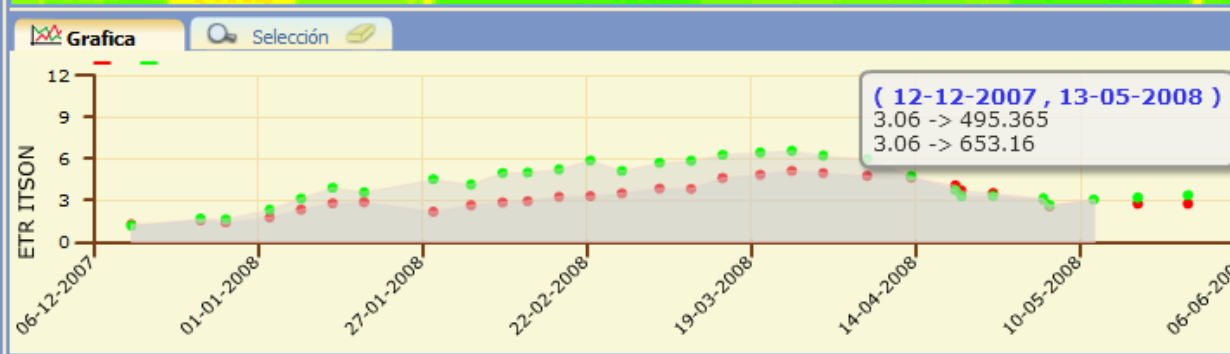
- ETR ITSON (29-01-2008)
- KC ITSON (29-01-2008)
- NDVI ITSON (29-01-2008)
- RGB ITSON (29-01-2008)

Rango de Fechas

Fecha Inicio: 06-12-2007

Fecha Final: 06-06-2008

Malla del Pixel: 3x3



FECHA	<input checked="" type="checkbox"/> ETR I	<input checked="" type="checkbox"/> ETR I
12-12-2007	1.26	1.19
23-12-2007	1.55	1.69
27-12-2007	1.41	1.64
03-01-2008	1.78	2.33
08-01-2008	2.34	3.13
13-01-2008	2.79	3.9
18-01-2008	2.87	3.58
29-01-2008	2.18	4.52
04-02-2008	2.65	4.14
09-02-2008	2.85	4.97

Table A1. Compilation of Kcb–VI relationships as found in the literature.



Crop	Equation
Wheat	$K_{cb} = 1.64 \times NDVI - 0.12$
Row vineyard	$K_{cb} = 1.44 \times NDVI - 0.1$
Bell pepper	$K_{cb} = -0.12 \times NDVI^2 + 1.45 \times NDVI - 0.06$
Broccoli	$K_{cb} = -1.48 \times NDVI^2 + 2.64 \times NDVI - 0.17$
Lettuce	$K_{cb} = -0.11 \times NDVI^2 + 1.39 \times NDVI + 0.01$
Corn	$K_{cb} = 1.77 \times SAVI + 0.02$
Potato	$K_{cb} = 1.36 \times SAVI + 0.06$
Sugar beet	$K_{cb} = 1.74 \times SAVI - 0.16$
Cotton	$K_{cb} = 1.74 \times SAVI - 0.16$
Garlic	$K_{cb} = 1.82 \times SAVI - 0.16$
Olive	$K_{cb} = 1.59 \times SAVI - 0.14$
Citrus	$K_{cb} = 0.99 \times SAVI - 0.09$
Peach	$K_{cb} = 1.29 \times SAVI - 0.12$
Apple trees	$K_{cb} = 1.82 \pm 0.19 \times SAVI - 0.07 \pm 0.06$

 *remote sensing*



Article

AgSAT: A Smart Irrigation Application for Field-Scale Daily Crop ET and Water Requirements Using Satellite Imagery

Hadi Jaafar ^{*}, Roya Mourad, Rim Hazimeh and Lara Sujud 

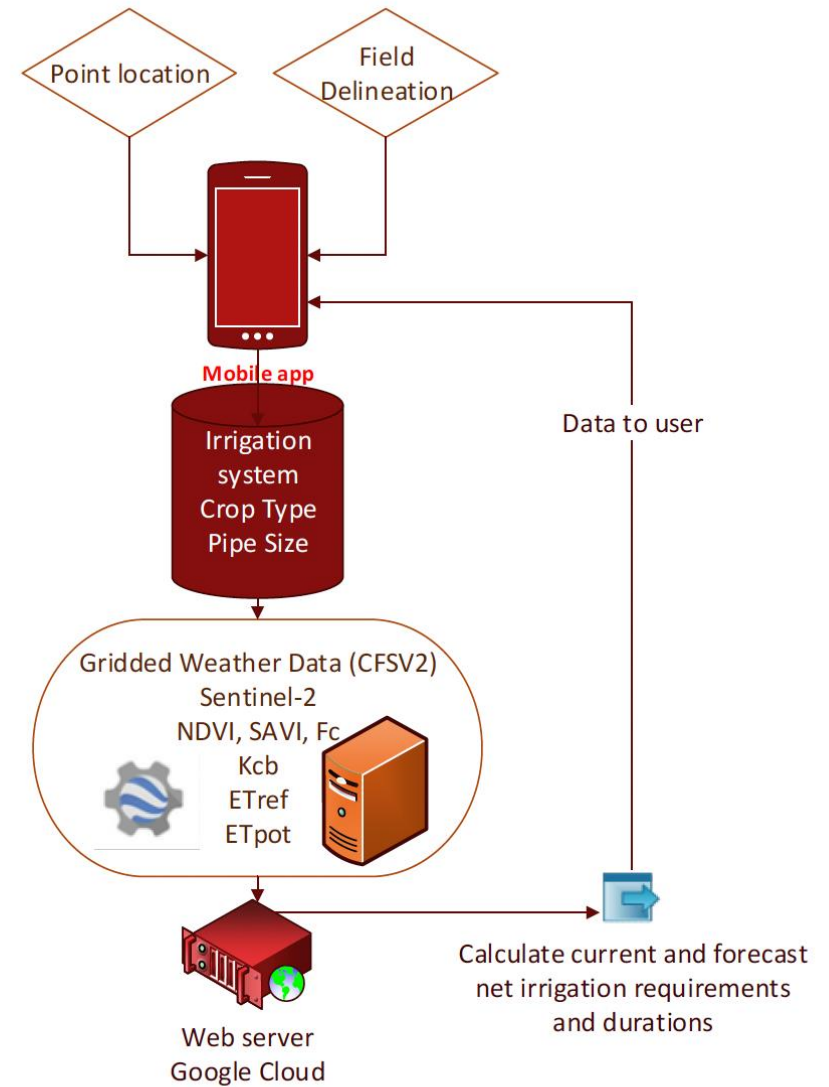


Figure 1. The workflow of the AgSAT application.

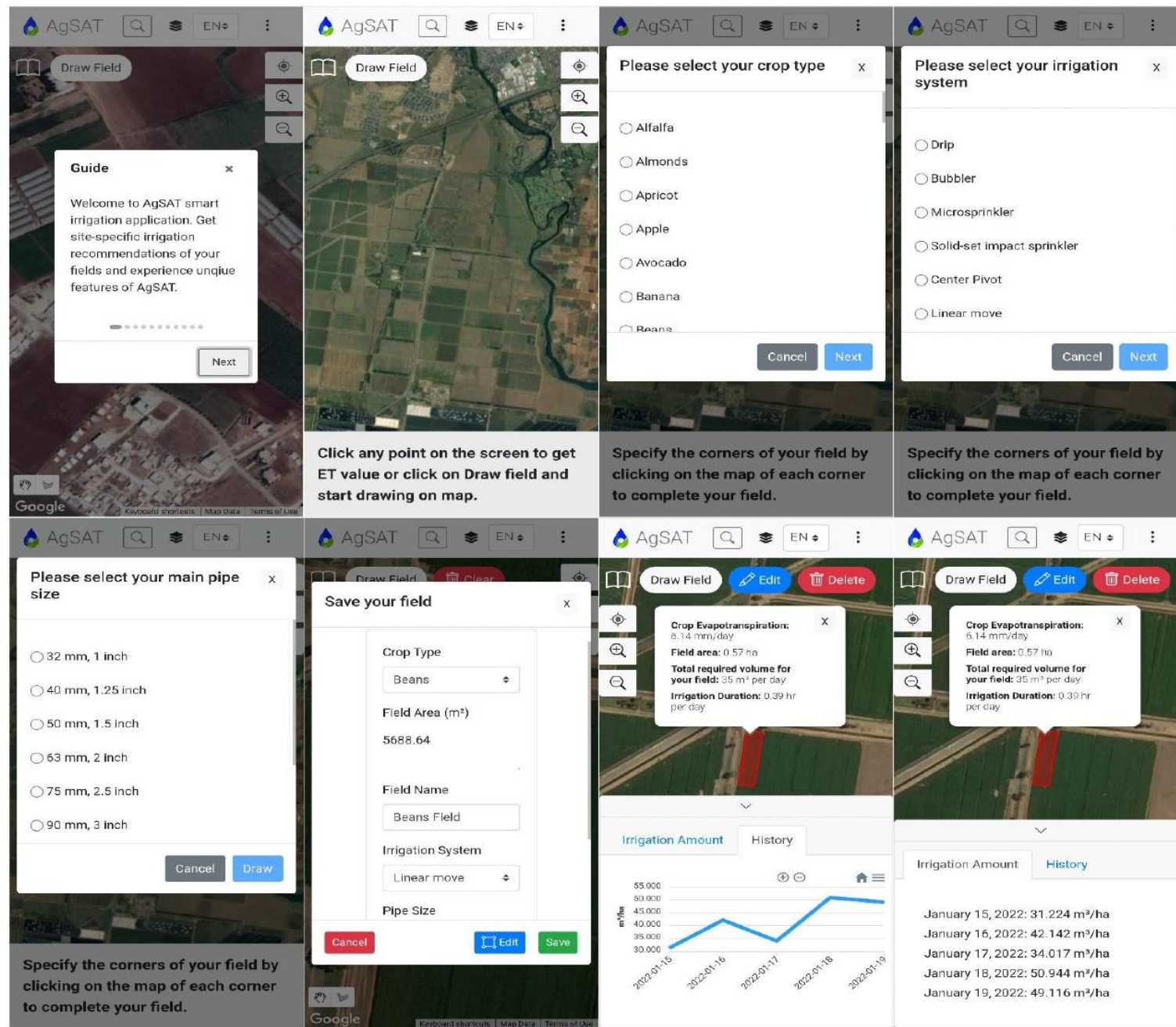


Figure 2. The mobile user interface of the AgSAT Android smartphone application.

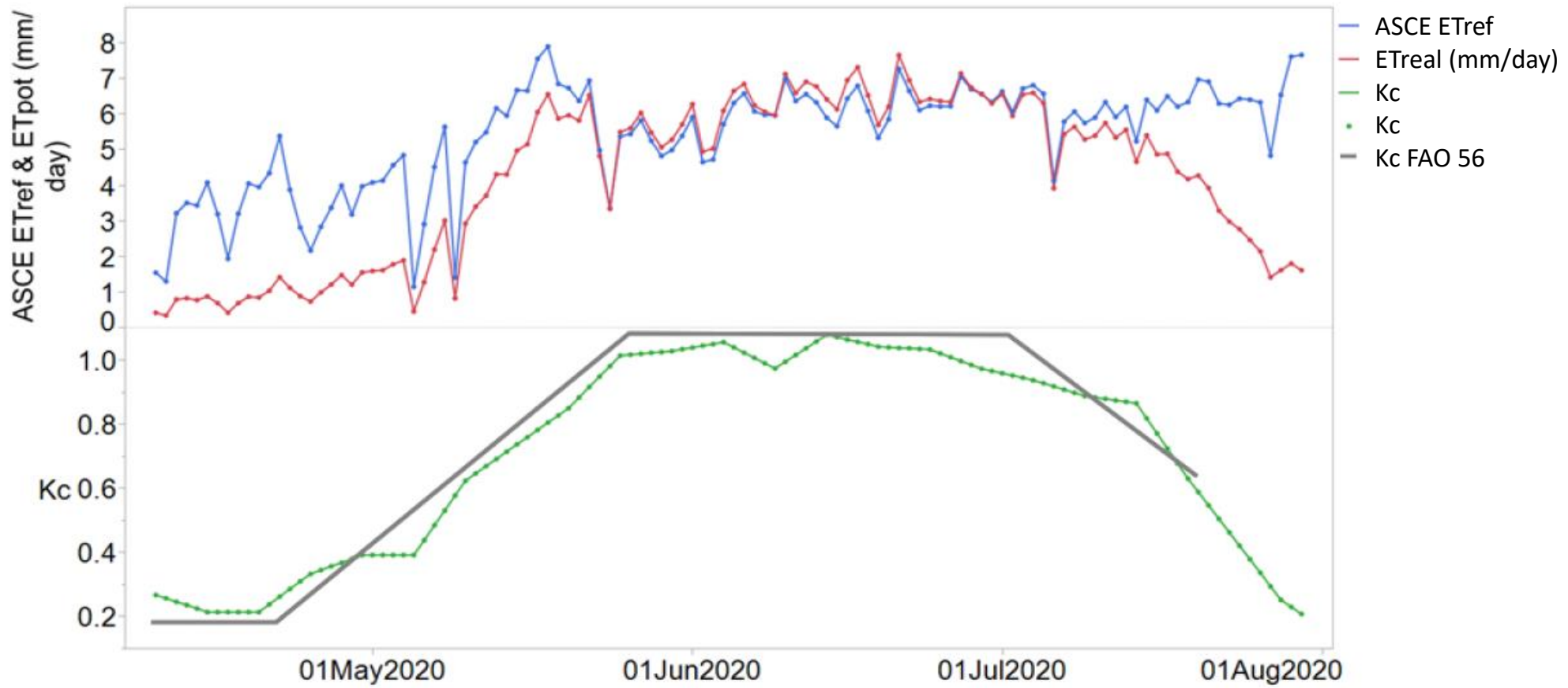


Figure 5. Time series of potential water requirements, K_{cb} , and reference evapotranspiration for the AgSAT validation experiment at AREC. K_{cb} matched well with FAO56 K_{cb} 's.



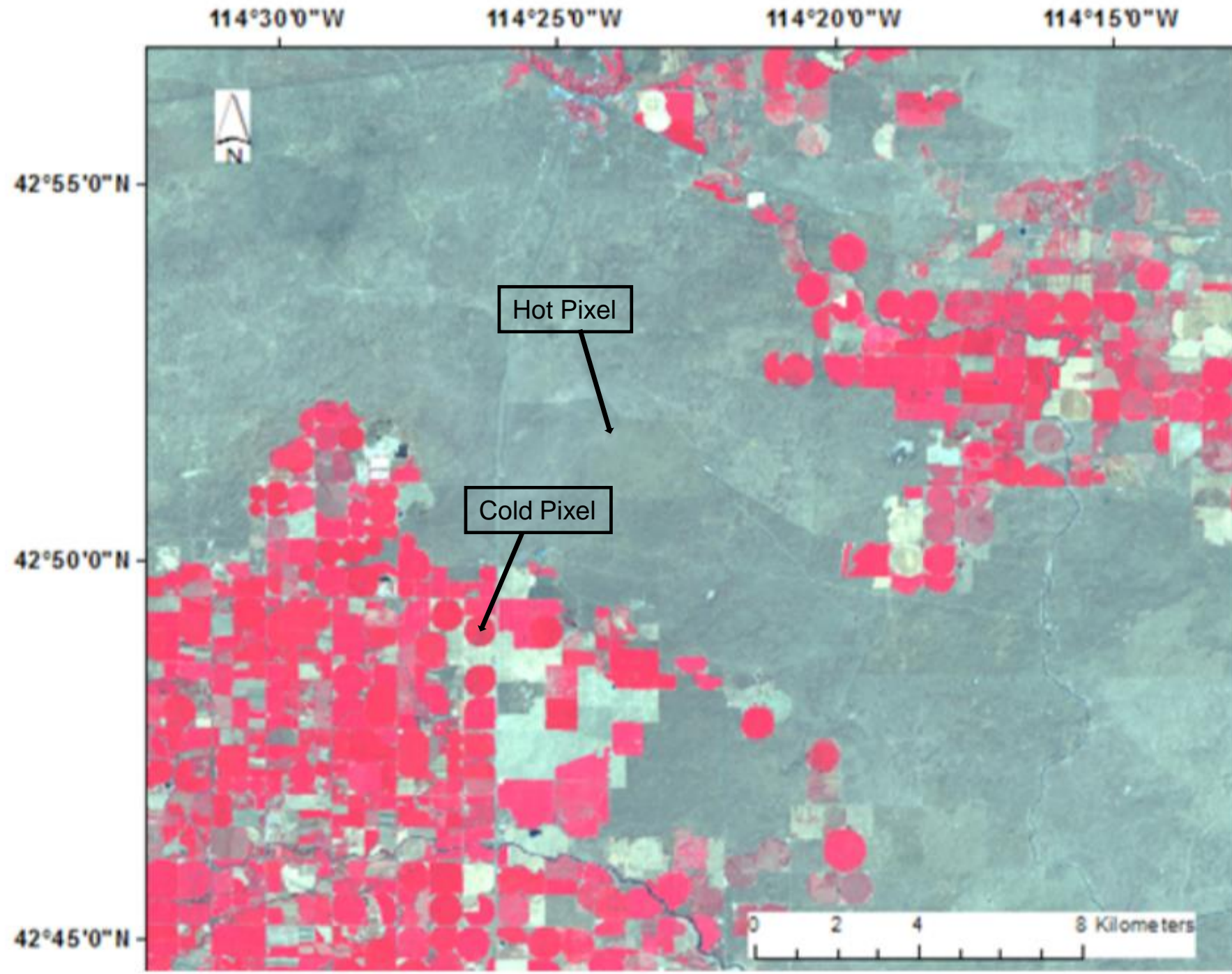
VIII Congreso Nacional y
I Congreso Internacional
de Riego, Drenaje y Biosistemas
COMEI - UAAAN 2023 | Saltillo, Coahuila
4 al 6 octubre 2023



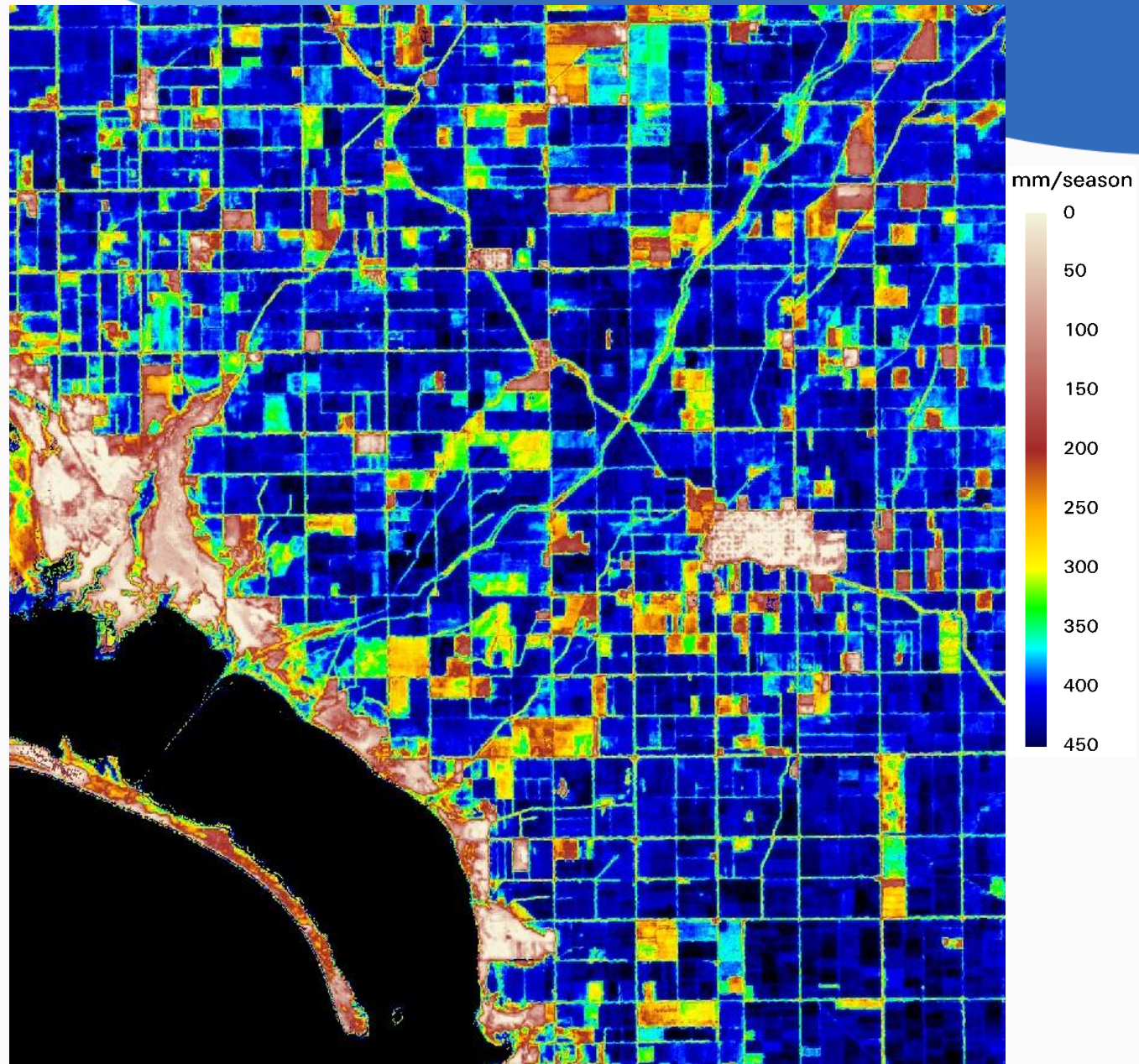
Balance de energía

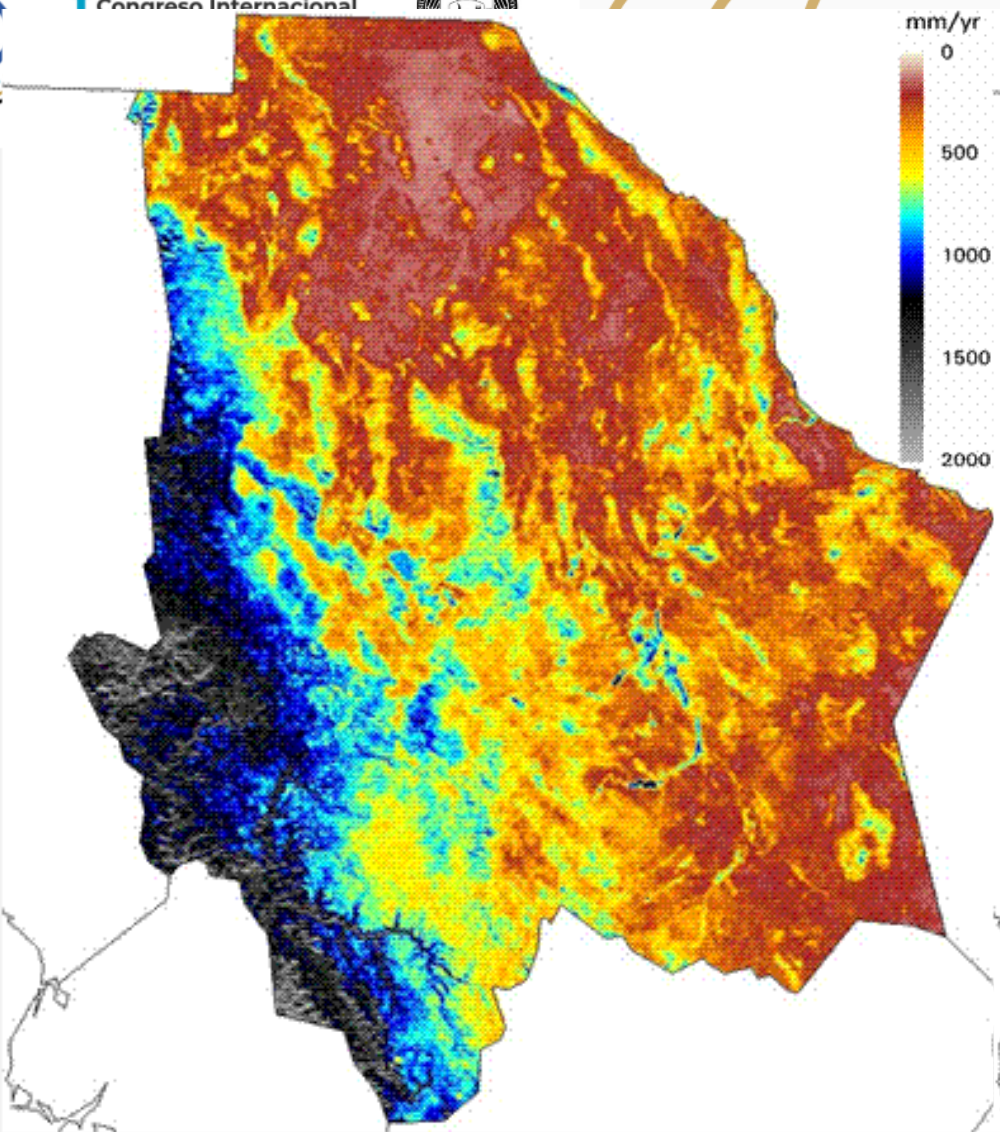
Balance de energía

- Los principales componentes de la ecuación de conservación de energía, conocida como “balance de energía” son la radiación neta (R_n), flujo de calor en el suelo (G), flujo de calor sensible (H), y flujo de calor latente o evapotranspiración (LE)
- $R_n - G = H + LE$
- Pixeles fríos y calientes

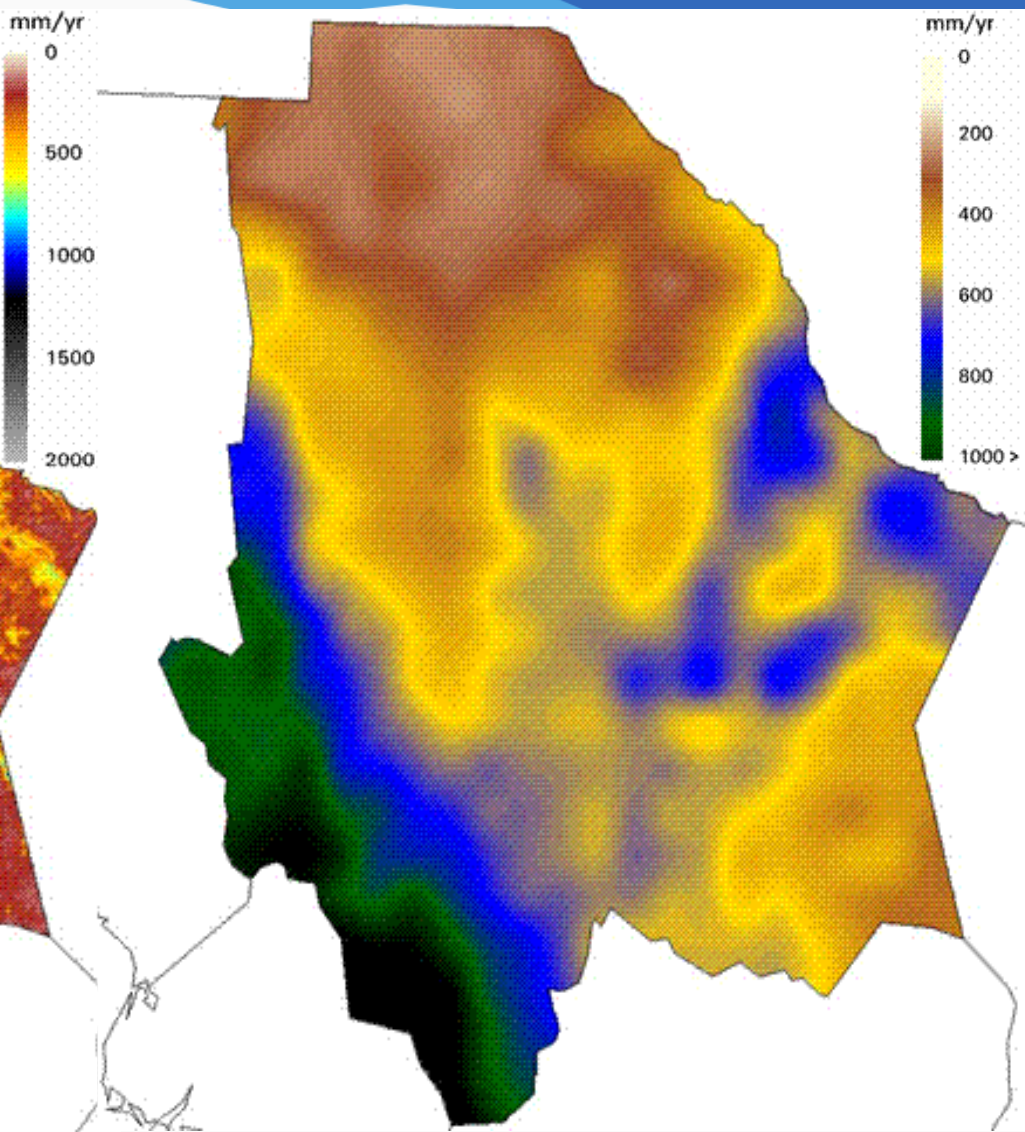


Evapotranspiración en el Valle del Yaqui (enero a abril del 2003)





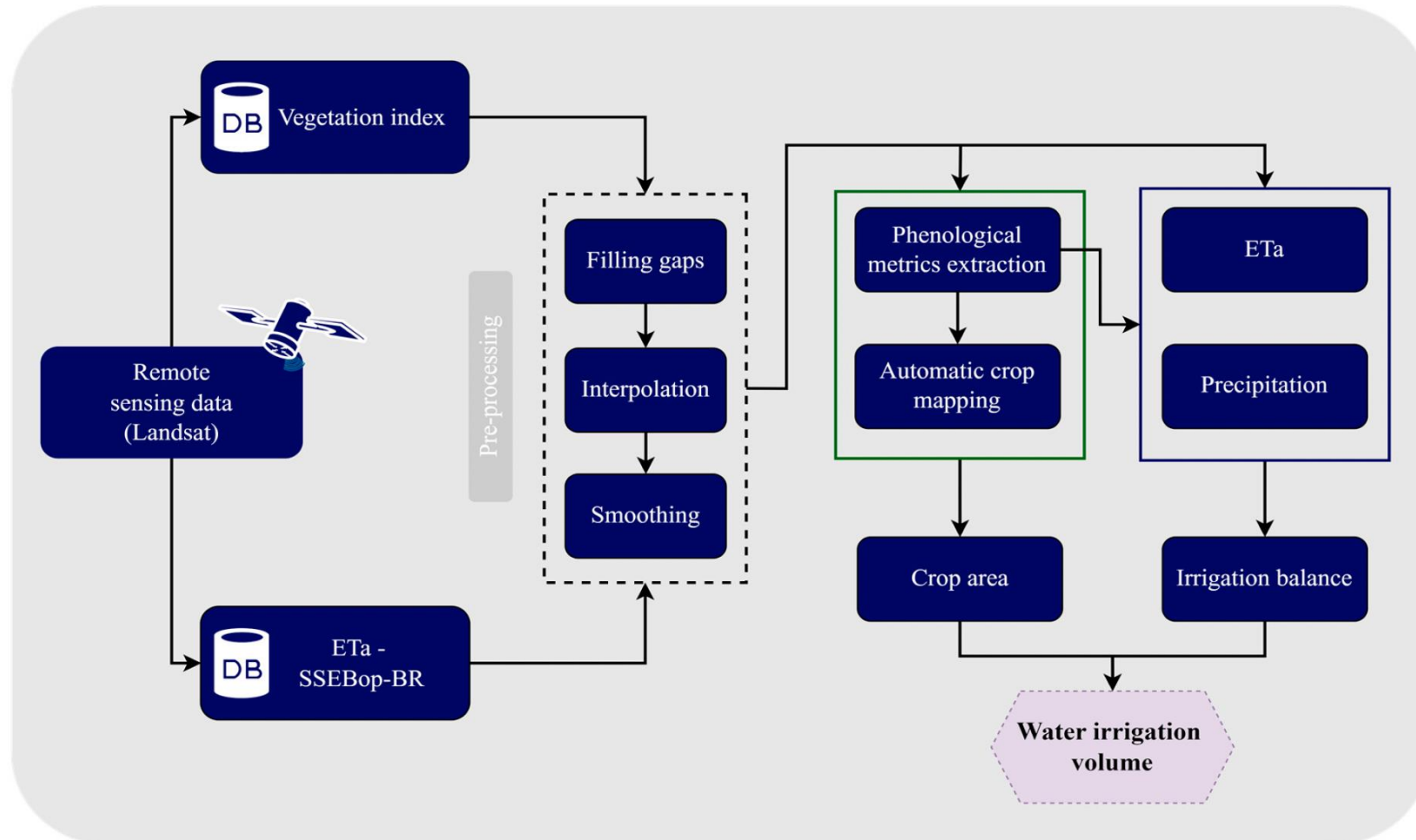
Evapotranspiración total anual estimada con SEBAL

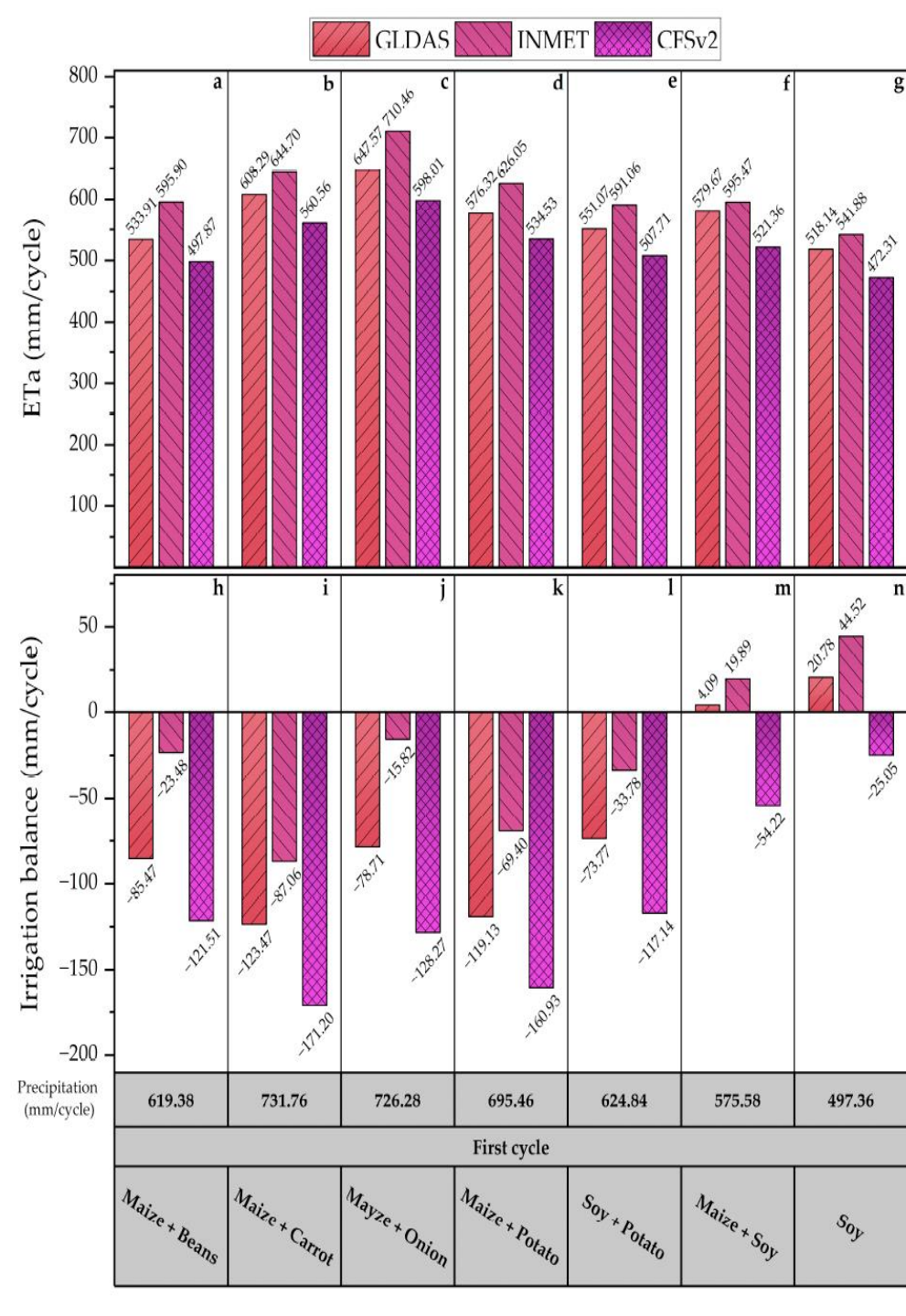
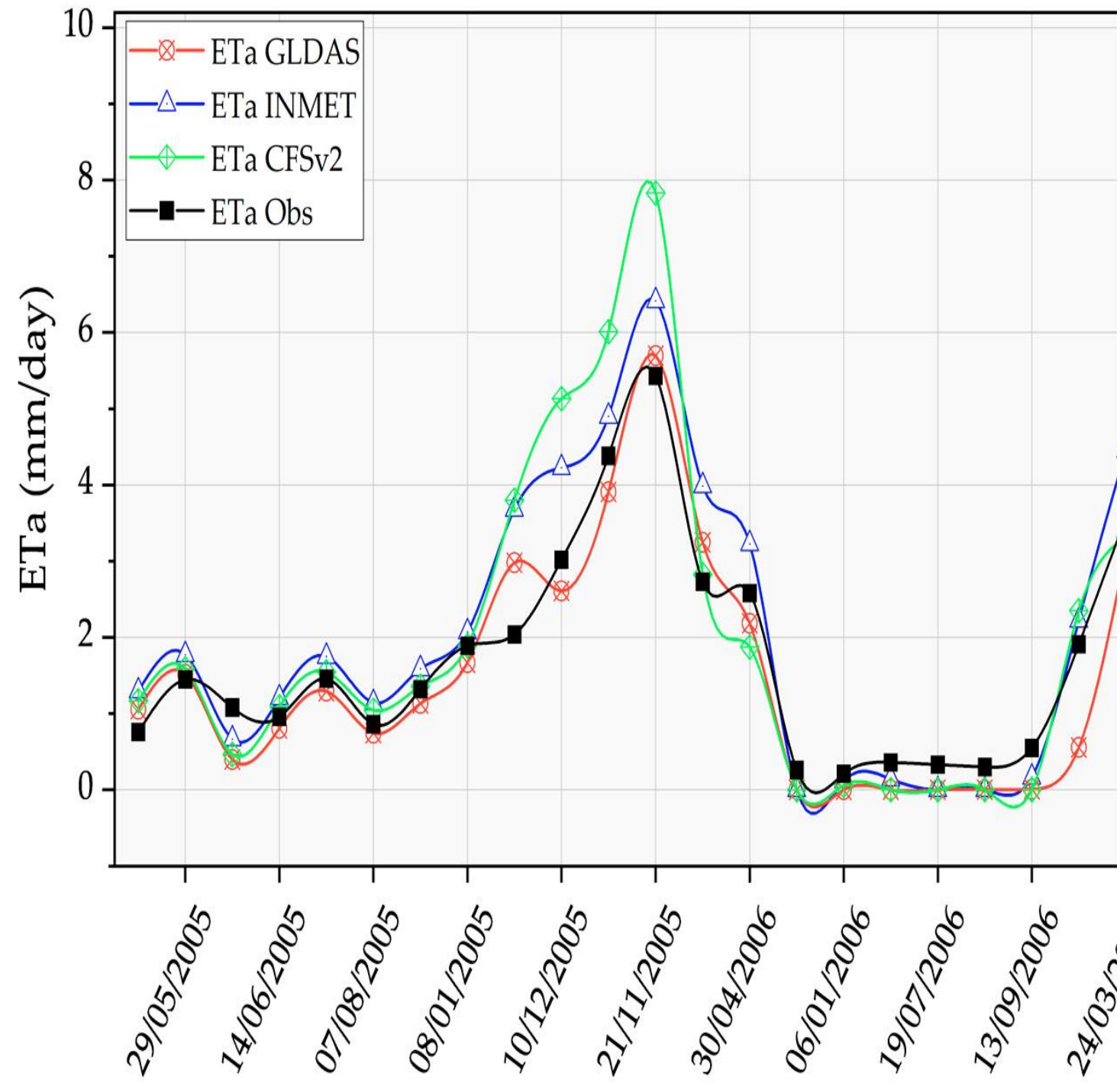


Precipitación total anual derivada de TRMM

Estimation of Water Use in Center Pivot Irrigation Using Evapotranspiration Time Series Derived by Landsat: A Study Case in a Southeastern Region of the Brazilian Savanna

Marionei Fomaca de Sousa Junior *, Leila Maria Garcia Fonseca and Hugo do Nascimento Bendini







Humedad en el suelo



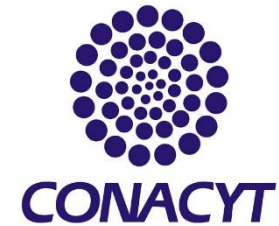
SOIL MOISTURE SENSING USING CRNS FOR BETTER WATER MANAGEMENT PRACTICES AT THE YAQUI VALLEY, MEXICO



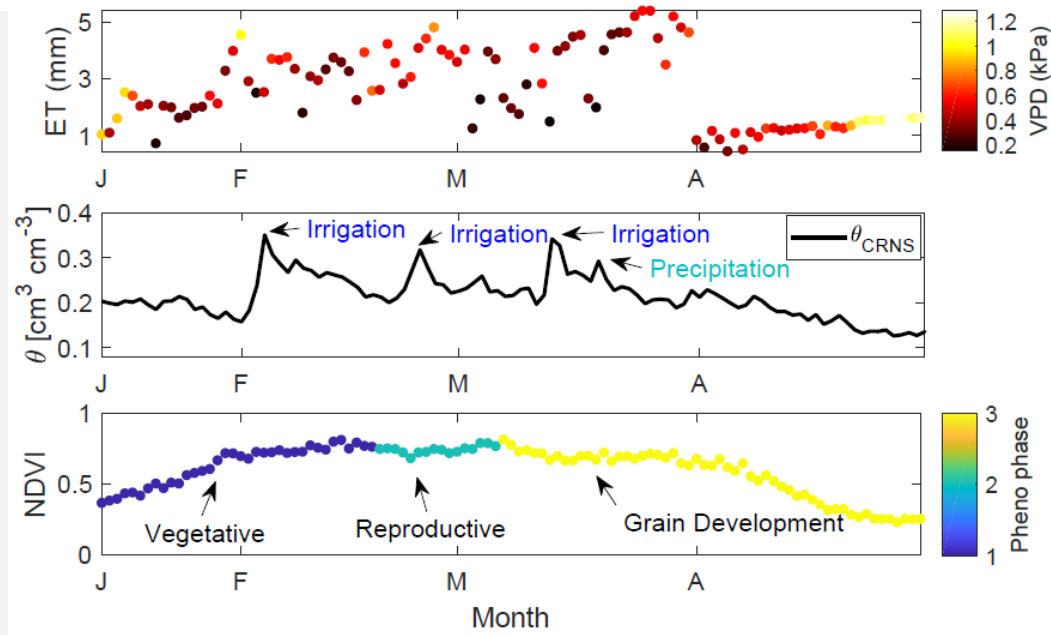
ITSON
Educar para
Trascender



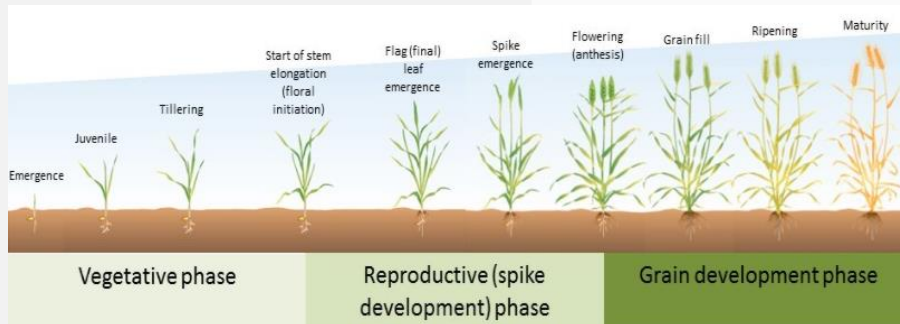
Joint FAO/IAEA Programme
Nuclear Techniques in Food and Agriculture



Phenology and crop physiological status



winter wheat 120 days (Dec-April)



NDVI, from satellites, and the green chromatic coordinate (GCC) greenness index, from phenocam, can be useful tools to assess the plant physiological conditions responding to water doses

Results

Time-series

- CRNS - Sensitivity to irrigation and small precipitation
- TDR- Sensitivity to irrigation

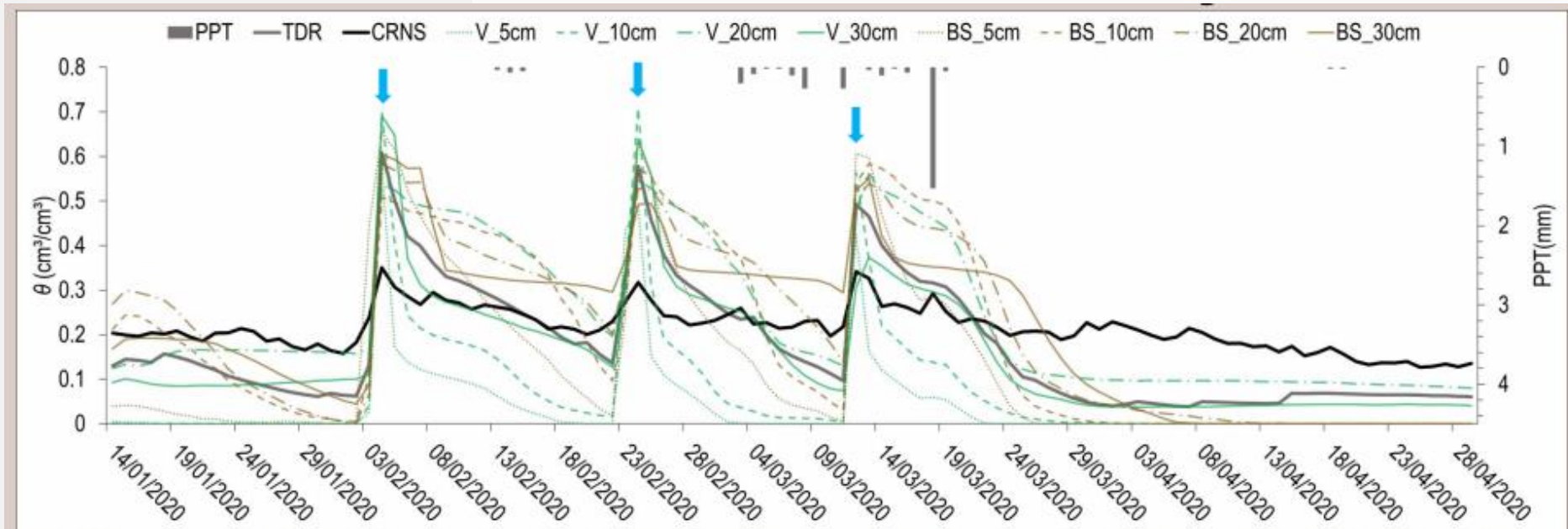






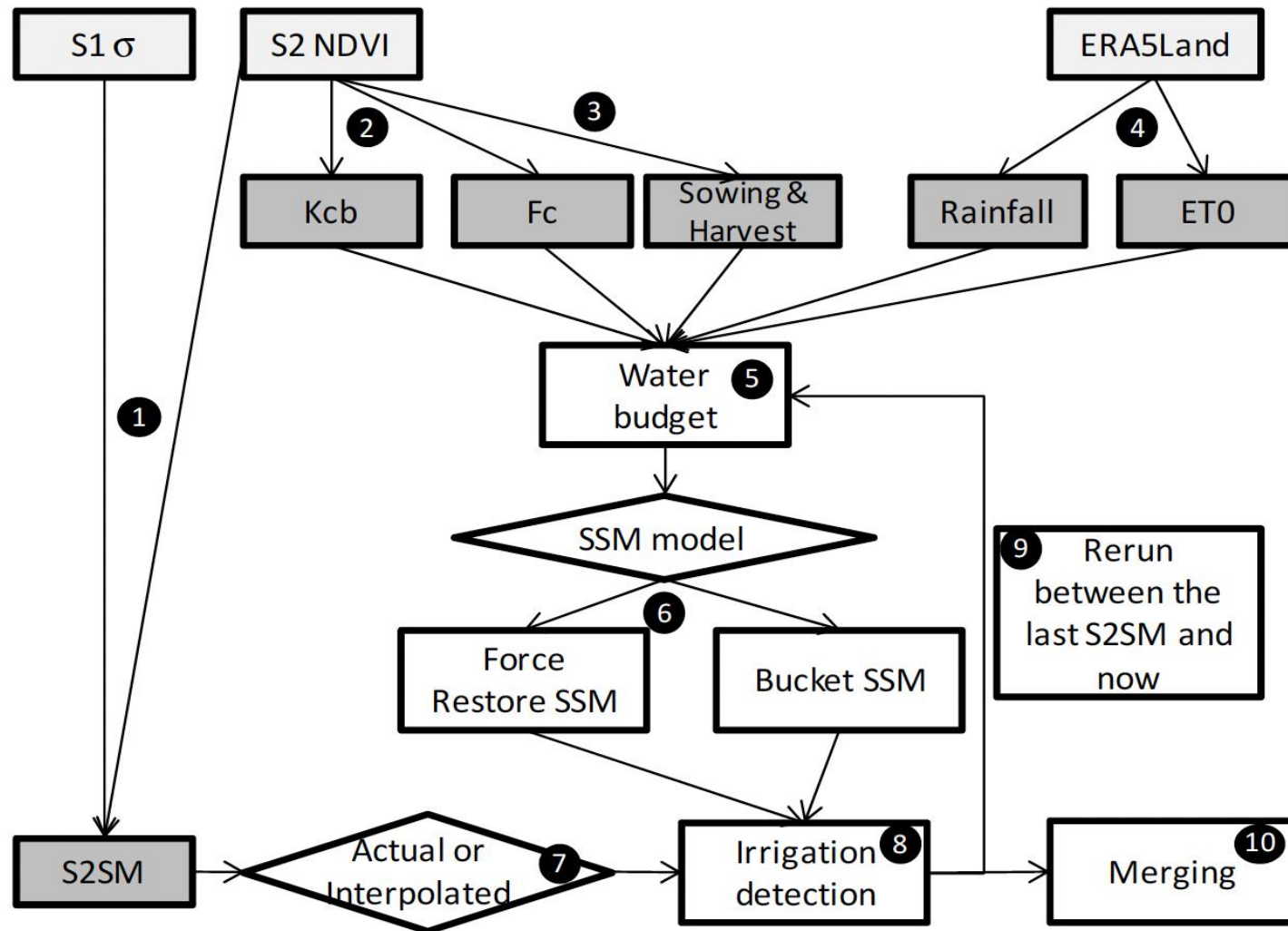


Fig. 2 Time series of θ from CRNS, 2 TDR (5, 10, 20 and 30 cm depth), TDR integrated (averaged 5-30 cm) and precipitation (PPT). Blue arrows indicate irrigation events.



Irrigation Timing Retrieval at the Plot Scale Using Surface Soil Moisture Derived from Sentinel Time Series in Europe

Michel Le Page ^{1,*}, Thang Nguyen ¹ , Mehrez Zribi ¹ , Aaron Boone ², Jacopo Dari ^{3,4} , Sara Modanesi ⁴, Luca Zappa ⁵ , Nadia Ouadi ^{1,2}  and Lionel Jarlan ¹ 



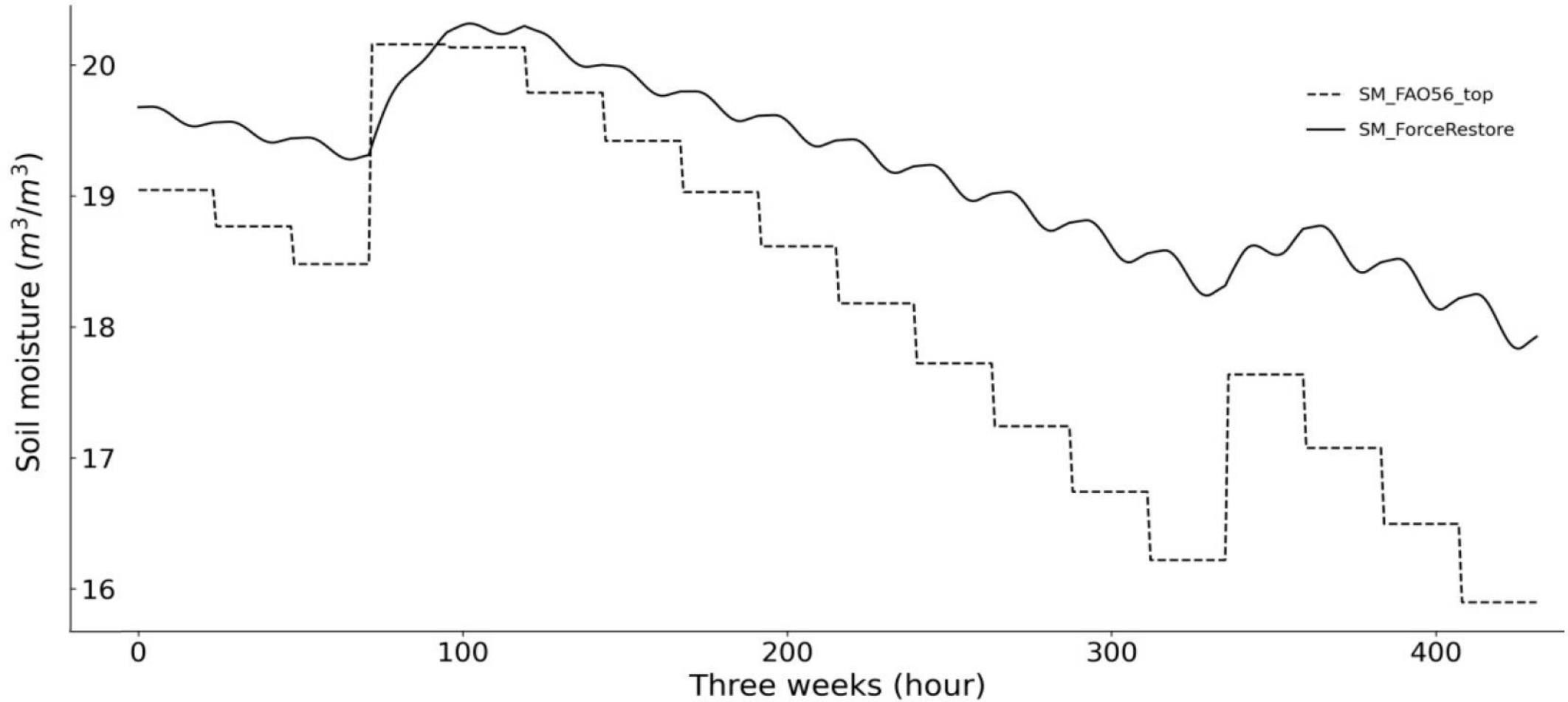


Figure 9. Example of SSM dynamic simulated by the modified FAO-56 (dashed line) and the force-restore model (dash and point line) after a wetting event.

Retos

- **Calibración y validación de datos:** La precisión de los datos recopilados a través de sensores remotos, como satélites o drones, es fundamental. Es un desafío, ya que los factores locales pueden influir en la interpretación de las imágenes.
- **Variabilidad espacial y temporal:** Los patrones de necesidades de riego pueden variar considerablemente en una parcela agrícola y la percepción remota debe ser capaz de captar esta variabilidad y proporcionar recomendaciones de riego precisas.
- **Integración de datos:** La percepción remota genera grandes cantidades de datos. Integrar estos datos con otros sistemas de gestión agrícola, como sistemas de riego automatizado, puede ser un desafío en términos de interoperabilidad y análisis.
- **Acceso a la tecnología:** No todos los agricultores tienen acceso a la tecnología de percepción remota, como drones o imágenes satelitales. La inversión inicial en equipos y capacitación puede ser un obstáculo para la adopción generalizada.

Retos

- Interpretación de datos: La interpretación de datos de percepción remota requiere conocimientos especializados. Los agricultores y técnicos agrícolas necesitan capacitación para comprender y utilizar eficazmente estos datos.
- Cambio climático: Los patrones climáticos cambiantes pueden hacer que la percepción remota sea menos efectiva para predecir las necesidades de riego, ya que las condiciones climáticas impredecibles pueden alterar las estimaciones basadas en datos históricos.
- Seguridad de datos: La recopilación y el almacenamiento pueden plantear preocupaciones de seguridad y privacidad. Es importante proteger los datos y la información sensible.
- Concienciación y adopción: Convencer a los agricultores de los beneficios y fomentar su adopción generalizada puede ser un desafío. Se requiere educación y concienciación sobre las ventajas.

Oportunidades

- A pesar de estos desafíos, la percepción remota tiene un gran potencial para transformar la forma en que se gestionan los recursos hídricos en la agricultura, mejorar la eficiencia en el uso del agua y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas. Superar estos retos requerirá la colaboración entre agricultores, científicos, gobiernos y la industria tecnológica para desarrollar soluciones adecuadas y promover su adopción.

Oportunidades

- Optimización de riego
- Ahorro de recursos hídricos
- Reducción de costos
- Aumento de la productividad
- Sostenibilidad ambiental
- Resiliencia frente al cambio climático
- Personalización de recomendaciones
- Integración con la automatización agrícola
- Mejora de la toma de decisiones
- Investigación y desarrollo continuo

!Gracias por su atención;

Dr. Jaime Garatuza Payán

garatuza1@gmail.com