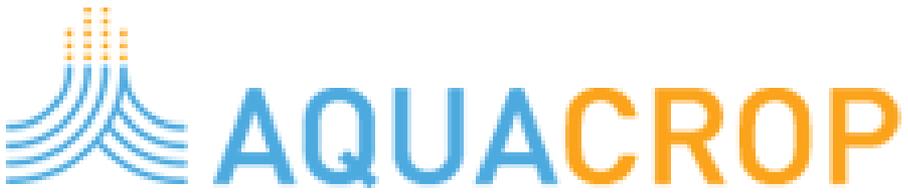




# AquaCrop (FAO) para el cultivo de la remolacha



**1. El riego y los modelos de simulación**

**2. Estructura y aplicaciones de  
AquaCrop**

**3. Calibración y validación de  
AquaCrop para remolacha**



**1. El riego y los modelos de simulación**

**2. Estructura y aplicaciones de AquaCrop**

**3. Calibración y validación de AquaCrop para remolacha**



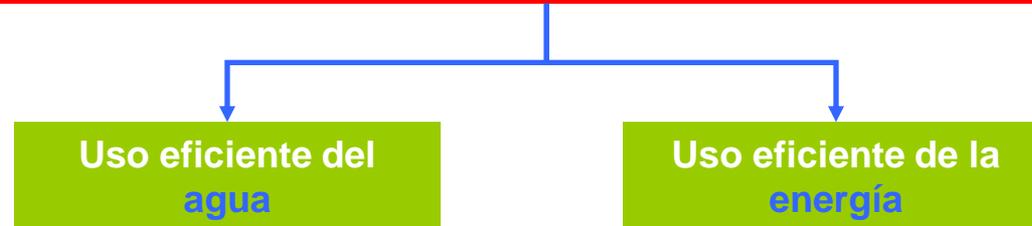


### DESAFÍOS DE LA AGRICULTURA DE REGADÍO

- Escasez crónica de agua
- Sobreexplotación del agua subterránea
- Impacto ambiental
- Conflictos por el agua
- Marco político e institucional
- Incremento del precio de la energía



**Incrementar la productividad del agua de riego**





Incrementar la productividad del agua de riego

Gran complejidad

Múltiples factores

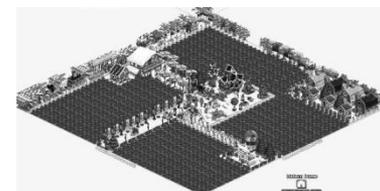
- Biofísicos
- Técnicos
- Políticos
- Socio-económicos
- etc...

Diferentes escalas

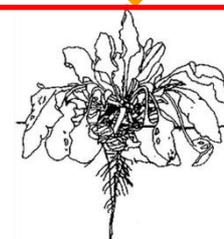
ZONA REGABLE



FINCA



CULTIVO



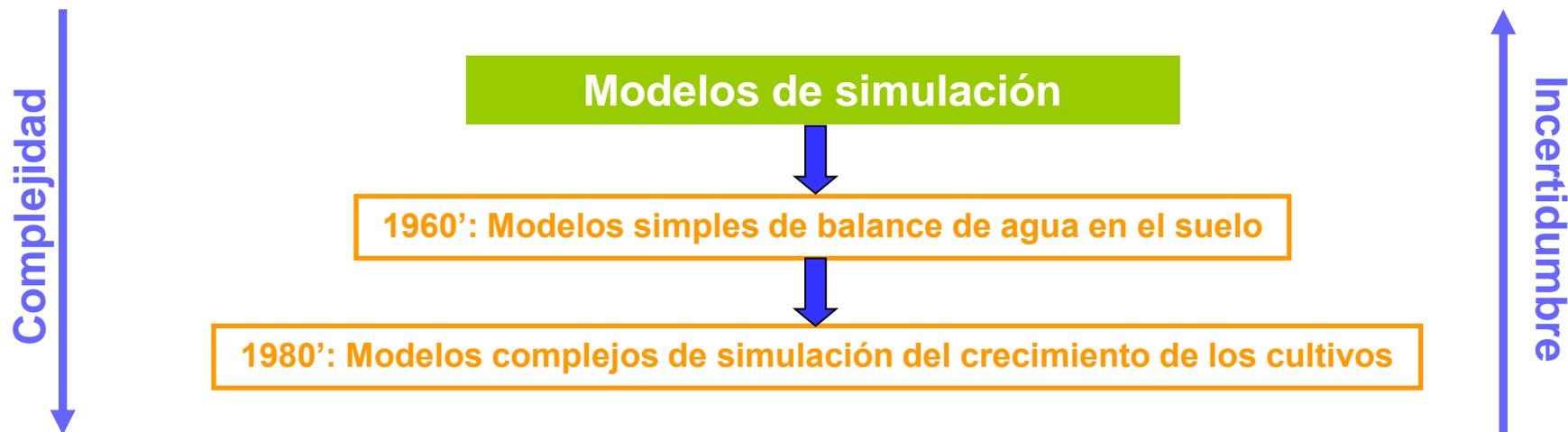
¿Cuándo regar?  
¿Qué lámina de riego aplicar?

Programación de riego

- Clima
- Suelo
- Cultivo
- Manejo

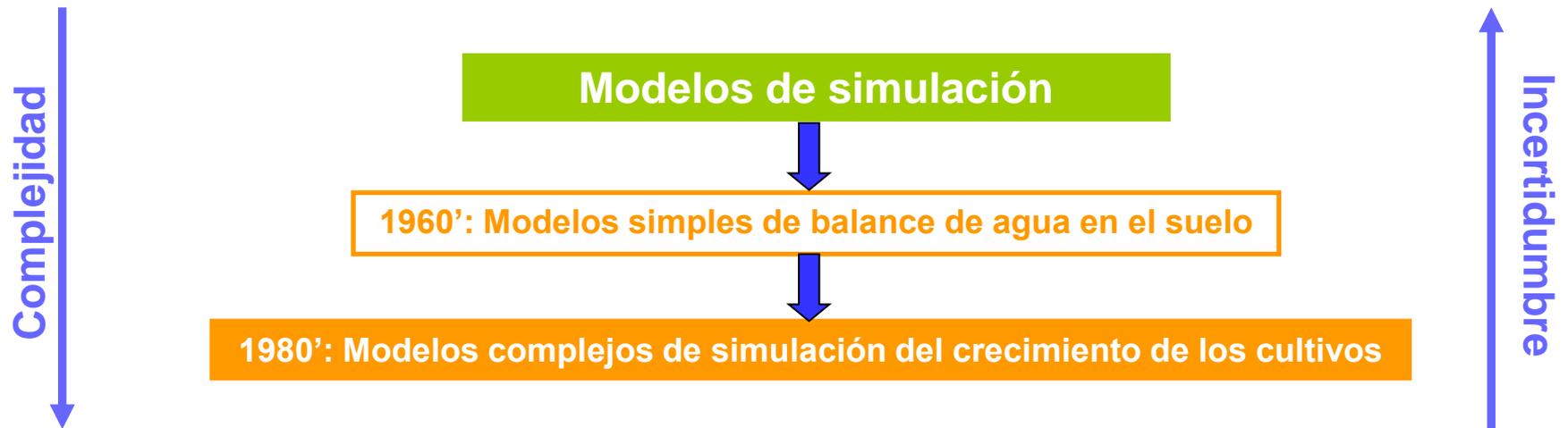
## ¿Cómo abordar la complejidad de la programación del riego?

Clima, suelo, cultivo, manejo...



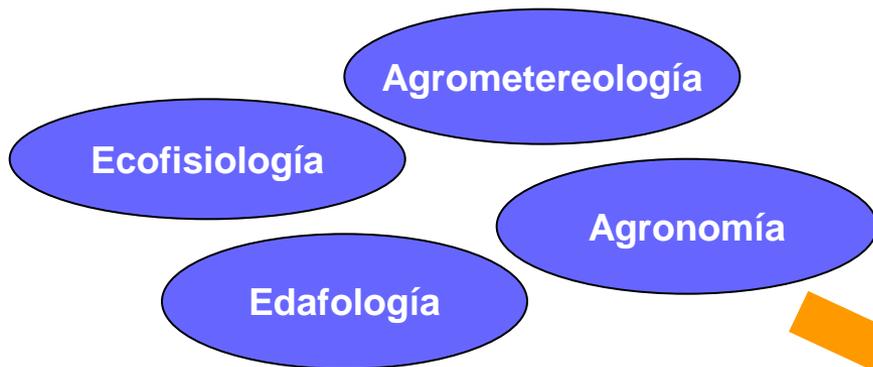
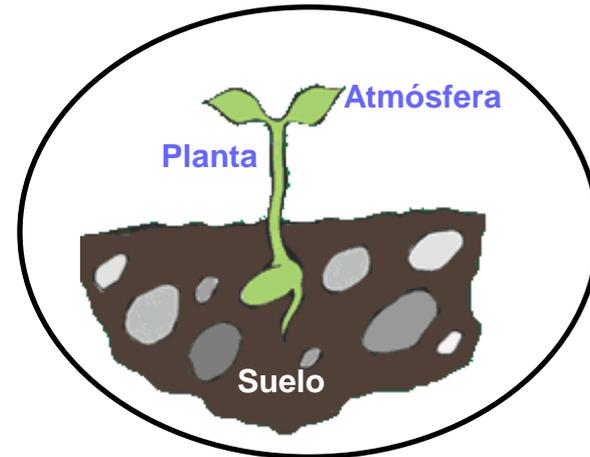
## ¿Cómo abordar la complejidad de la programación del riego?

Clima, suelo, cultivo, manejo...



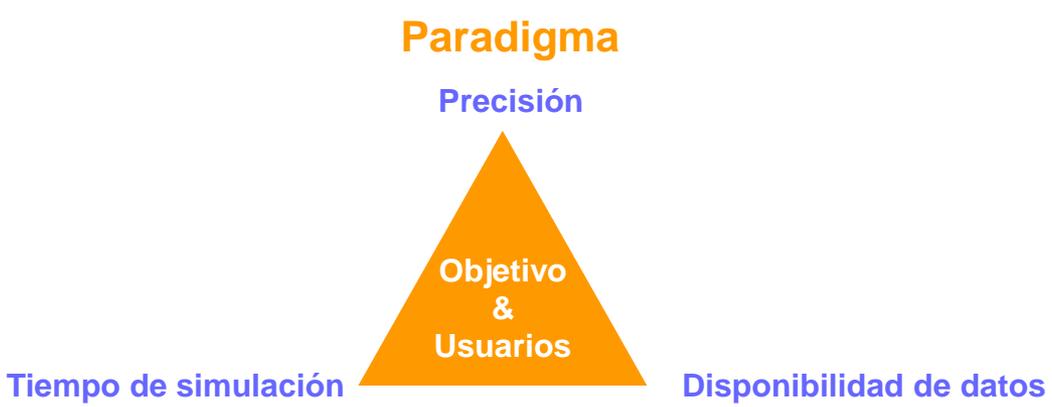
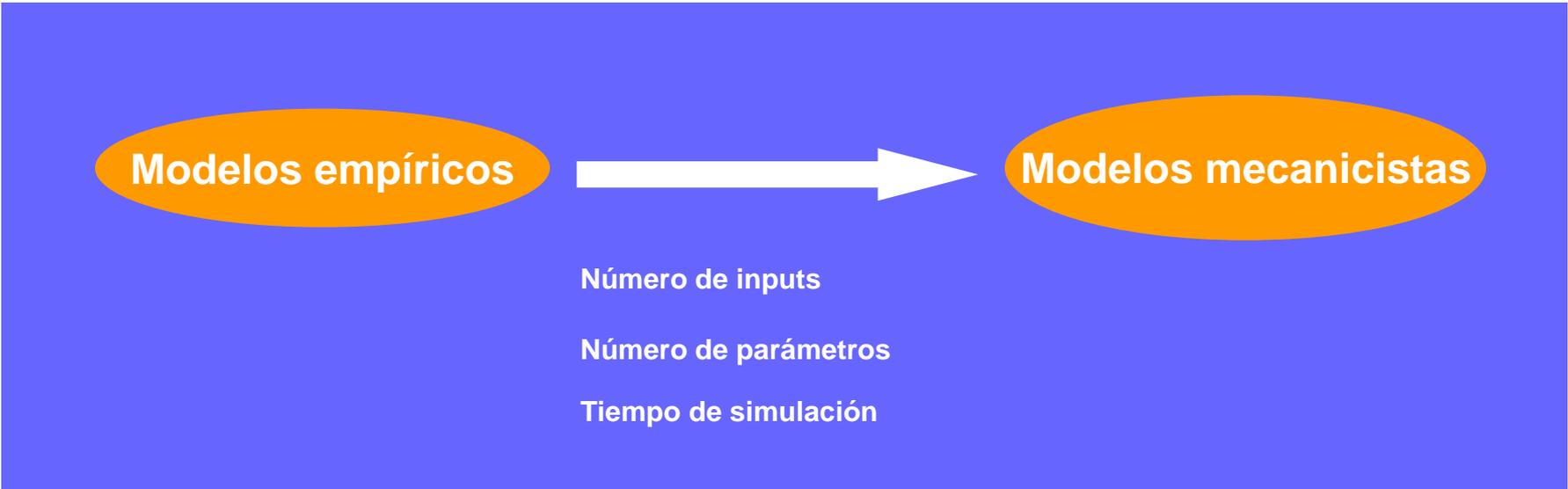
Modelos de simulación de cultivos

Sistema



Modelos dinámicos de simulación de cultivos  
(CERES, EPIC, CropSyst, CROPWAT)

¿Qué nivel de complejidad debe tener un modelo?



## Modelo de productividad del agua



Empírico

+

Mecanicista



Balance entre **precisión**, **simplicidad** y **robustez**

User-friendly

1. El riego y los modelos de simulación

2. Estructura y aplicaciones de  
AquaCrop

3. Calibración y validación de  
AquaCrop para remolacha



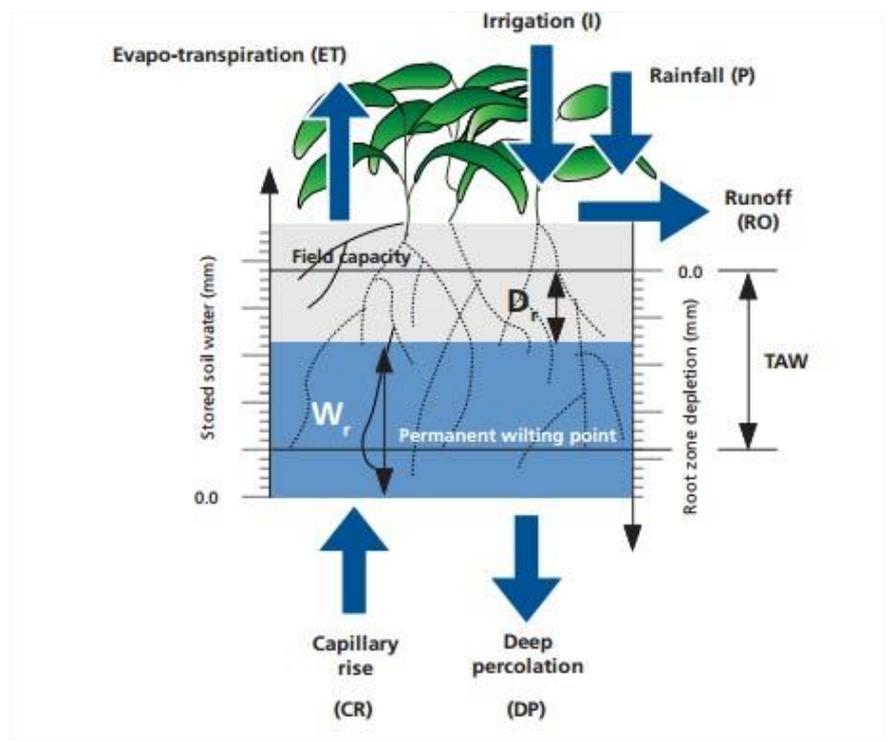


**Modelo de productividad del agua**

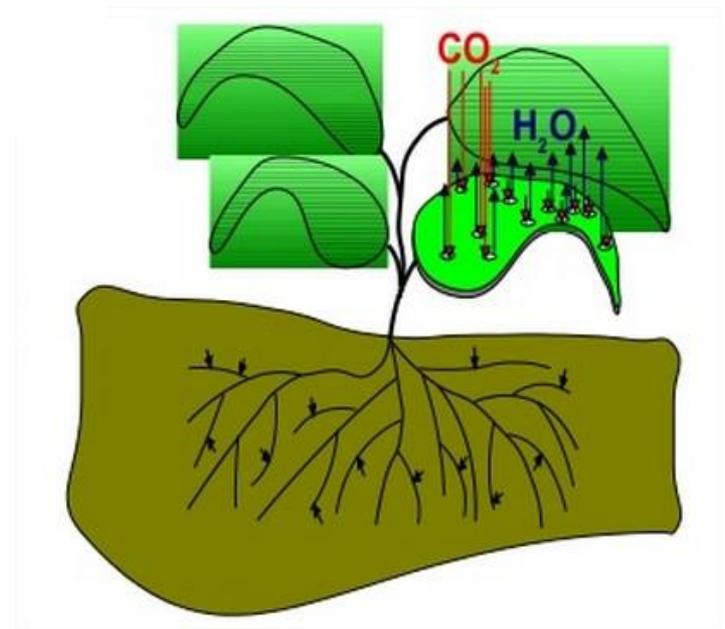
**Biomasa = Radiación Interceptada x EUR**

VS

**Biomasa = Transpiración x Productividad del agua**

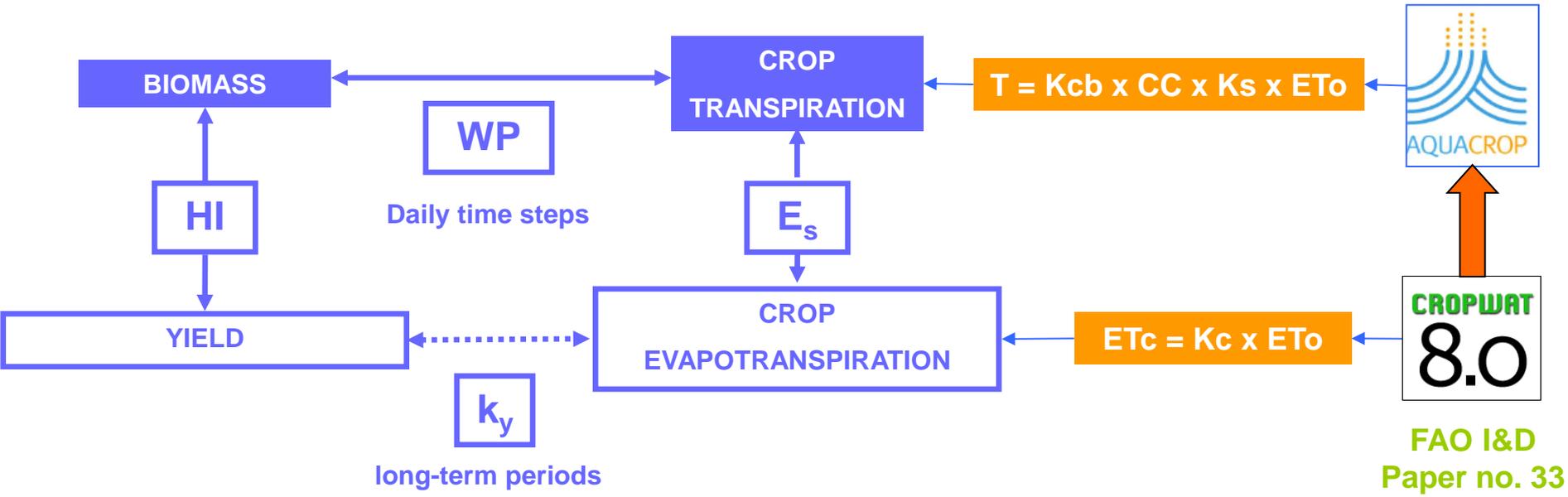


**Balance de agua en el suelo**



**Productividad del agua del cultivo**

Antecedentes de AquaCrop



**ATMÓSFERA**



**MANEJO**



**CULTIVO**

**SUELO**



**ATMÓSFERA**



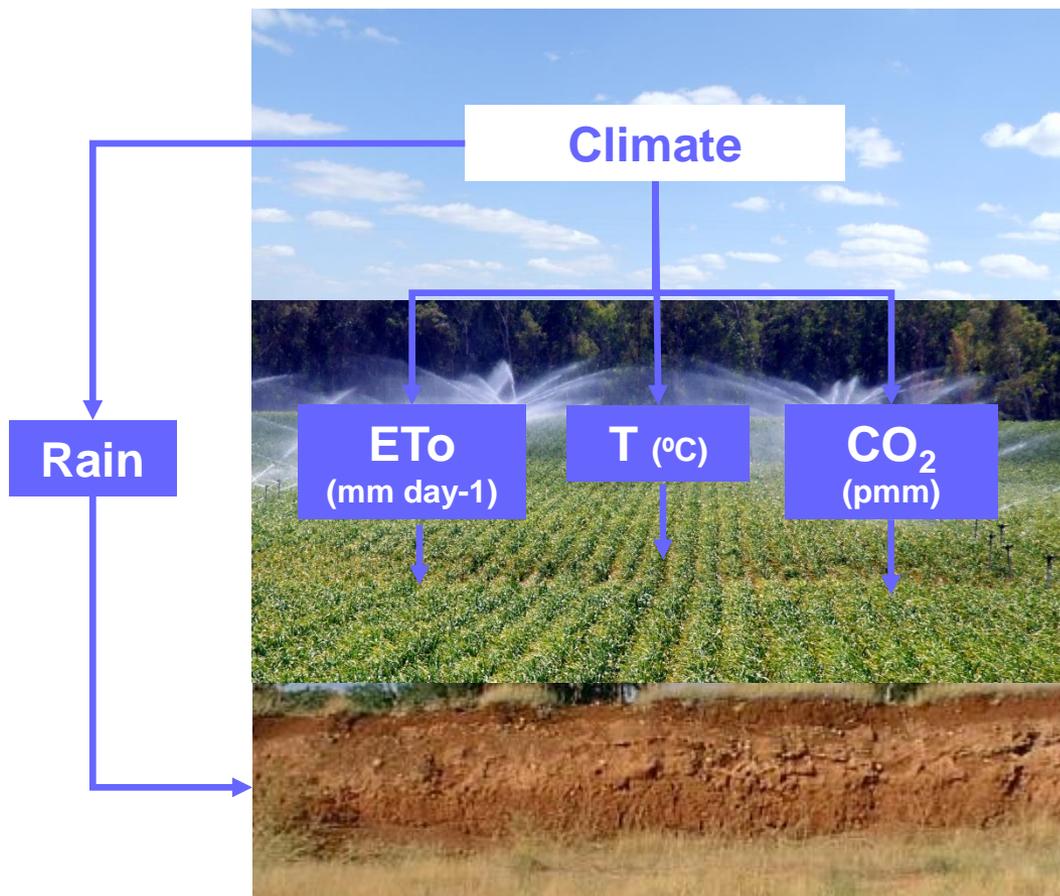
**MANEJO**

**CULTIVO**

**SUELO**



**Atmósfera**



Diaria, 10-días o mensual

- Penman Monteih (FAO56)
- T Mínima y Máxima
- CO<sub>2</sub>: Observatorio de Mauna Loa (Hawaii)

**ATMÓSFERA**



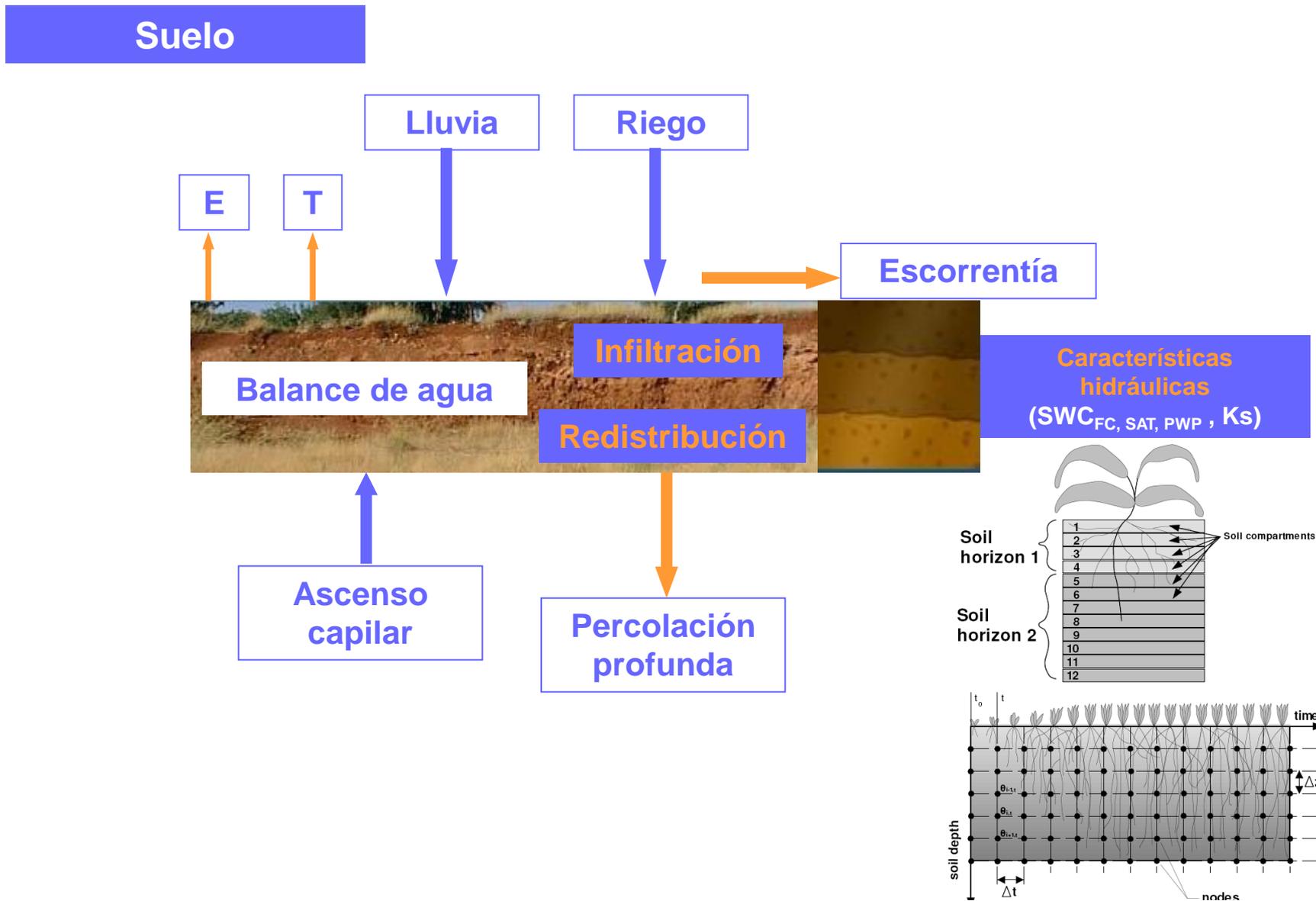
**MANEJO**



**CULTIVO**

**SUELO**





**ATMÓSFERA**



**MANEJO**



**CULTIVO**



**SUELO**



### Manejo



### Manejo del agua

#### Secano

#### Riego (goteo, aspersión, superficie)

- Usuario define programa de riego (fecha y dosis)
- Modelo genera el programa de riego (intervalo fijo, SWC, o nivel de estrés)

#### Prácticas de manejo

- Mulching o Muros de contención

### Manejo de la fertilidad

#### Nivel de fertilidad

- No limitante, alto, moderado, pobre

**ATMÓSFERA**



**MANEJO**



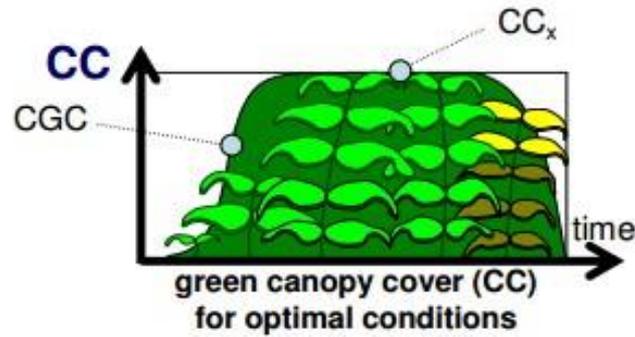
**CULTIVO**



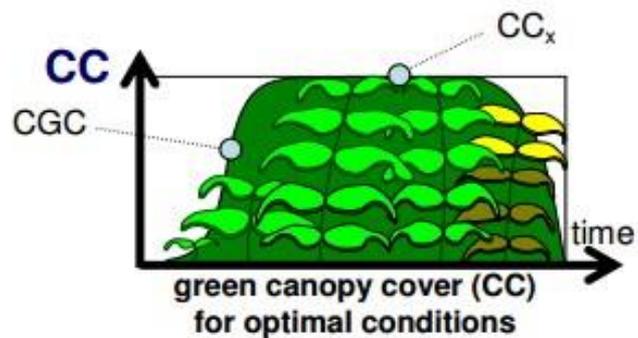
**SUELO**



**Green Crop Canopy (CC) Development**



**Green Crop Canopy (CC) Development**



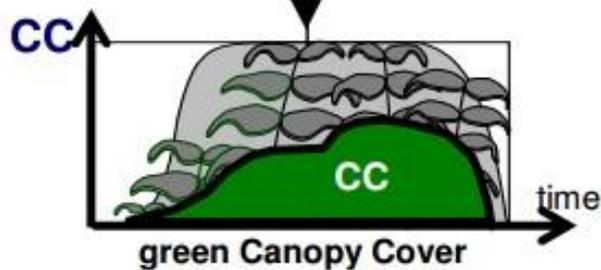
stress inhibiting Transpiration ( $Tr = 0$ )

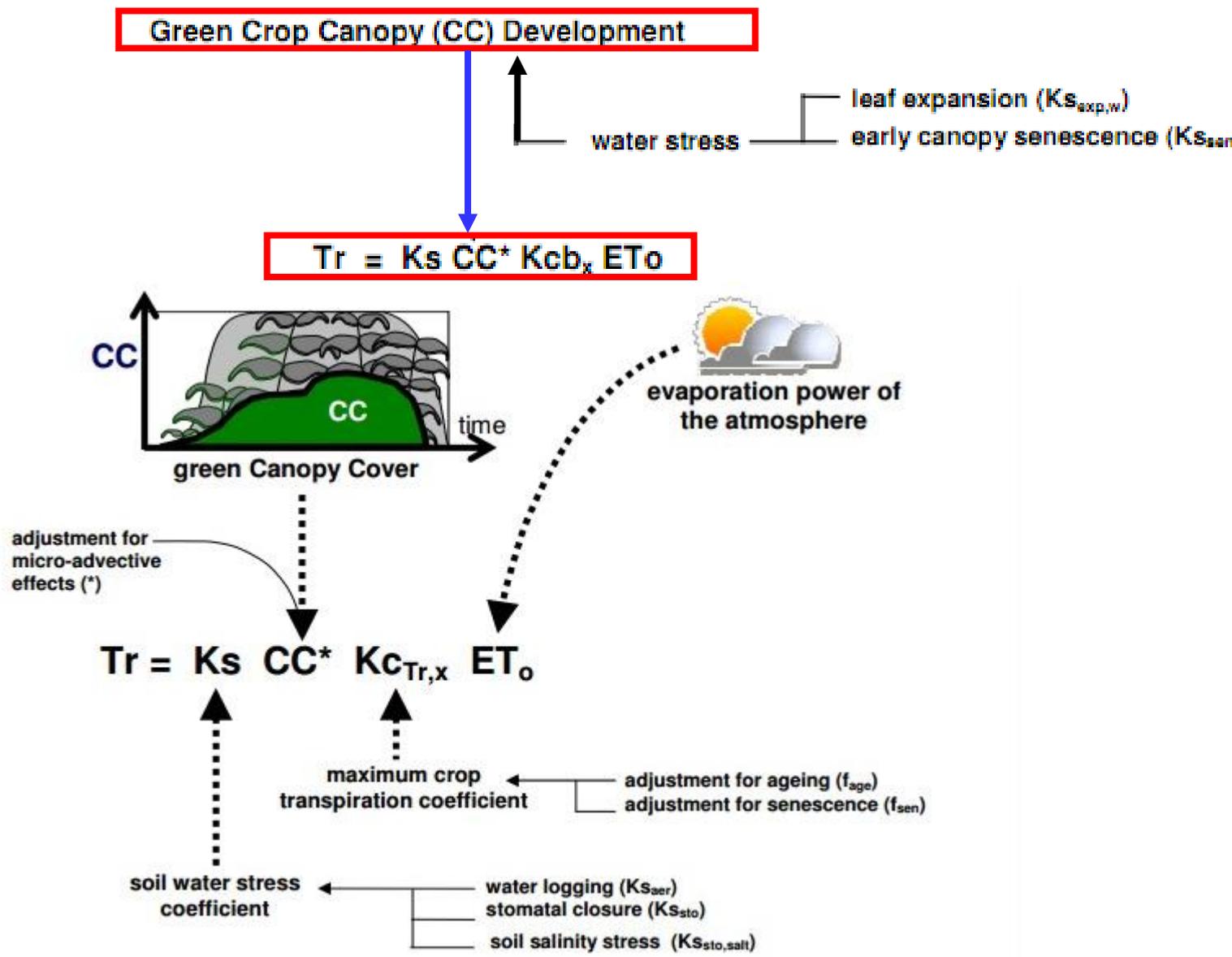
soil water stress

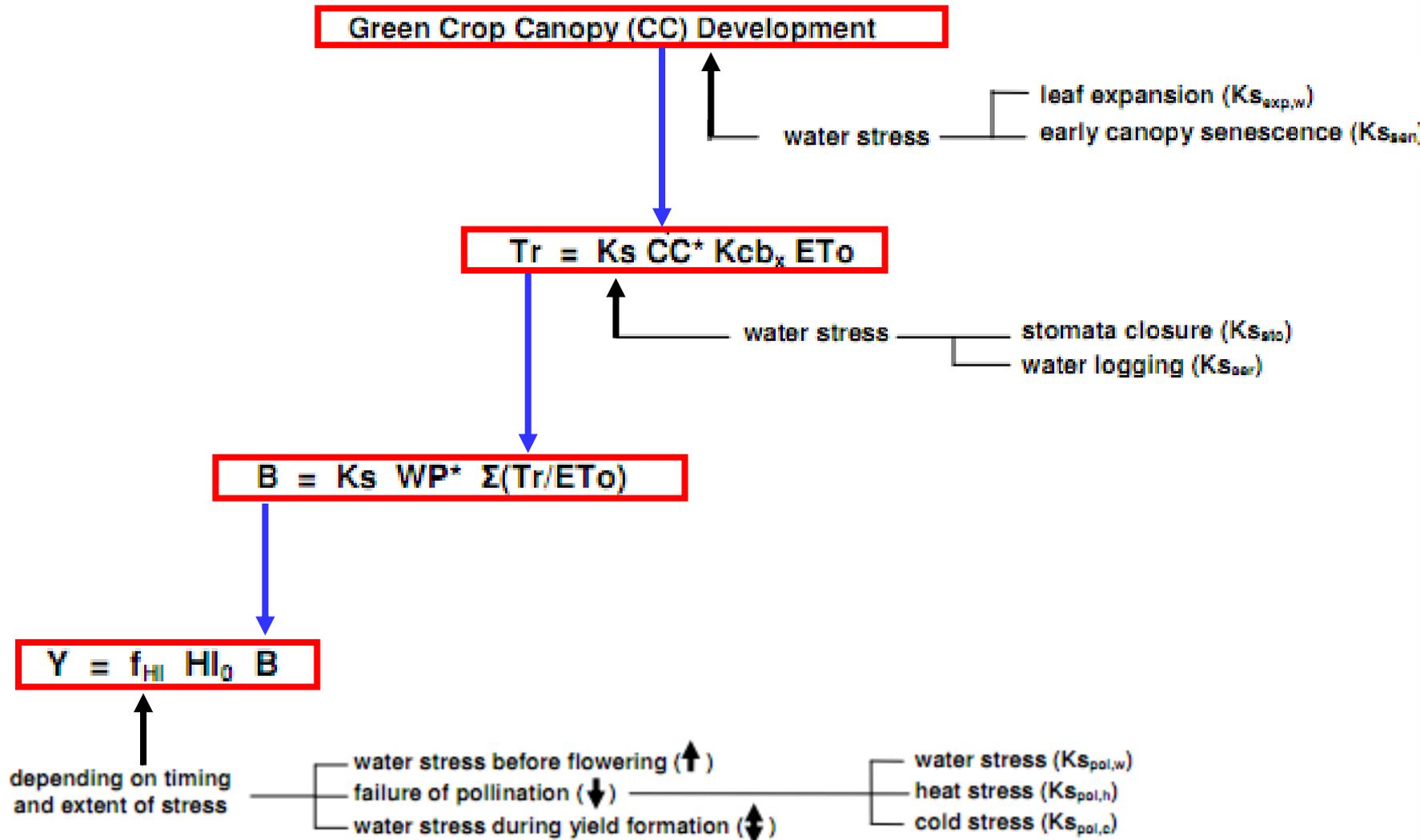
- adjustment of CGC ( $K_{s_{exp,w}}$ )
- early canopy senescence ( $K_{s_{sen}}$ )

soil fertility/salinity stress

- adjustment of CGC ( $K_{s_{exp,t}}$ )
- adjustment of  $CC_x$  ( $K_{s_{CCx}}$ )
- canopy decline once  $CC_x$  is reached







### Efectos de estreses abióticos

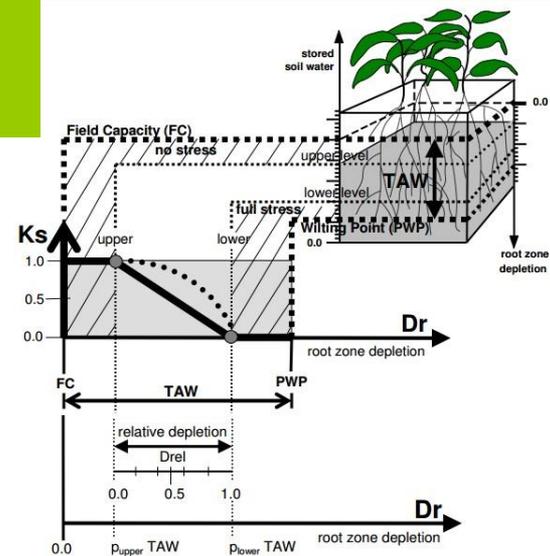
Hídrico

Térmico

Nutricional

Salinidad

- Desarrollo de la cubierta vegetal
- Conductancia estomática
- Senescencia de la cubierta vegetal
- Crecimiento de la raíz
- Índice de cosecha



### Posibles usos de AquaCrop

#### Escala temporal

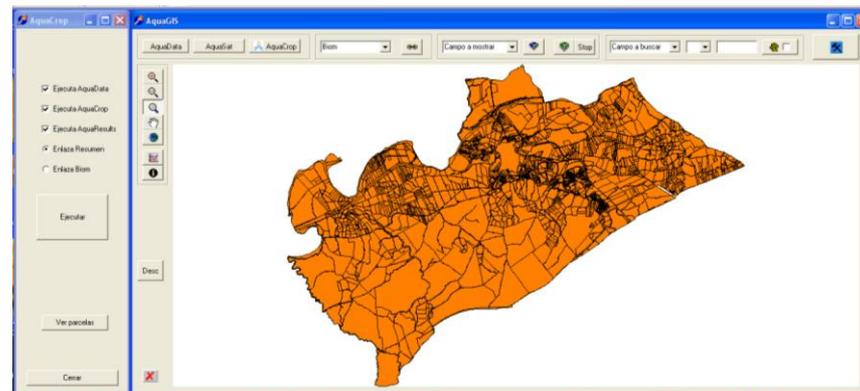
- Corto plazo: nivel operativo
- Medio plazo: nivel táctico
- Largo plazo: nivel estratégico

- Programación del riego. **Quinoa (Geerts et al., 2010)**
- Diseño de programas de riego deficitario. **Algodón, maíz, girasol y patata (García-Vila and Fereres, 2012)**
- Benchmarking de las actuales prácticas de riego
- Optimización del uso del agua almacenada en el suelo. **Arroz (Lin et al., 2012)**
- Evaluación de los efectos de cambios en el manejo (fecha de siembra, densidad de siembra, etc.). **Cebada (Abrha et al., 2012)**
- Análisis de escenarios. **(García-Vila and Fereres, 2012)**

#### Escala espacial

- Finca
- Zona regable

AquaDATA  
AquaGIS



Lorite, I.J, García-Vila, M., Santos, C., Ruiz-Ramos, M., Fereres, E. 2013. AquaData and AquaGIS: Two computer utilities for temporal and spatial simulations of water limited yield with AquaCrop. *Computers and Electronics in Agriculture*. *Accepted*.

1. El riego y los modelos de simulación

2. Estructura y aplicaciones de  
AquaCrop

3. Calibración y validación de  
AquaCrop para remolacha



## Calibración y validación de AquaCrop

- Necesidad de calibrar y validar el modelo para cada cultivo: ajuste de los parámetros de cultivo



## Calibración y validación de AquaCrop para remolacha

- **Parámetros por defecto en AquaCrop para la remolacha: Calibración y validación en Foggia (Italia), año 2000. CRA, Bari.**



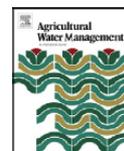
Agricultural Water Management 98 (2011) 1615–1621



Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Water Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agwat](http://www.elsevier.com/locate/agwat)



Assessment of the FAO AquaCrop model in the simulation of rainfed and supplementally irrigated maize, sugar beet and sunflower

Ruzica Stricevic<sup>a,\*</sup>, Marija Cosic<sup>a</sup>, Nevenka Djurovic<sup>a</sup>, Borivoj Pejic<sup>b</sup>, Livija Maksimovic<sup>c</sup>

<sup>a</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia

<sup>b</sup> University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovica 8, 21000 Novi Sad, Serbia

<sup>c</sup> Institute of Field Crops and Vegetables, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 18 October 2010

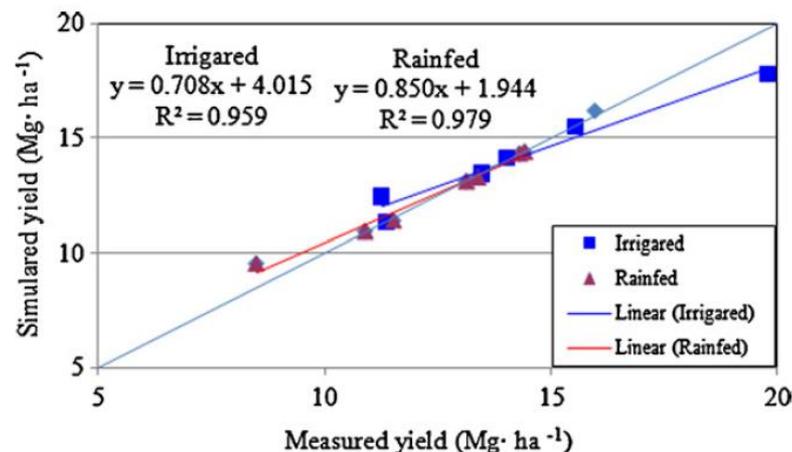
Accepted 25 May 2011

Available online 6 July 2011

#### ABSTRACT

Farming in Serbia is traditionally rainfed. Analyses show that drought frequent in this region, although there is no specific pattern. There is an assessment of the impact of drought on strategic field crops, to solve required or not. For this reason, and based on available field data, the F

- Parámetros ajustados**
- Initial canopy cover (CCo)
  - Canopy expansion (CGC)
  - Maximum effective rooting depth
  - Crop coefficient (kcb)



## Ensayo de riego para la calibración



- Ubicación: AIMCRA – Sede central (Valladolid)
- Campaña 2012 (Fecha de siembra: 21 febrero)
- Variedad: Amalia (KWS)
- Suelo: Franco-arcilloso-limoso

### Tratamientos de riego

T1: 100% ET<sub>c</sub>

T2: 70% ET<sub>c</sub>

T3: 55% ET<sub>c</sub>

T4: 35% ET<sub>c</sub>

T5: 0% ET<sub>c</sub>

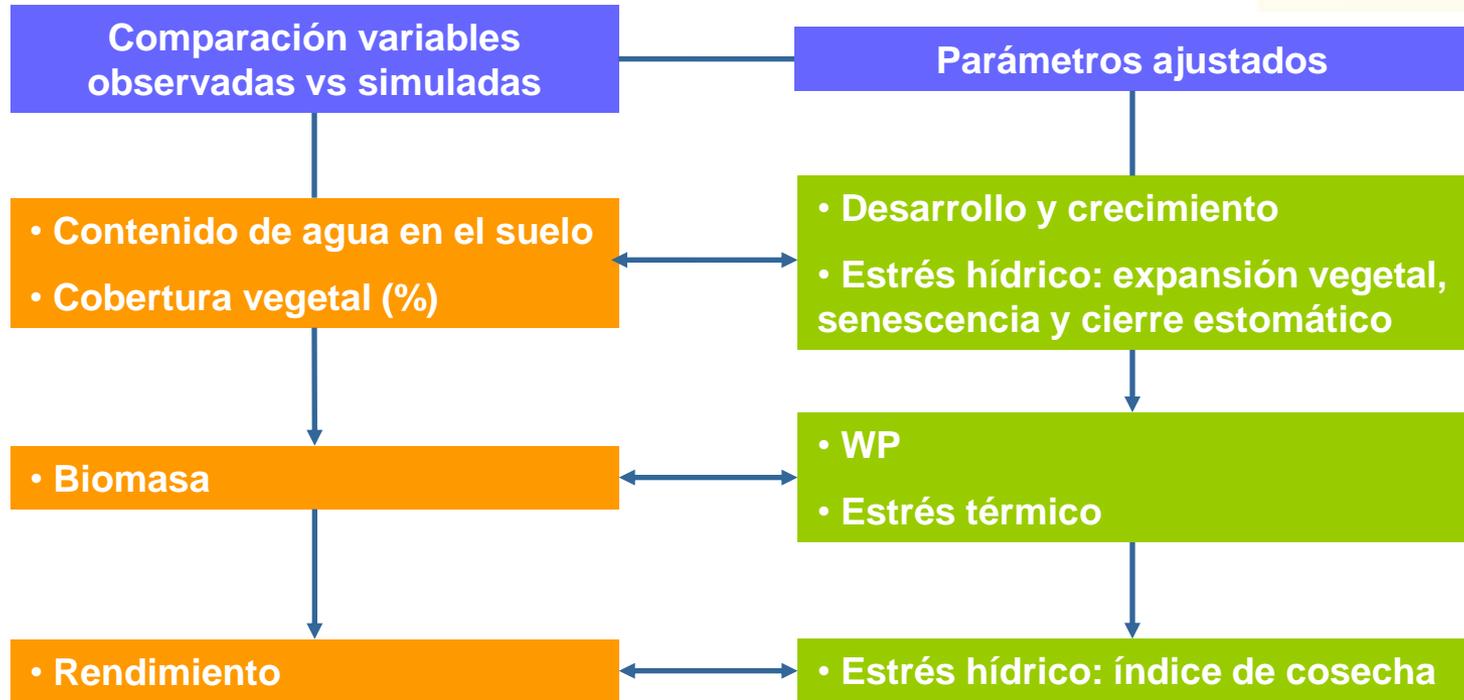
### MEDIDAS

- Contenido de agua en el suelo (gravimétricamente)
- Cubierta vegetal (fotografías cenitales - 'Green Crop Tracker')
- Longitud de la raíz
- Biomasa
- Rendimiento final.



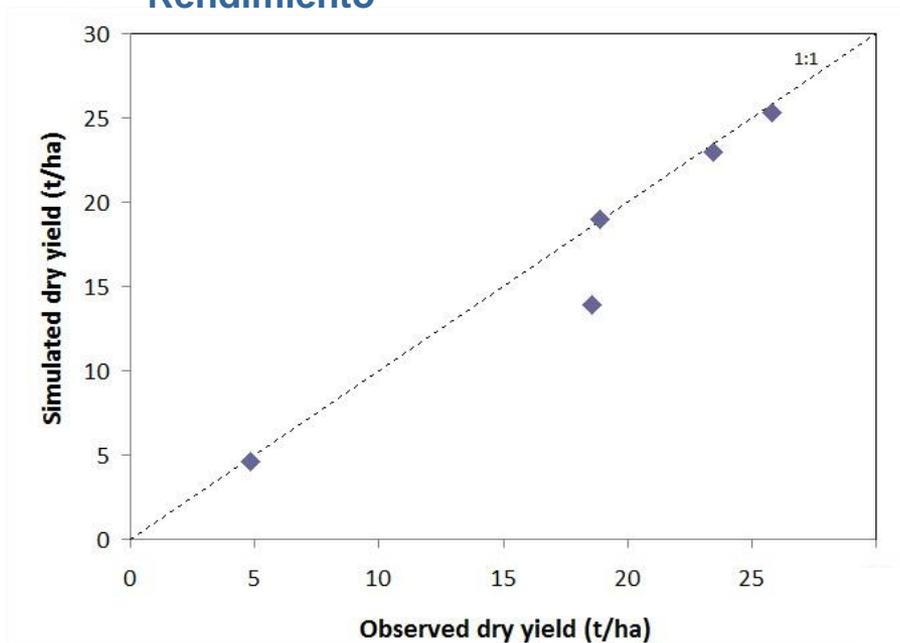


## Proceso de calibración

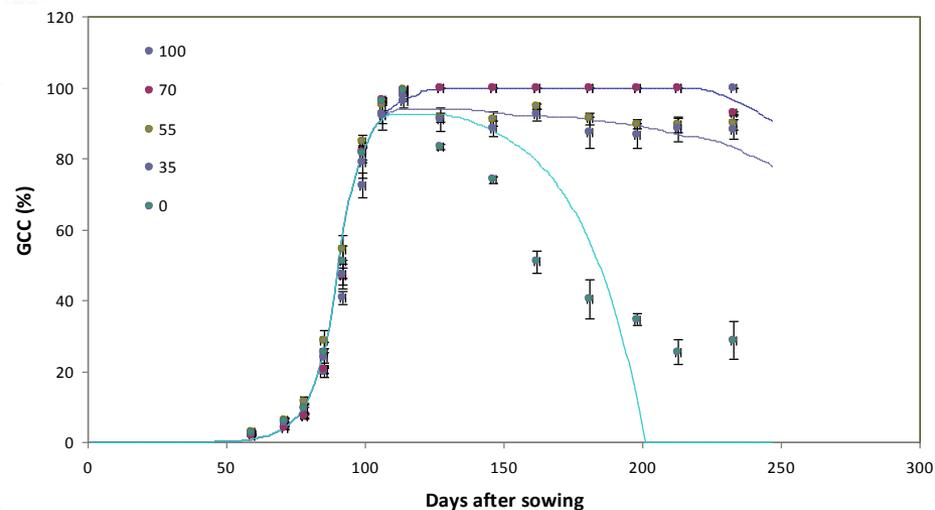


## Resultados de la calibración

### Rendimiento



### Cobertura vegetal



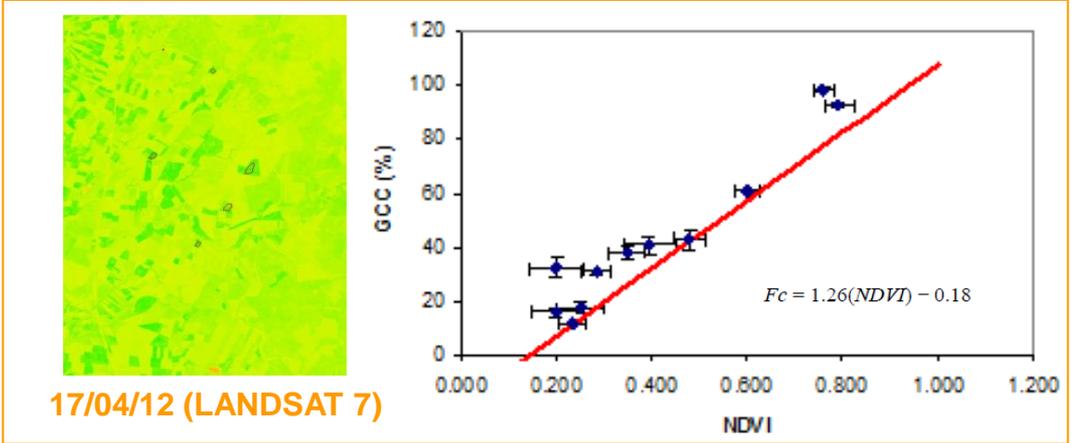
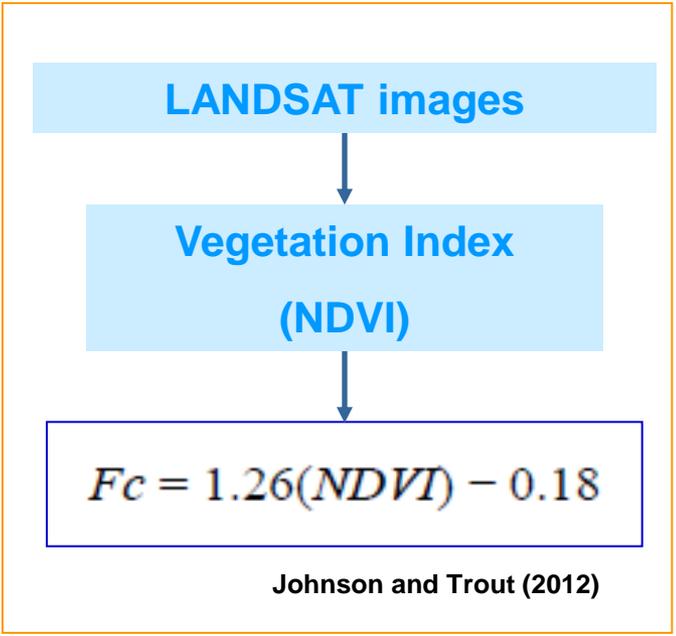
## Validación de los parámetros ajustados

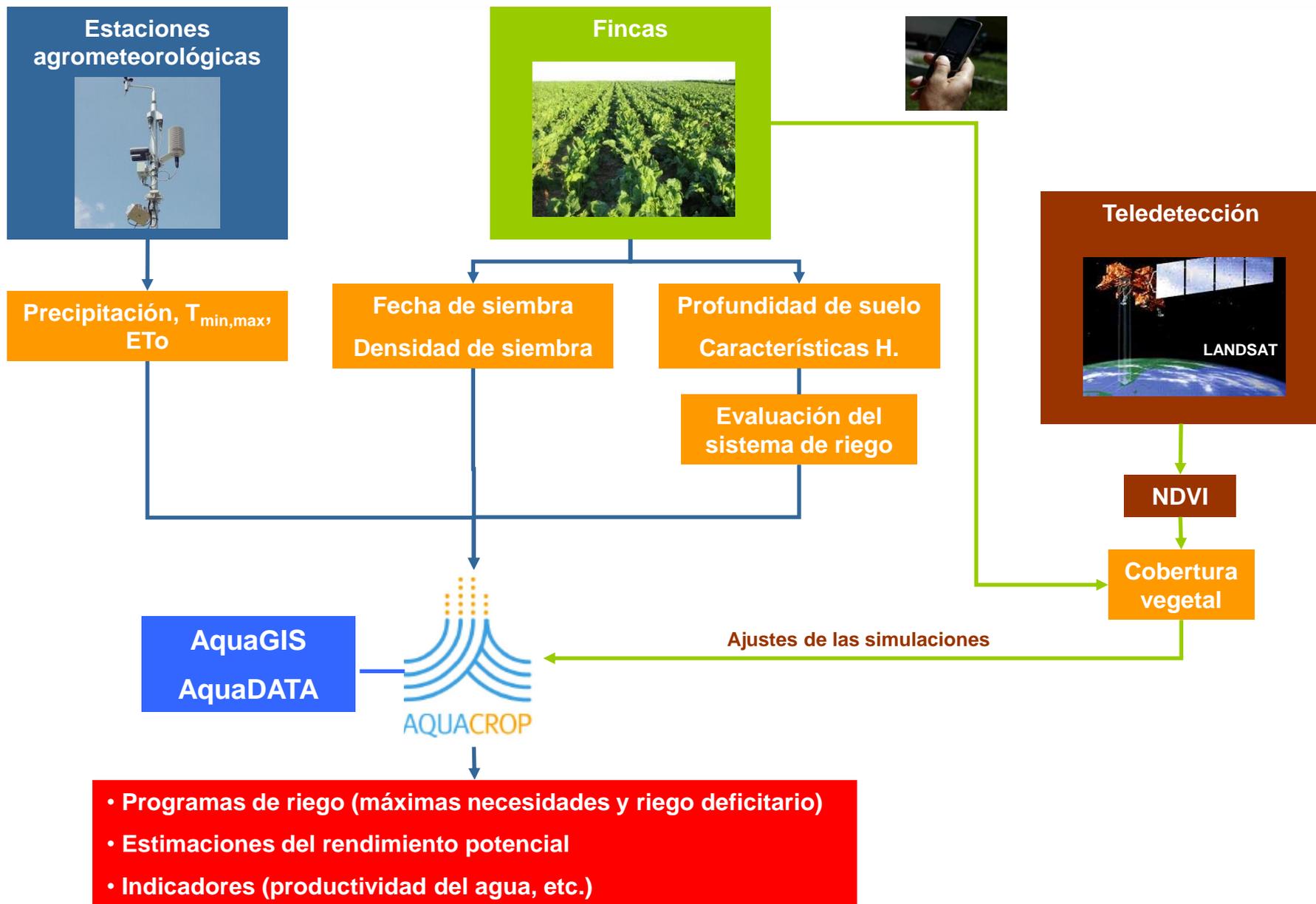
- Base de datos: AIMCRA
- Campaña 2010 y 2011
- Aprox. 1500 fincas



Comparación variables observadas vs simuladas

- Rendimiento
- Cobertura vegetal (%)







**Una herramienta para la optimización del riego  
en la remolacha**





# AquaCrop (FAO) para el cultivo de la remolacha

