



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Instituto de Ingeniería del  
Agua y Medio Ambiente

# *Interacciones bosque-agua en la región Mediterránea: comparación de modelos a diferentes escalas*

**G.Ruiz-Pérez<sup>1</sup>, M. González-Sanchis<sup>2</sup>, A. del Campo<sup>2</sup> y  
F. Francés<sup>1</sup>**

*(1): Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València. Spain.*

*(2): Grupo de investigación en Ciencia y Tecnología Forestal (Re-Forest). Universitat Politècnica de València, Spain*

**III Reunión Grupo de Trabajo de Hidrología Forestal**



- ❑ **La vegetación tiene un papel clave** en el balance hidrológico, especialmente en la zona mediterránea (Laio et al., 2001)
- ❑ La vegetación controla el ciclo hidrológico (Rodríguez-Iturbe et al., 2001):
  - Intercepción
  - Infiltración
  - Evapotranspiración
  - Escorrentía directa
  - Consecuentemente, recarga profunda

En algunas regiones mediterráneas, la evapotranspiración puede llegar a ser más del 90% del volumen precipitado → un conocimiento adecuado de este proceso es vital (Andersen, 2008)

- ❑ Tradicionalmente, muy pocos modelos hidrológicos han incorporado **la vegetación** como una variable de estado
- ❑ En las últimas décadas, el número de modelos hidrológicos que tienen en cuenta el comportamiento de la vegetación han aumentado sustancialmente.

## MODELOS COMPLEJOS

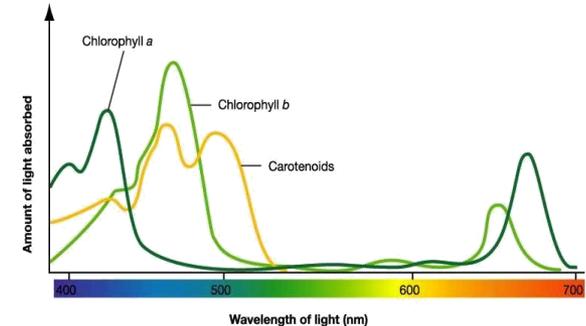
- Descripción detallada de los procesos
- Sensación de realismo
- Gran número de parámetros
- Gran requerimiento de información

## MODELOS SENCILLOS

- Procesos esquematizados
- Bajo número de parámetros
- Bajo requerimiento de información

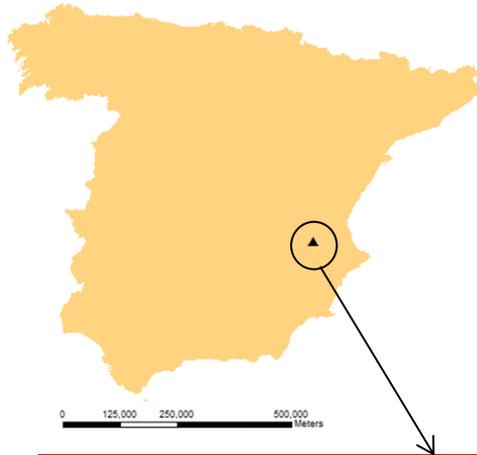
 **Información de satélite**

- ❑ Las ventajas de la **información de satélite** son bien conocidas:
  - Cobertura espacial
  - Permite obtener información de lugares inaccesibles
  - Es una alternativa a las costosas campañas de campo
  - En la actualidad, algunas series temporales son relativamente largas
- ❑ El uso de datos de teledetección permite mejorar la predicción de los modelos (Zhang et al., 2011)
- ❑ La mayoría de estudios → datos de satélite combinados con datos de campo



- ❑ ¿Es un modelo parsimonioso y sencillo capaz de reproducir la dinámica de la vegetación en un ambiente semi-árido?
- ❑ ¿Es un modelo parsimonioso y sencillo capaz de reproducir adecuadamente el ciclo hidrológico?
- ❑ ¿En qué escala puede ser utilizado este modelo?
- ❑ ¿La información de satélite puede ser empleada como alternativa cuando no se dispongan de datos de campo?

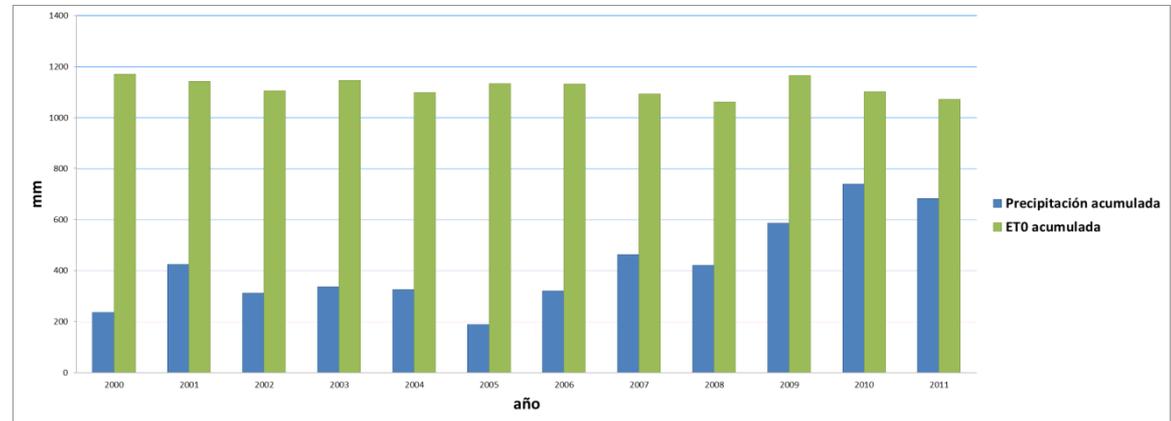
- ❑ Descripción del caso de estudio:
  - **Zona de estudio:** Cuenca experimental de pino carrasco en el bosque La Hunde (Ayora, Valencia)
  - Descripción del **modelo de vegetación parsimonioso** propuesto (LUE-Model)
  - Selección de un **modelo complejo de vegetación** con resultados exitosos en la zona de estudio (Biome-BGC)
- ❑ Implementación de ambos modelos:
  - Modelo LUE: sólo con NDVI de **satélite**
  - Modelo Biome-BGC: con información de **campo**
- ❑ Análisis de **resultados y conclusiones**



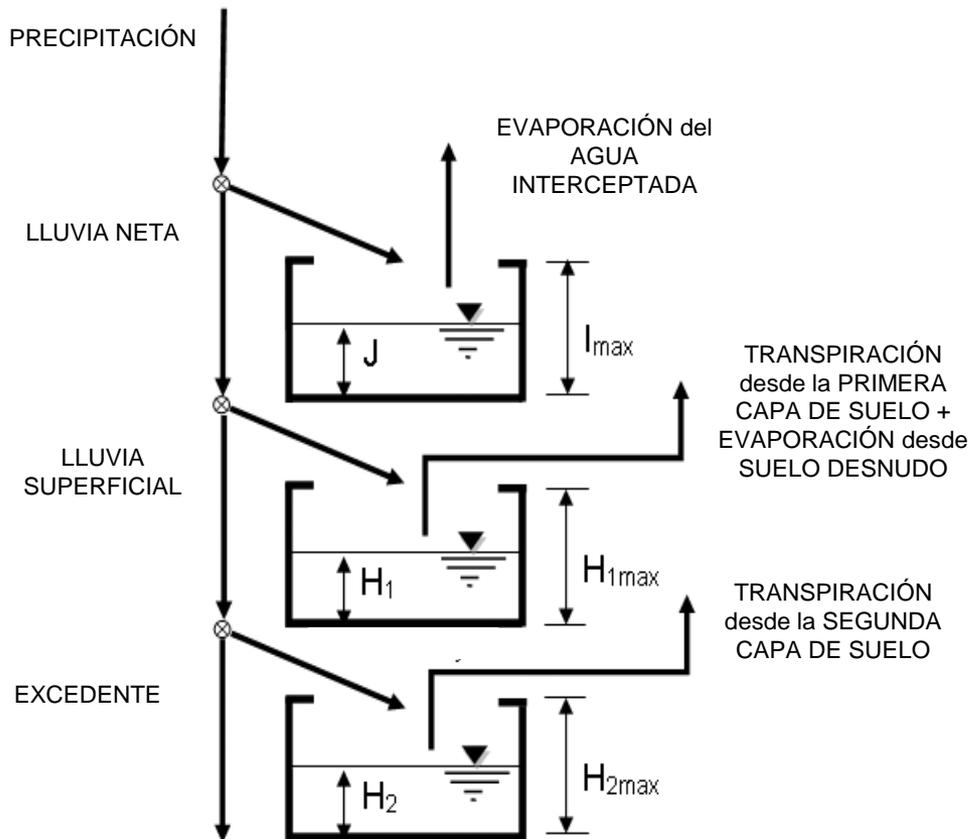
- Clima mediterráneo semi-árido:
  - Controlado por la disp. de agua
  - Estacionalidad
- Pino carrasco

Localización de la parcela experimental

Media anual  
**precipitación** →  
419mm  
Media anual **ET<sub>0</sub>** →  
1,118mm



## Sub-modelo hidrológico



## Por balance

Primera capa de suelo

$$\frac{dH_1}{dt} = (P - I) - D - E - T_1$$

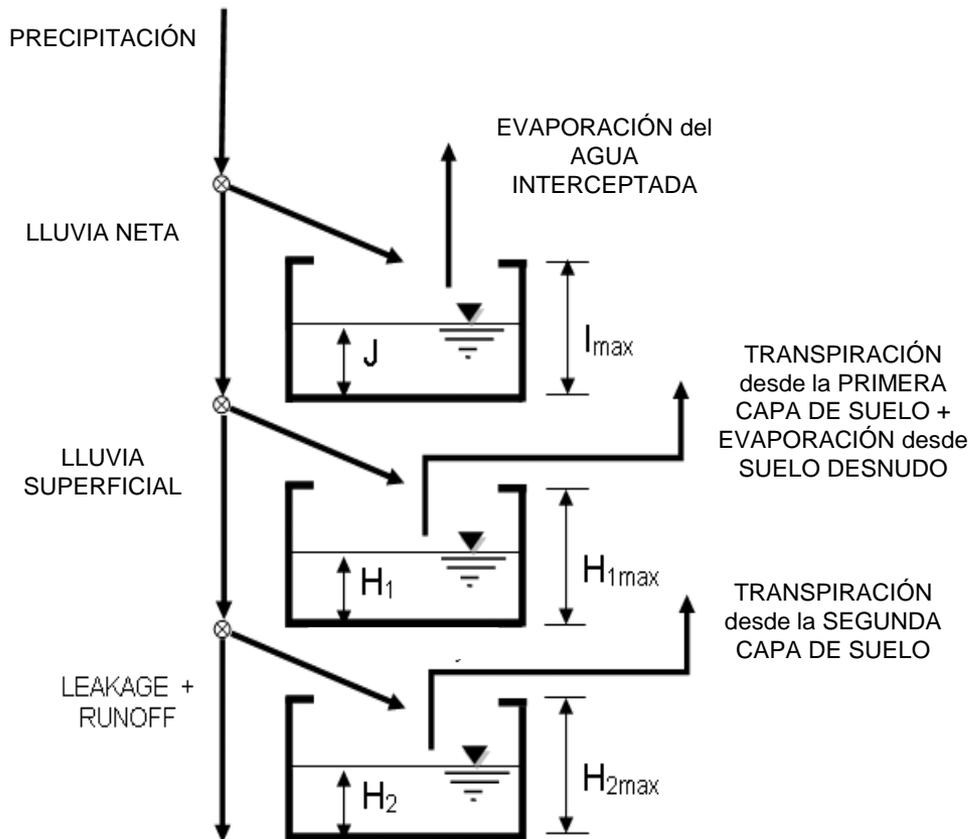
Segunda capa de suelo

$$\frac{dH_2}{dt} = D - L - T_2$$

Intercepción

$$\frac{dJ}{dt} = I - \min(ET_o \cdot f_t, J)$$

## Sub-modelo hidrológico



## Transpiración

$$\left[ T = ET_o \cdot \lambda_v \cdot \lambda_s \right]$$

FAO:

$$T_1 = ET_o \cdot f_t \cdot \min(LAI, 1) \cdot \beta_t(H_1) \cdot r_1$$

$$T_2 = ET_o \cdot f_t \cdot \min(LAI, 1) \cdot \beta_t(H_2) \cdot (1 - r_1)$$

## Evaporación desde suelo desnudo

$$E = ET_o \cdot f_b \cdot \beta_b(H_1)$$

## Sub-modelo de vegetación dinámica

$$\frac{dB_l}{dt} = (LUE \cdot \varepsilon \cdot APAR - Re) \cdot \varphi_l - \kappa_l \cdot B_l$$

$$\varphi = 1 - \frac{LAI}{LAI_{max}}$$

BIOMASA FOLIAL

$B_l$  [kg m<sup>-2</sup> veg cover]

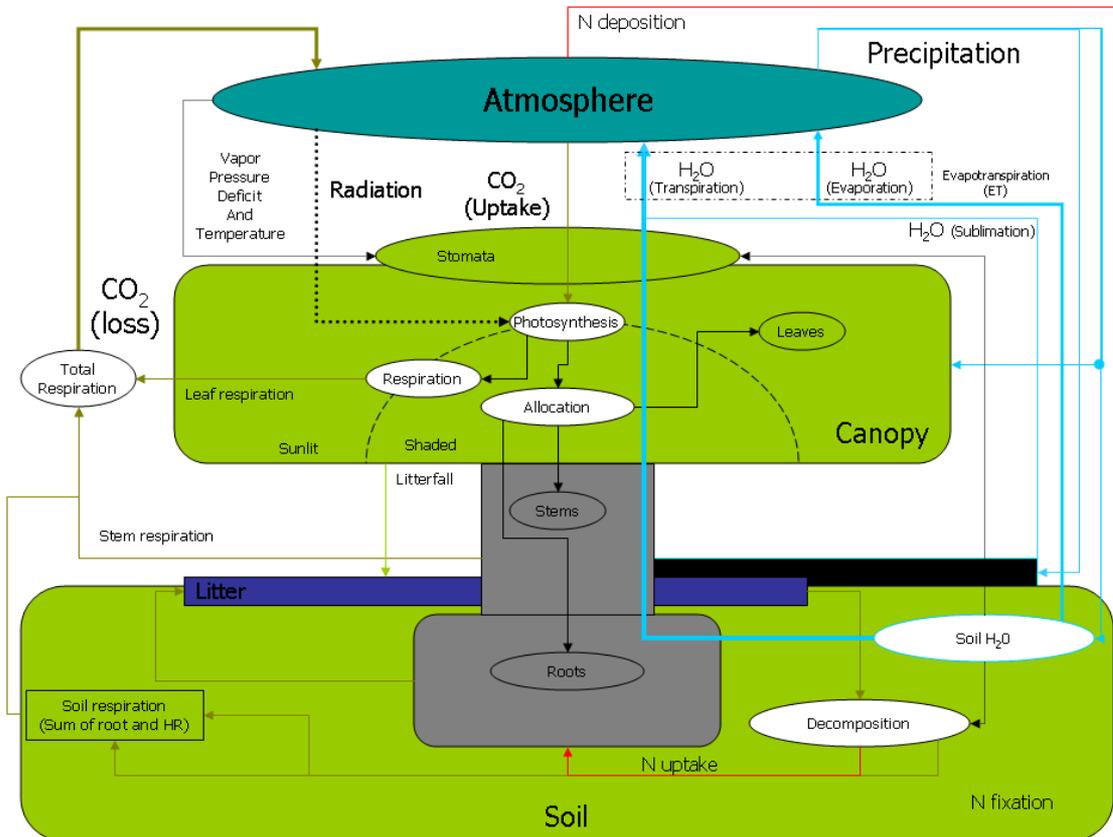
LIGHT USE EFFICIENCY

$LUE$  [kg m<sup>-2</sup> MJ<sup>-1</sup>]

$\varepsilon$  depende de:

- Estrés hídrico => conexión con el modelo hidrológico
- Temperatura

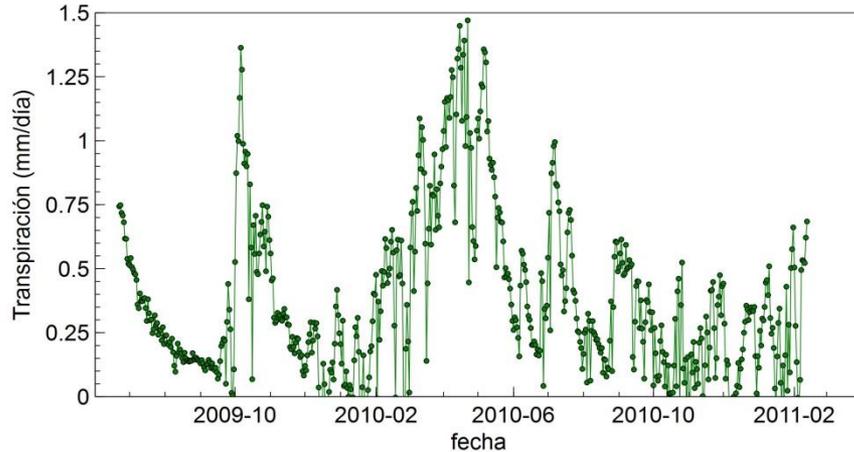
$$LAI = B \cdot SLA \cdot f_t$$



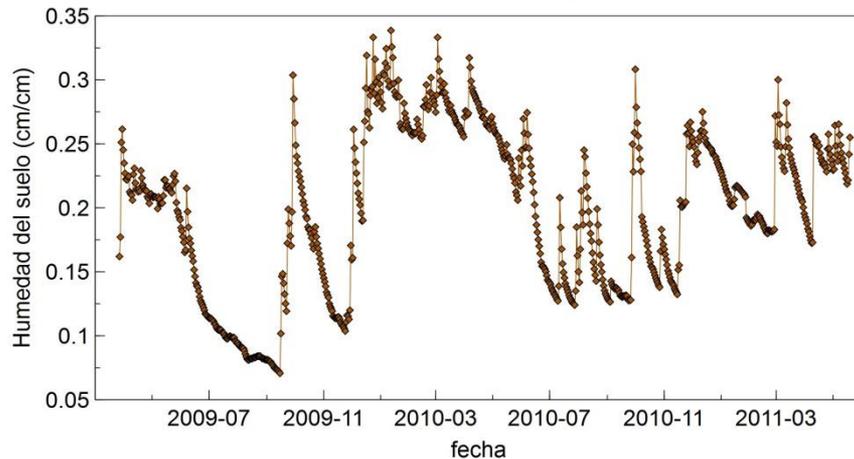
## BIOME-BGC

- Modelo complejo físicamente basado
- Fuente: Numerical Terradynamic Simulation Group. Montana University.

TRANSPIRACIÓN



HUMEDAD DEL SUELO



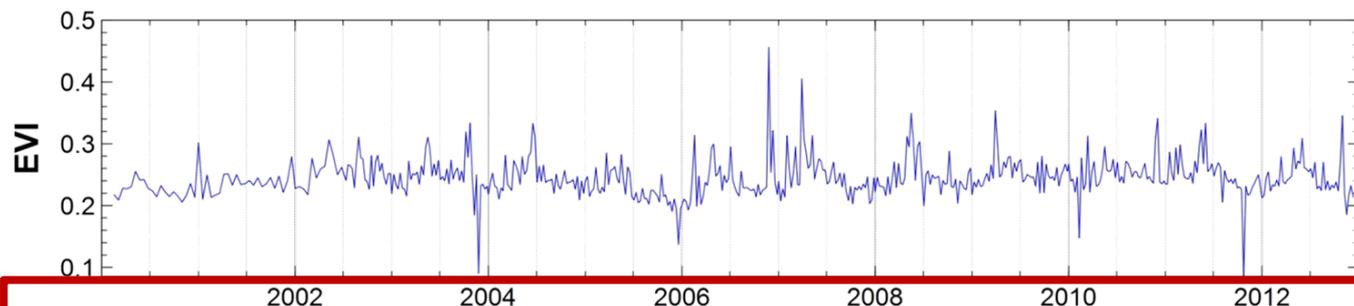
## TRANSPIRACIÓN

- Sensores de flujo de savia → Heat-Ratio Method
- Tres clases diamétricas teóricas

## HUMEDAD DEL SUELO

- Sensores de humedad del suelo
- 30cm profundidad
- 9 sensores: 6 bajo influencia directa del árbol y 3 sin

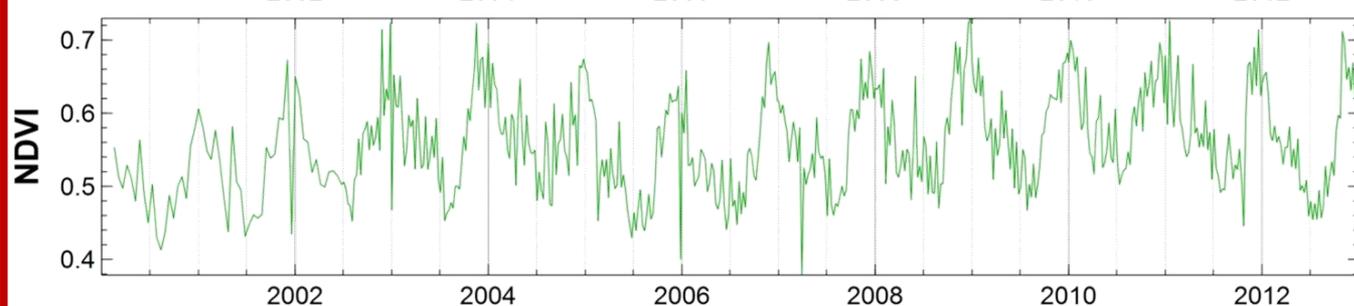
## DATOS MODIS PROCESADOS POR NASA:



**EVI**

250m; 16días

**¡Sin sentido!**



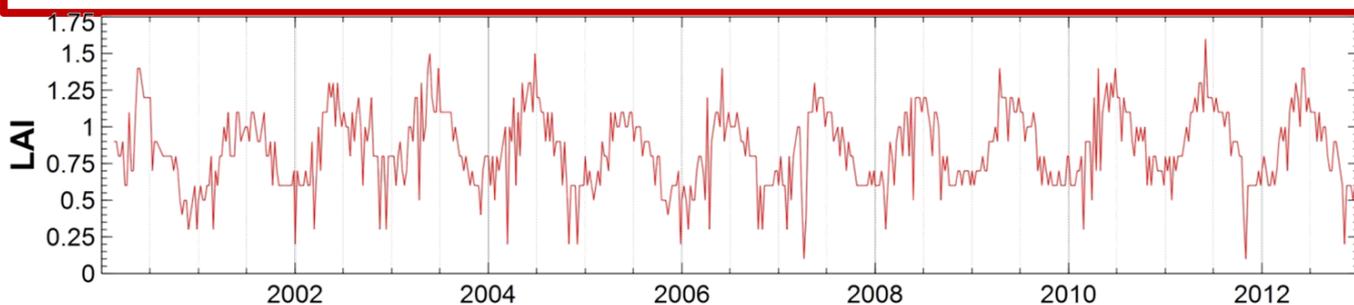
**NDVI**

250m; 16días

max<sub>1</sub>: Nov/Diciembre

max<sub>2</sub>: Abril/Mayo

min: Julio/Agosto



**LAI**

1km; 16días

max: Marzo/Mayo

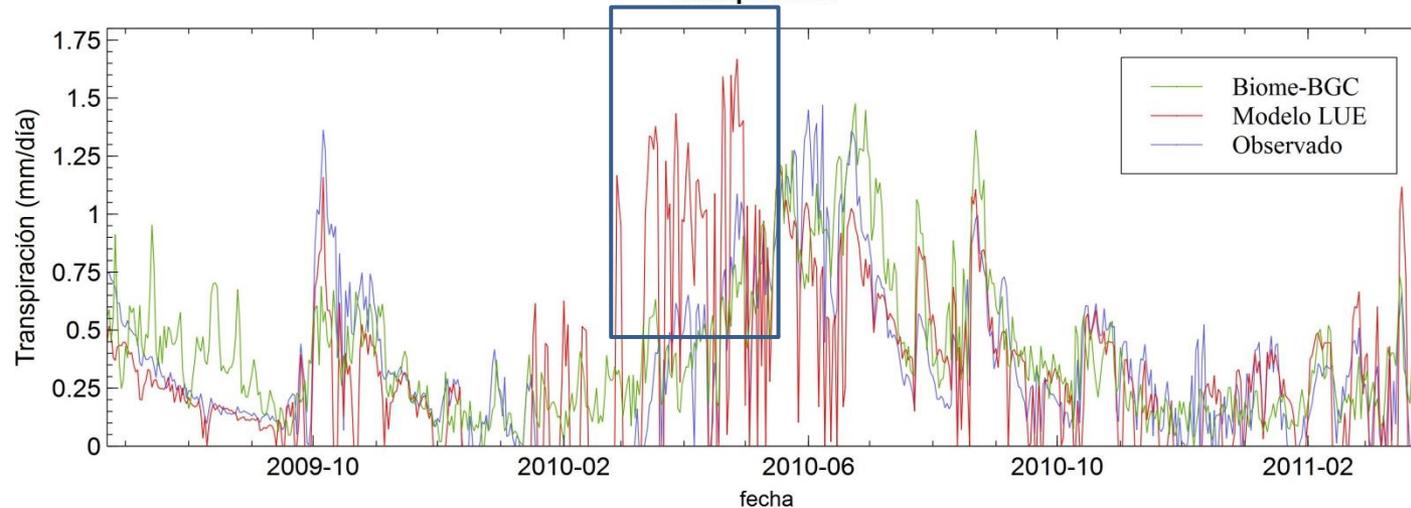
min: Nov/Enero

**¡No coherente**

**con campo!**

# Implementación de los modelos

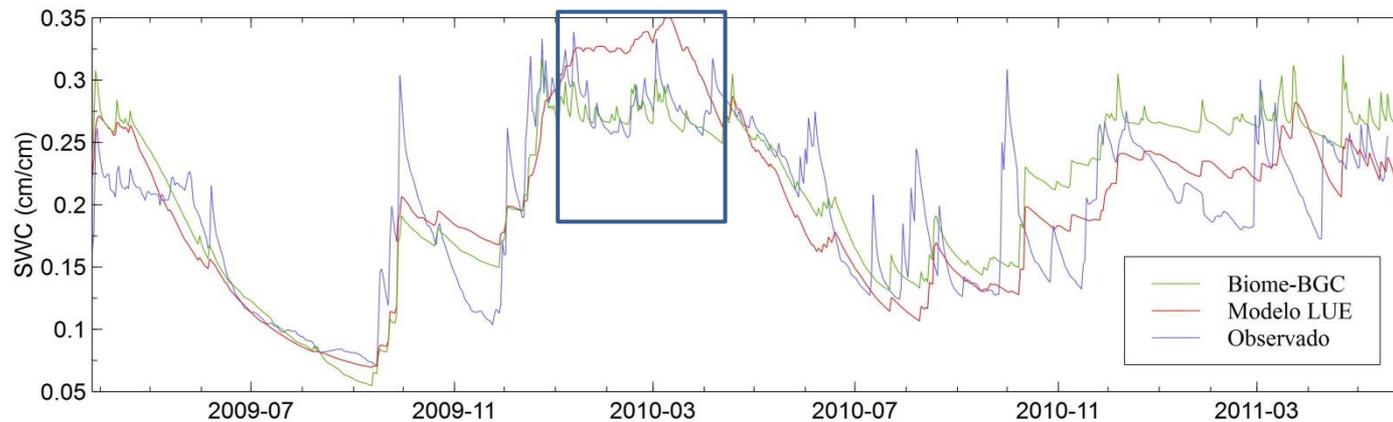
Transpiración



**MODELO LUE**  
RMSE= 0.360 E=0.34

**MODELO BIOME-BGC**  
RMSE= 0.282 E=0.64

Humedad del suelo

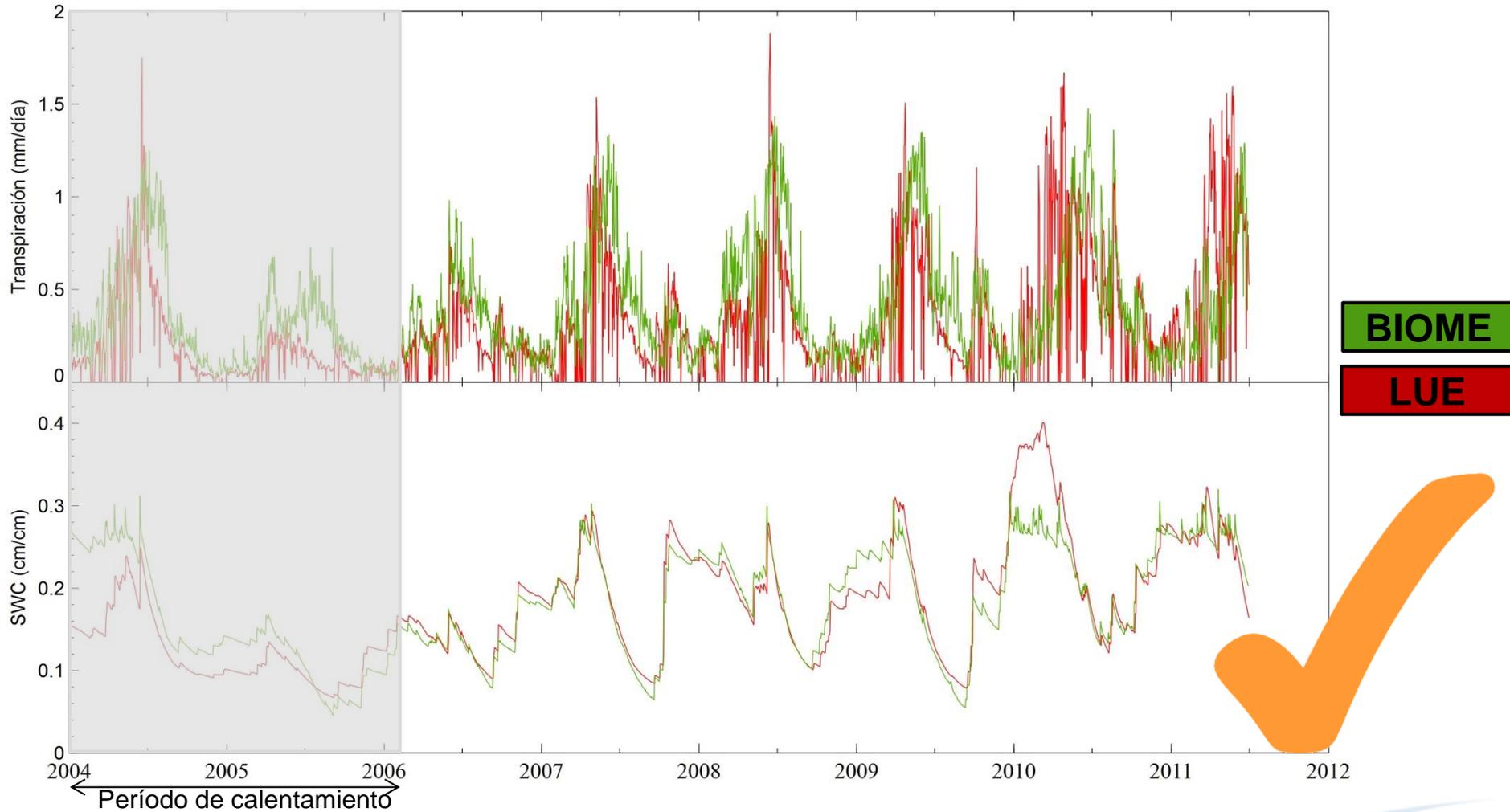


**MODELO LUE**  
RMSE= 0.06 E=0.42

**MODELO BIOME-BGC**  
RMSE= 0.05 E=0.517

**CAMPO BIOME LUE**

# Comparación entre modelos



# Comparación entre modelos

**MODELO LUE**  
Aplicado a escala de  
celda

Flujos	Año seco (2005)		Año húmedo (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	165.18	87.86	431.87	58.44
Excedente	16.34	8.69	326.93	44.24
Azul/Verde	<b>0.098</b>		<b>0.757</b>	

**BIOME-BGC**  
Aplicado a escala árbol

Flujos	Año seco (2005)		Año húmedo (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	208.46	110.883	543.87	73.59
Excedente	0	0	202.67	27.42
Azul/Verde	<b>0</b>		<b>0.373</b>	

# Comparación entre modelos

**MODEL LUE**  
Aplicado a escala de  
celda

Flujos	Año seco (2005)		Año húmedo (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	165.18	87.86	431.87	58.44
Excedente	16.34	8.69	326.93	44.24
Azul/Verde	<b>0.098</b>		<b>0.757</b>	

**BIOME-BGC**  
Media de varios árboles

Flujos	Año seco (2005)		Año húmedo (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	156.30	83.14	408.80	55.32
Excedente	16.34	8.69	330.10	44.67
Azul/Verde	<b>0.104</b>		<b>0.807</b>	

□ ¿Es un modelo de vegetación dinámica realmente necesario?

VEG. DINÁMICA

Flows	Dry year (2005)		Wet year (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	165.18	<b>91.0</b>	431.87	<b>56.9</b>
Excedence	16.34	9.0	326.93	43.1
Blue/Green	<b>0.098</b>		<b>0.757</b>	

VEG. ESTÁTICA

Flows	Dry year (2005)		Wet year (2010)	
	mm	%	mm	%
Ppt	188		739	
ET (EI+T+Es)	147.00	<b>81.4</b>	385.37	<b>50.9</b>
Excedence	33.47	18.6	370.99	49.1
Blue/Green	<b>0.227</b>		<b>0.963</b>	

- ❑ Estimaciones fiables de la evapotranspiración así como de la precipitación son vitales para tener una adecuada estimación de los recursos disponibles y la toma de decisiones más adecuadas
- ❑ Un modelo parsimonioso es capaz de reproducir adecuadamente la dinámica de la vegetación y también reproduce bien las variaciones en la humedad del suelo
- ❑ El modelo parsimonioso LUE no debe ser utilizado a escala de árbol (está pensado para escalas mayores) tal y como ha mostrado la comparación con el Biome-BGC



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Instituto de Ingeniería del  
Agua y Medio Ambiente

# Gracias por vuestra atención

**Guiomar Ruiz Pérez (guruipr@cam.upv.es)**

Grupo de Investigación de Modelación Hidrológica y Media Ambiente

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

<http://lluvia.dihma.upv.es>

Universitat Politècnica de València

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del proyecto INTEGRA (ref. CGL 2011-28776-C02). Los datos meteorológicos empleados fueron suministrados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Los datos de satélite fueron suministrados a través de *USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) center* ([https://lpdaac.usgs.gov/data\\_access](https://lpdaac.usgs.gov/data_access)).