

Efecto hidrológico de la densificación forestal en cuencas efímeras

María GONZÁLEZ-SANCHIS¹, Carlos ECHEVERRÍA², Antonio DEL CAMPO¹, Juan Manuel GARCÍA-SORO¹, Antonio J. MOLINA¹, Javier PÉREZ-ROMERO², Félix FRANCÉS², Manuel PULIDO-VELÁZQUEZ², Alberto GARCÍA-PRATS¹

1 Re-Forest, Instituto de Investigación en Agua y Medio Ambiente (IIAMA), Universidad Politécnica de Valencia, camino de vera s/n, 46022, Valencia, España.

2 Instituto de Investigación en Agua y Medio Ambiente (IIAMA), Universidad Politécnica de Valencia, camino de vera s/n, 46022, Valencia, España.

macgonso@gmail.com

aj.molina@upv.es



SOLSONA, 6-8 Noviembre, 2019

MODELIZACIÓN FORESTAL EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN

Forests and water

- In **semiarid climate** water is usually the most limiting factor for plant productivity
- Plant and ecosystem distribution and functioning tend to optimize the use of the scarcest resource leading to low blue-water flow
- Semiarid → water-stressed

GREEN WATER >>> BLUE WATER

P: 305 mm
ET: > 90%
RO: < 5 %
GW: rest

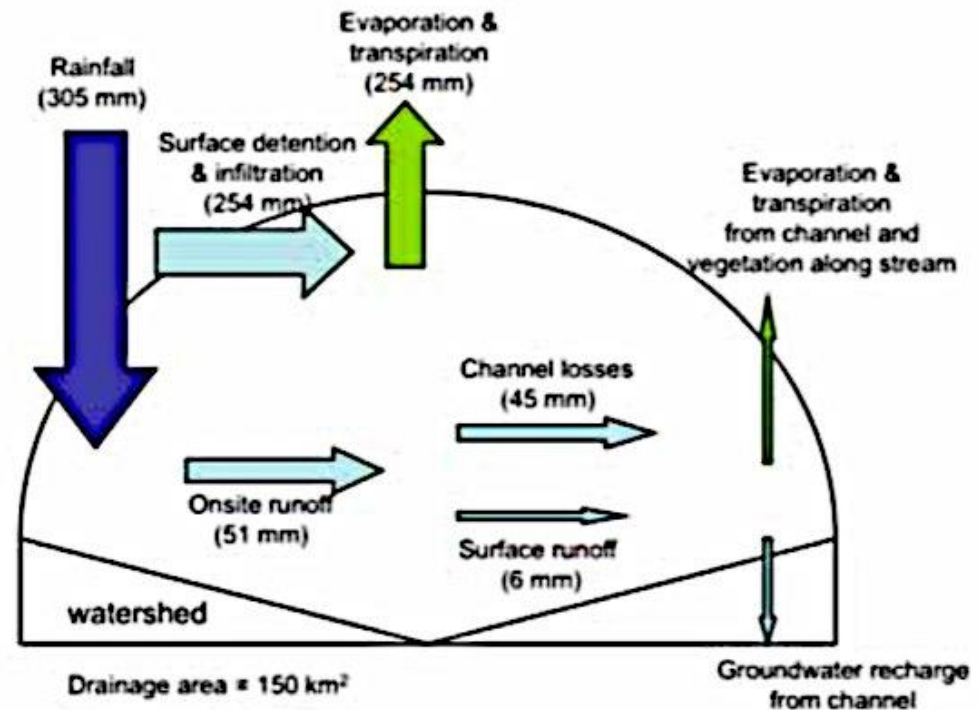
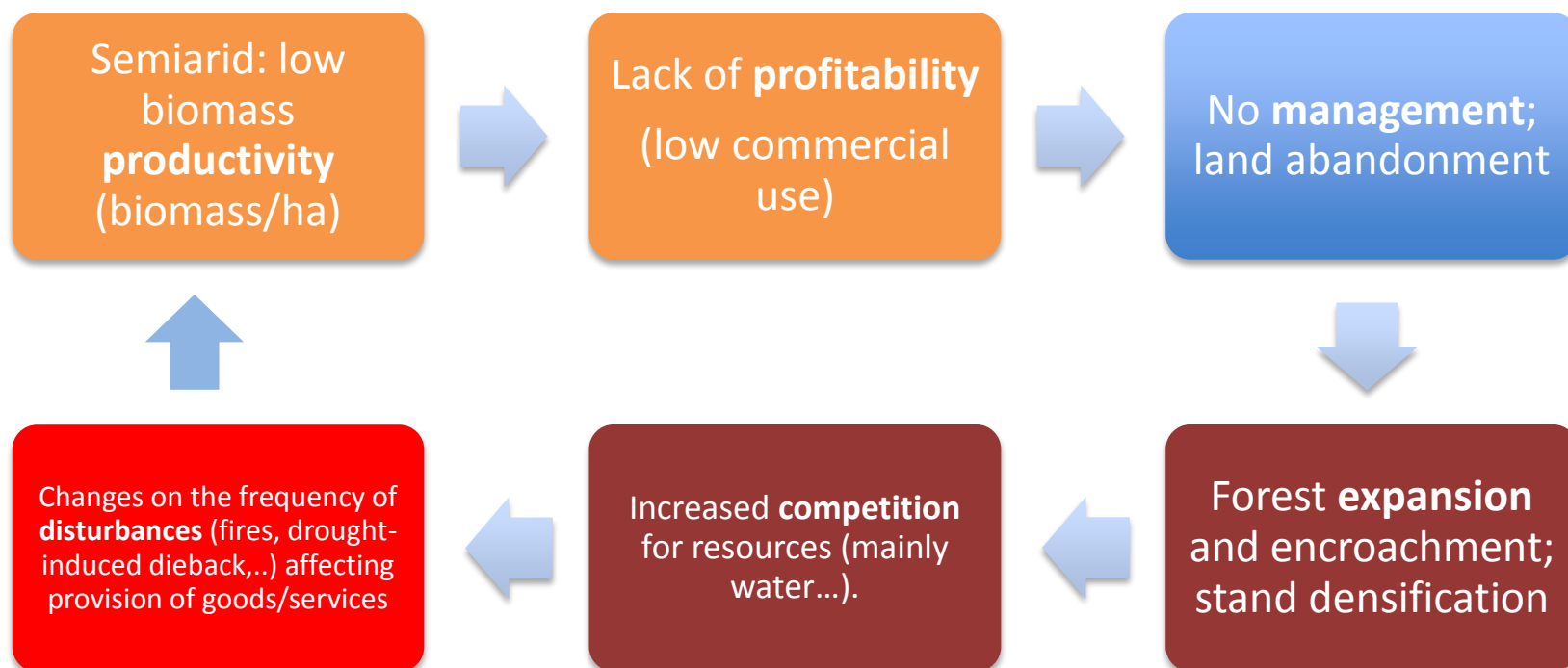


Figure 6. Water balance illustrating the water accounting within the Walnut Gulch Experimental Watershed, an ephemeral tributary watershed within the large San Pedro River Watershed, Arizona. Source: Renard et al. 1993.

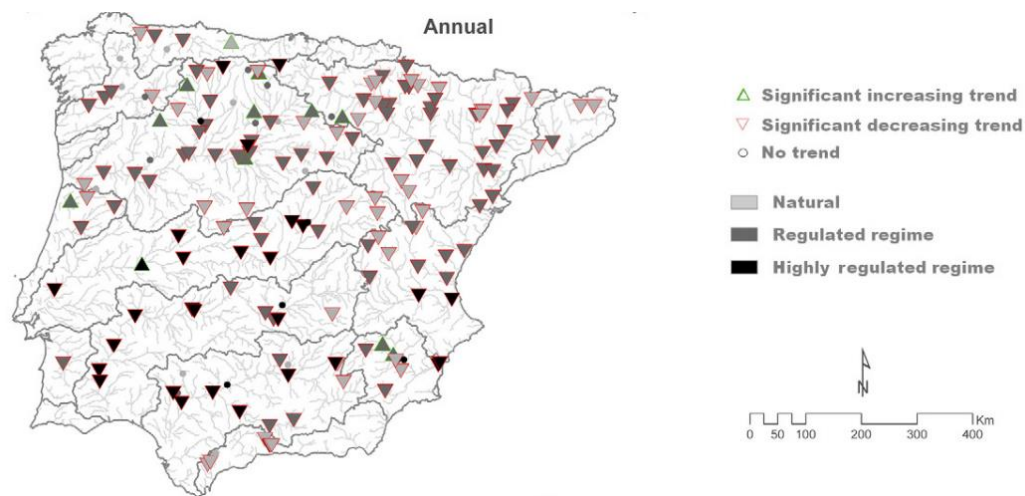


The vicious circle



Forests and water

- ⊙ Reducción de la precipitación sobretodo la caída en invierno
- ⊙ Cambios en NAO (North Atlantic Oscillation)
- ⊙ Cambios usos del suelo:
 - ⊙ Incremento de la superficie regada
 - ⊙ Expansión forestal



Lorenzo-Lacruz et al. (2012): Recent trends in Iberian streamflows (1945-2005)

It makes sense to “explore” how **diminishing** ET could improve blue/green ratio

Keeping always in mind that **evaporation will be high** because of climate

→ In fact, we might look at it as a “**forest product**” such as wood, fiber,...



Selvicultura con base hidrológica

A) Plantaciones forestales maduras
(> 50 años, conservación suelo)



B) Regeneración post-incendio



C) Monte bajo de encina



Selvicultura con base hidrológica

Precipitation and Throughfall



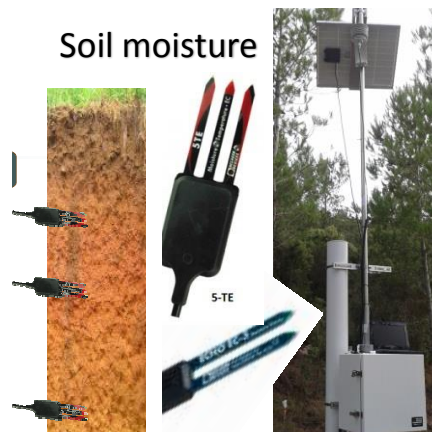
Gutters and tipping-bucket

Stemflow



Stem collar and tipping-bucket

Soil moisture



FDR probes (capacitive)
Cosmic Ray probe

Groundwater recharge



Piezometer and
water level sensor

Transpiration



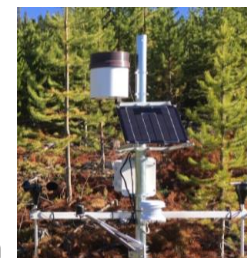
Sap flow technique

Run-off



Trenches and water
counters

Meteo



Met. station



Selvicultura con base hidrológica

Water year	Gr(mm)	Demand (hm ³)	Contribution/Demand		Net increasing	
			Unmanaged	Managed	(m ³)	(mm)
2007-2008	345	2.3	1.3	1.4	8416.7	0.71
2008-2009	443	2.4	1.5	1.5	8863.0	0.74
2009-2010	352	2.4	1.1	1.1	0	0
2010-2011	314	2.5	0.7	0.7	0	0
2011-2012	228	2.5	0.4	0.4	0	0
2012-2013	460	2.5	1.8	1.8	4375.9	0.37
2013-2014	167	2.5	0.2	0.2	0	0
2014-2015	348	2.6	1.0	1.0	2767.9	0.23
2015-2016	232	2.6	0.5	0.5	4847.4	0.41
2016-2017	552	2.6	4.2	4.2	3390.1	0.28

El manejo forestal bajo precipitaciones ≤ 350 mm no producen incremento de agua.
Las características de la lluvia influyen enormemente en este balance.



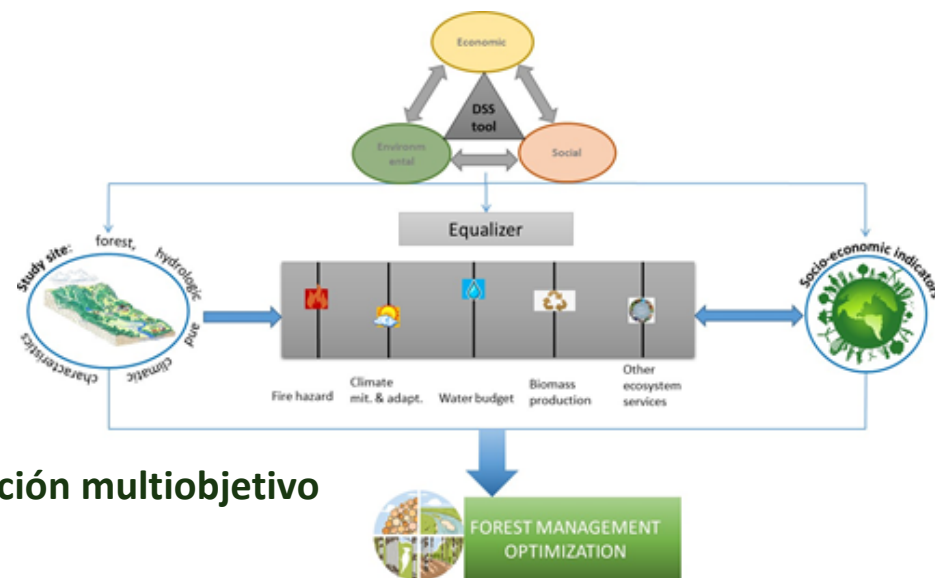
Selvicultura con base **eco-hidro-lógica**

⊙ Manejo forestal multi-objetivo:

- ⊙ Recurso hídrico
- ⊙ Resiliencia frente a cambio climático
- ⊙ Riesgo de incendio
- ⊙ Producción de biomasa

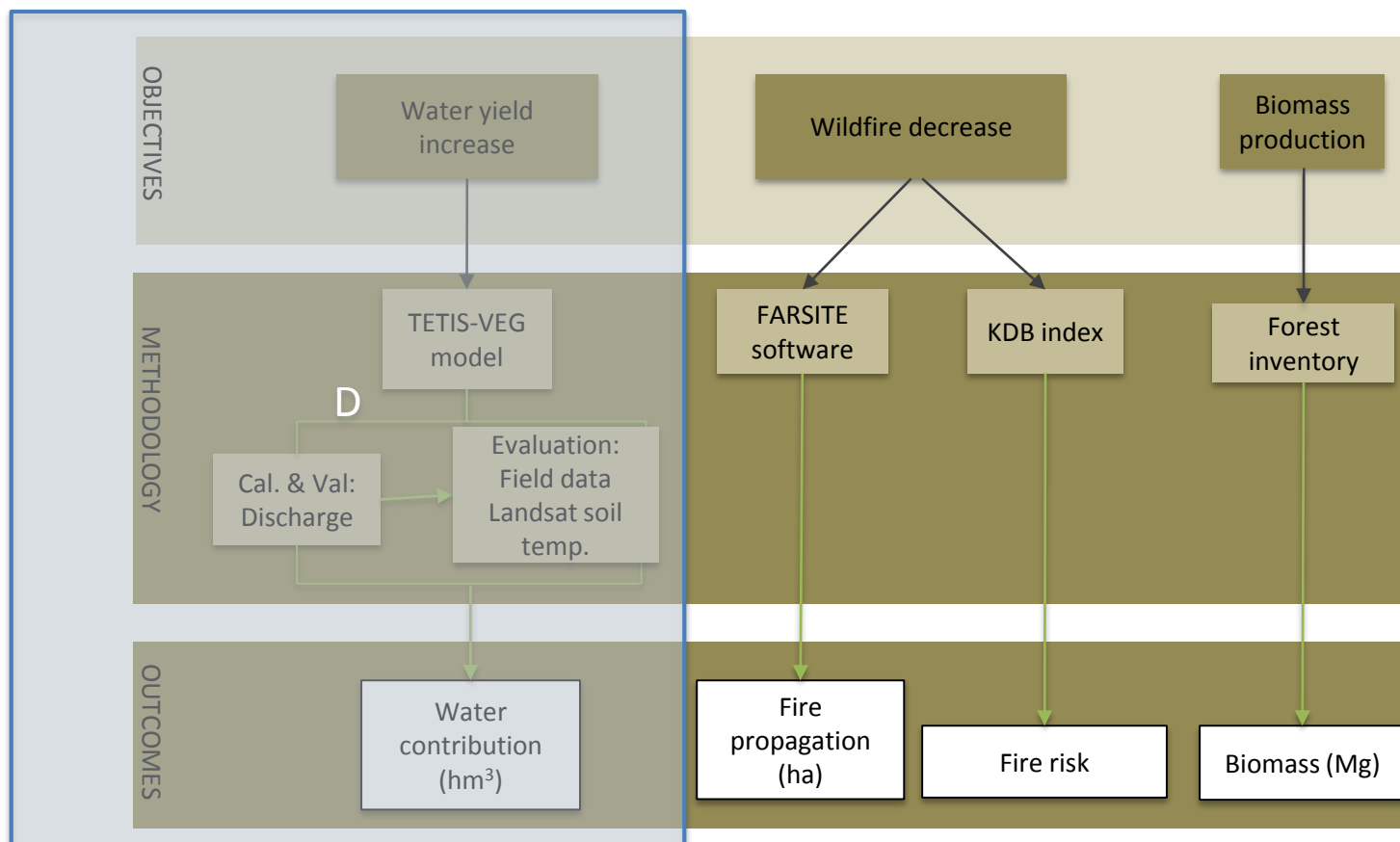
⊙ Proyecto Life Resilient Forest:

- ⊙ Modelación hidrológica
- ⊙ Escenarios climáticos futuros
- ⊙ DSS (decision supporting tool): optimización multiobjetivo

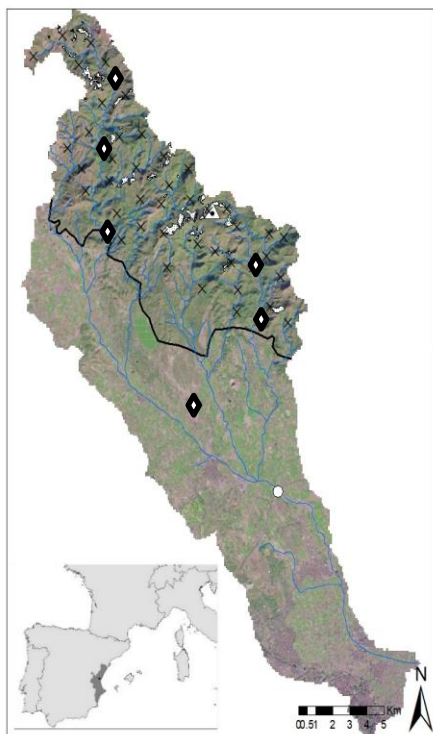


Objetivos del presente trabajo

- Estudiar la evolución de la vegetación con información satelital
- Estudiar la evolución de variables climáticas y el caudal
- Analizar el efecto de la evolución de la vegetación en el ciclo hidrológico mediante modelización



⊙ Sitio de estudio: Cuenca del “Barranc del Carraixet”



- A 20 km. de la ciudad de Valencia
- Recurso hídrico de 6/15 poblaciones
- 84942 ha, donde el 57 % corresponde a su parte alta (64 % Parque Natural de la Sierra Calderona).
- Clima: Semiárido, precipitación irregular e intensas sequías estivales (T: 17 °C and P: 350-600 mm). Últimos 10 años (344 mm).
- Suelos: escasos (10-50 cm), pH básico (7.7-8.2), elevado CO₃Ca (26-38 %). Karstificado en su mayoría.
- Vegetación: Típica Mediterránea dominada por el estrato arbustivo y masas naturales de *P. halepensis*.
 - 242 ha de regeneración post-incendio. **Densidad ≈ 5500-19200 tree/ha.**
Gran incendio en el año 1992
- Elevada frecuencia de rayos.
- 28 incendios (> 1 ha) en los últimos 25 años.
- **Parcelas experimentales**
 - **trat. versus control de regenerado post-incendio**



⊙ Información disponible

- **Redes oficiales de información**
 - Serie climática de 1 estación para toda la cuenca estudiada (1999-actual)
 - Serie de caudales en punto salida cabecera cuenca (1989-actual)
- **Procedente de satélites**
 - Series de NDVI (250 m) de MODIS (200-ACTUAL)
 - Series de LAI (500 m) de MODIS (2002-ACTUAL)
 - Series de NDVI (30 m) de LANDSAT 5 (1992-2011)
 - Series de humedad de suelo de Sentinel (SMOS Soil Moisture)



⊙ Modelación hidrológica distribuida

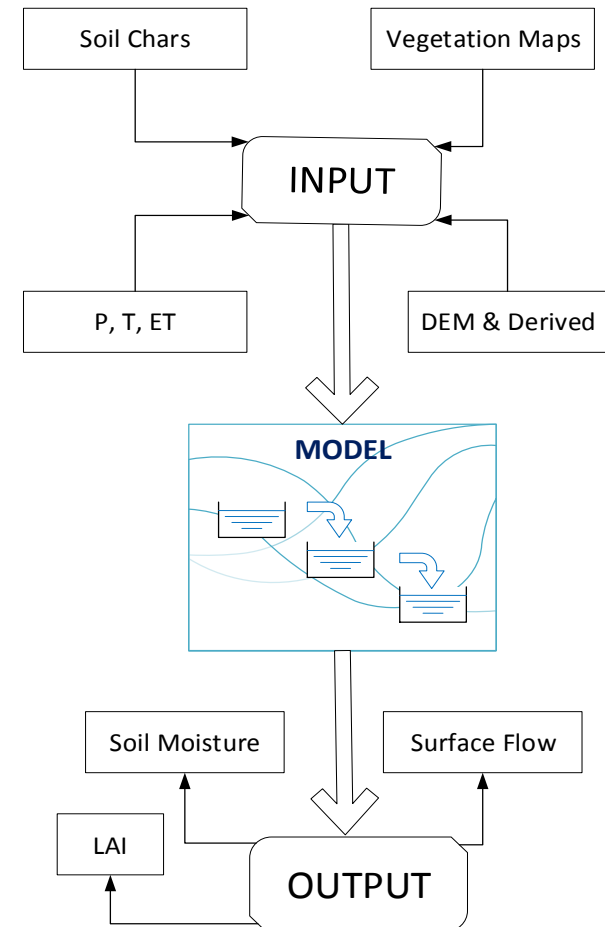
- **TETIS-VEG Model (Ruiz-Pérez et al., 2017, Hydrology and Earth System Sciences, 21(12), 6235-6251)**

- Modelo hidrológico TETIS acoplado con un modelo de vegetación dinámica
- Muy parsimonioso: 9 parámetros TETIS + 11 parámetros VEG
- Distribuido espacialmente a escala de cuenca: celdas de 100 x 100 m

- **Inputs**

- **Outputs**

- Rasters (ASCII) and/or single point/s of daily:
 - ET
 - Transpiration
 - Percolation
 - Soil water
 - Runoff
 - LAI
 - Leaf biomass
- Future:
 - Wood biomass



⊙ Modelación hidrológica distribuida

- TETIS-Veg Model (Ruiz-Pérez et al., 2017)

- Modelo hidrológico TETIS acoplado con un modelo de vegetación dinámica
- Muy parsimonioso: 9 parámetros TETIS + 11 parámetros VEG
- Distribuido espacialmente a escala de cuenca: celdas de 100 x 100 m

- Outputs

- Rasters (ASCII) and/or single point/s of daily:

- ET
 - Transpiration
 - Percolation
 - Soil water
 - Runoff
 - LAI
 - Leaf biomass

- En proceso:

- Wood biomass

Calibración con caudal

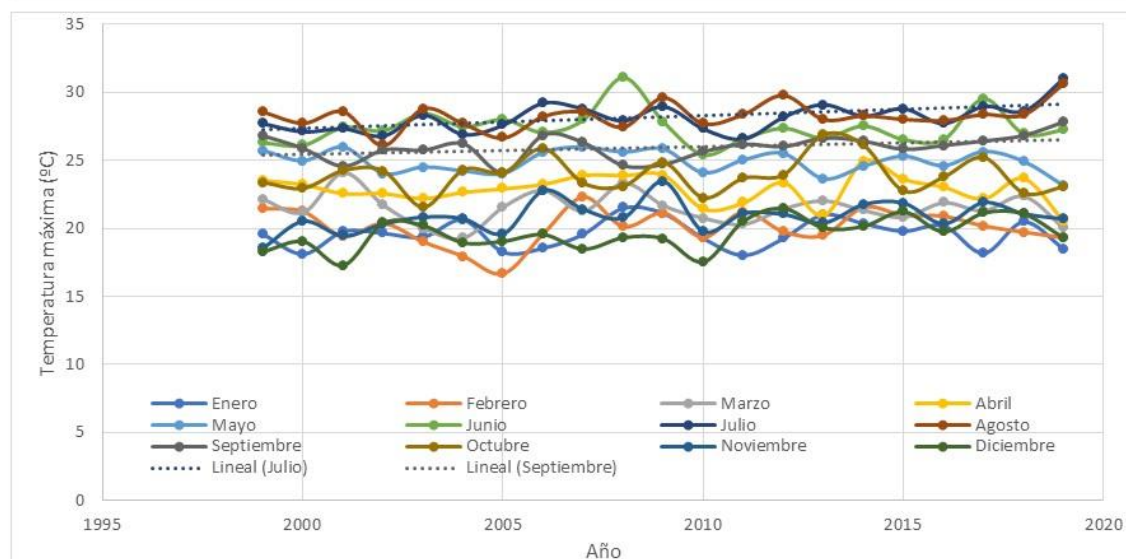
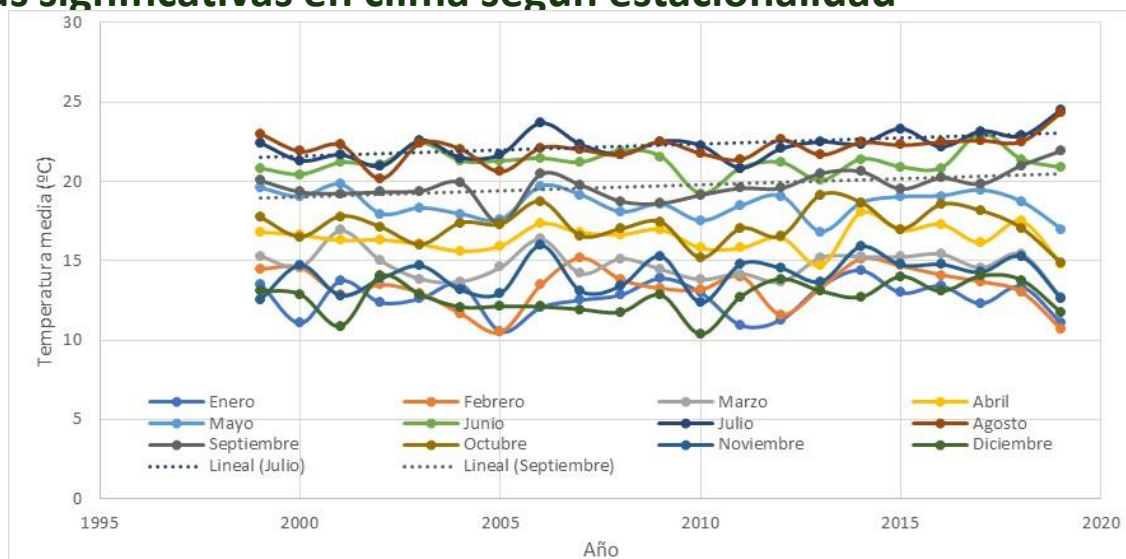
Validación cruzada con:

- Caudal
- Transpiración (medida)
- Temperatura suelo (Landsat 8)
- Humedad del suelo (medida)

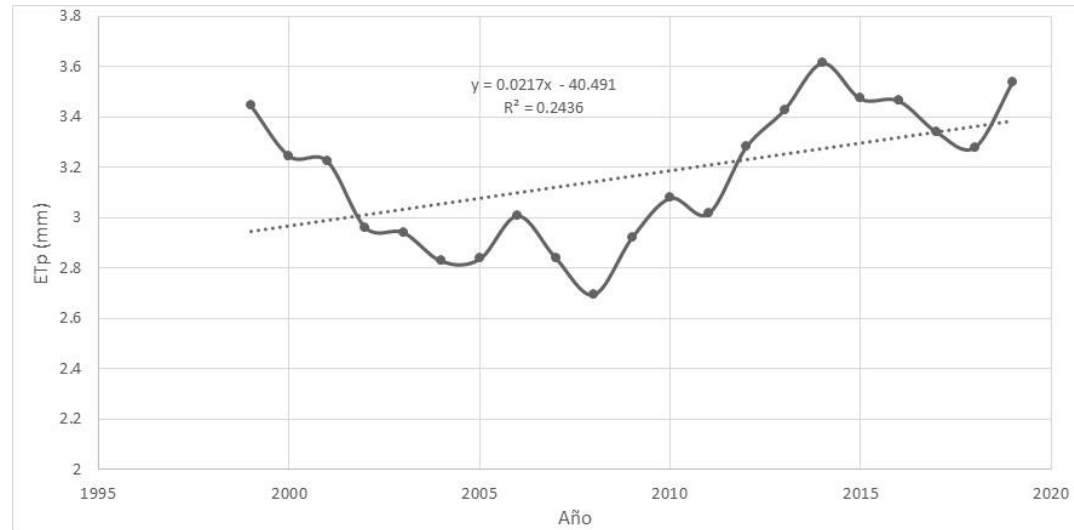
(Gonzalez-Sanchis et al., 2019)



☉ Tendencias significativas en clima según estacionalidad

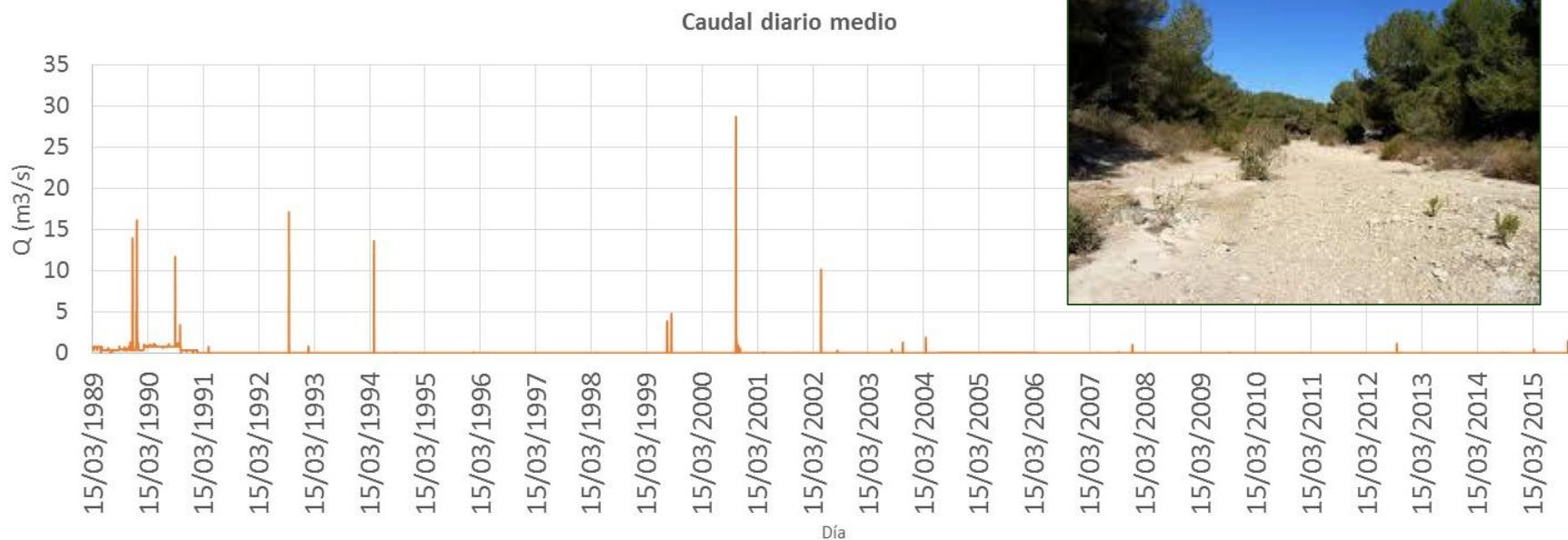


☉ Tendencias significativas en clima



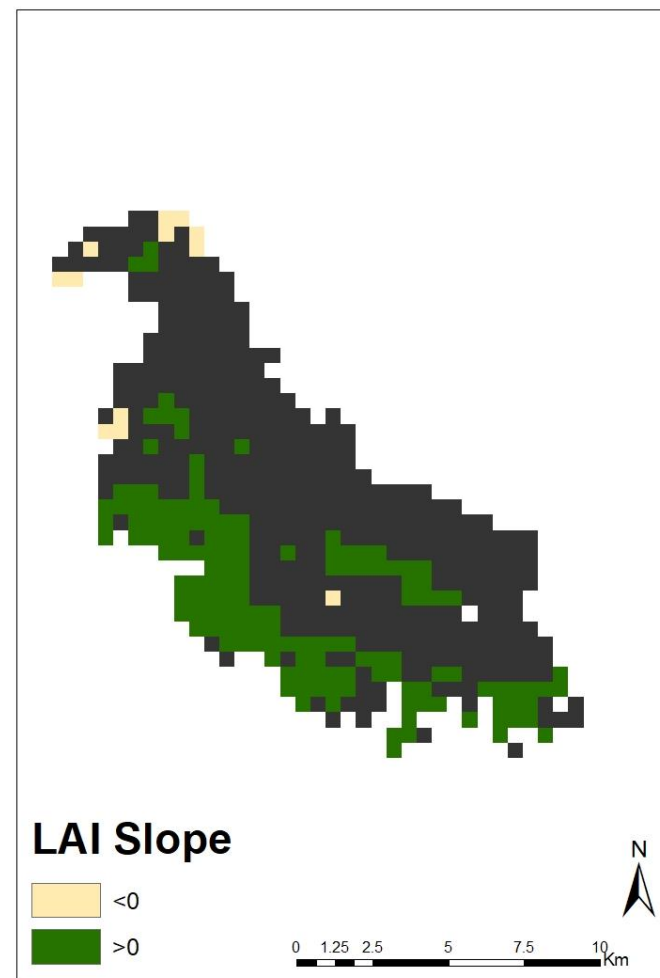
⊙ Tendencias no significativas en el caudal

- Estudio de las regresiones lineales de los máximos mensuales para cada mes (12 regresiones)



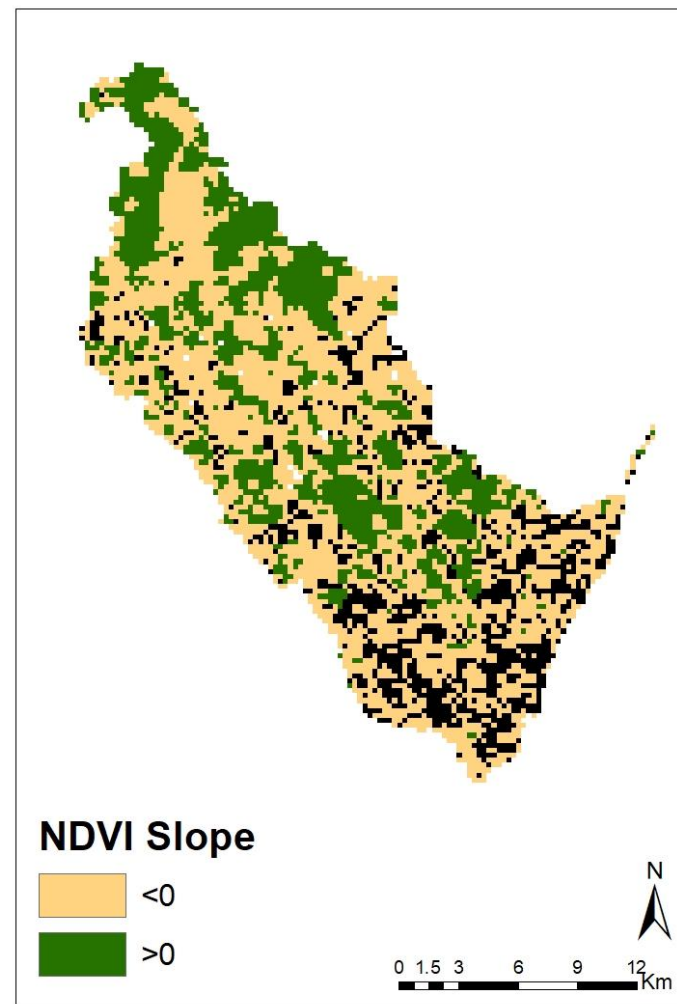
☉ Tendencias significativas en LAI (MODIS)

- 20 % de las celdas con incremento significativo
- 2 % con reducción significativa
- 78 % sin pendiente significativa



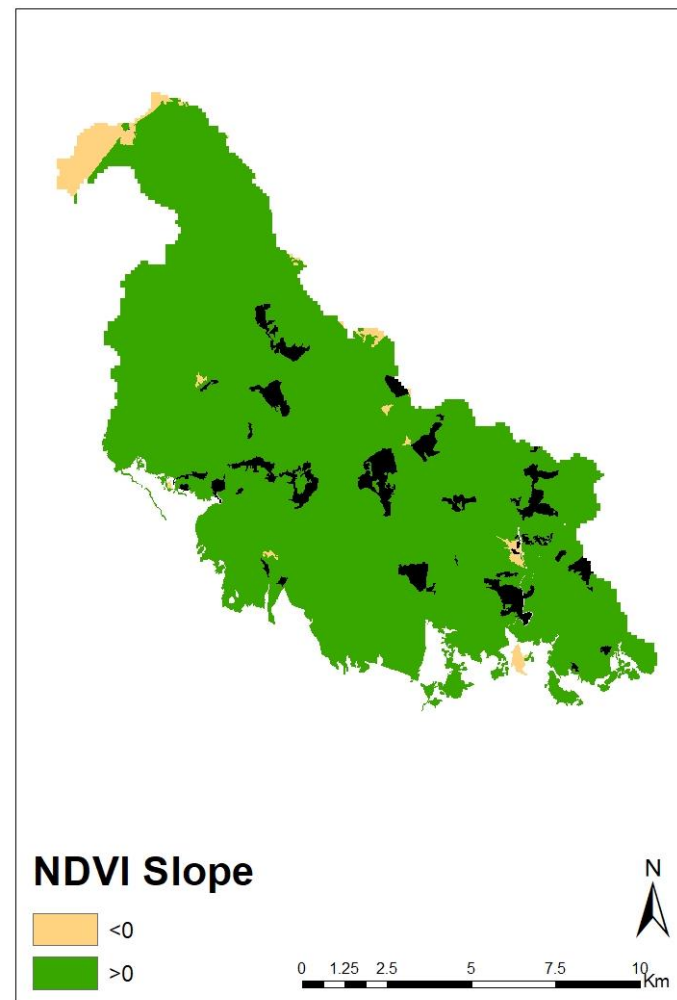
☉ Tendencias significativas en NDVI (MODIS)

- 75 % de celdas con pendientes significativas, de las cuales un 40 % con incremento

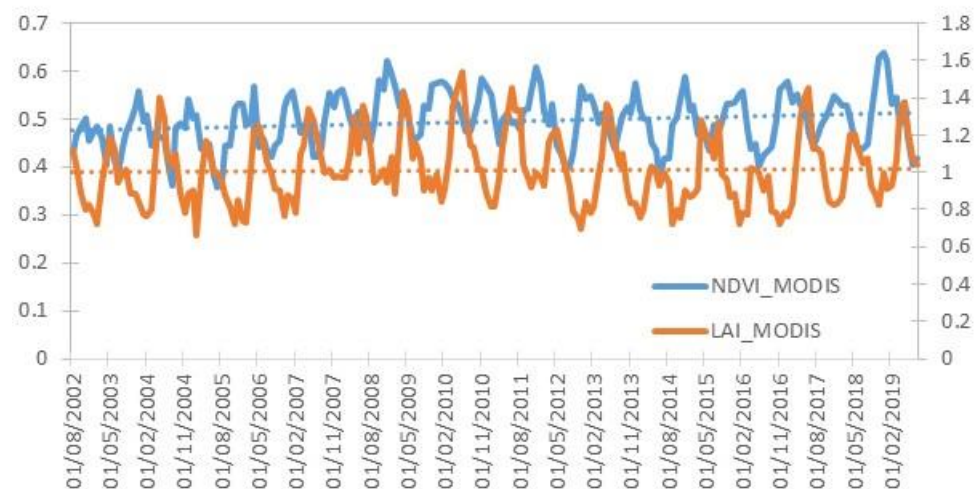
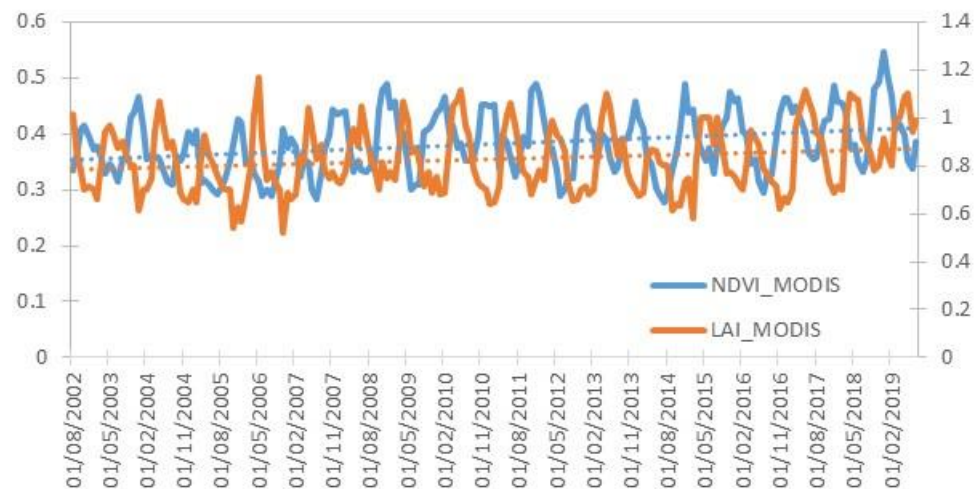


☉ Tendencias significativas en NDVI (LANDSAT)

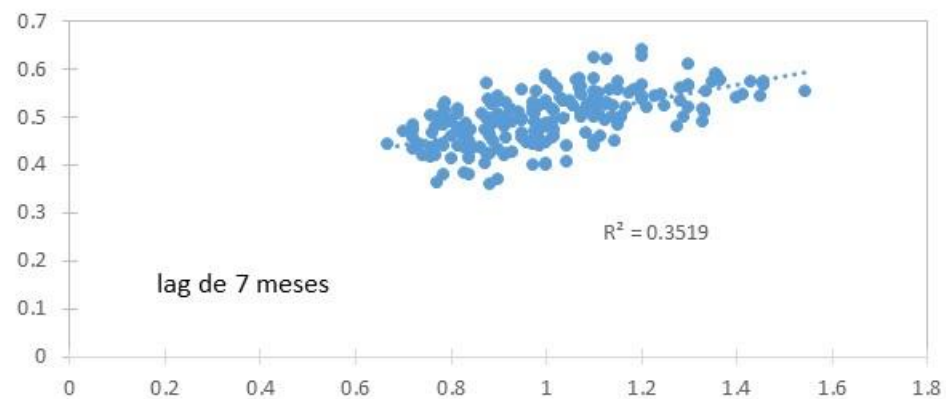
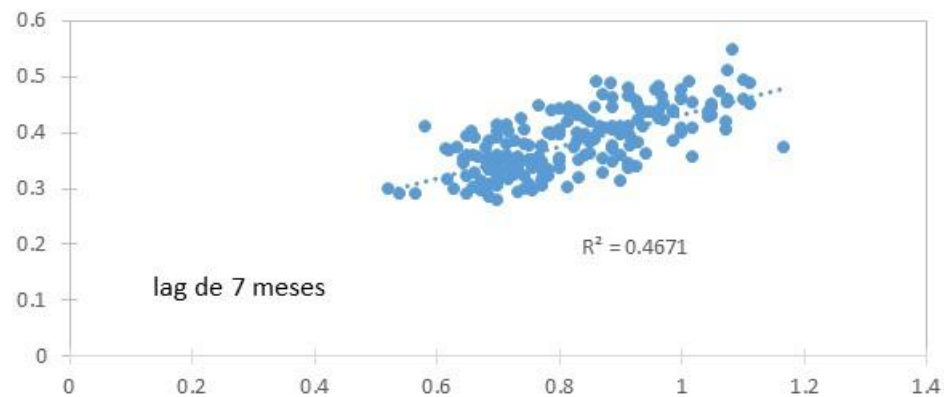
- 90 % de las celdas con incremento significativo
- 2 % con reducción significativa
- 8% sin pendiente significativa



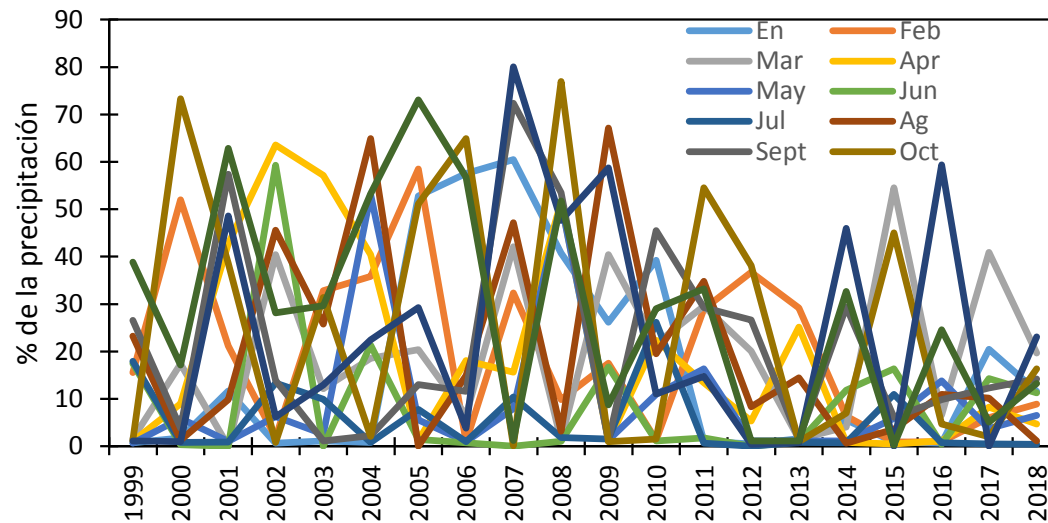
Relación NDVI-LAI (MODIS)



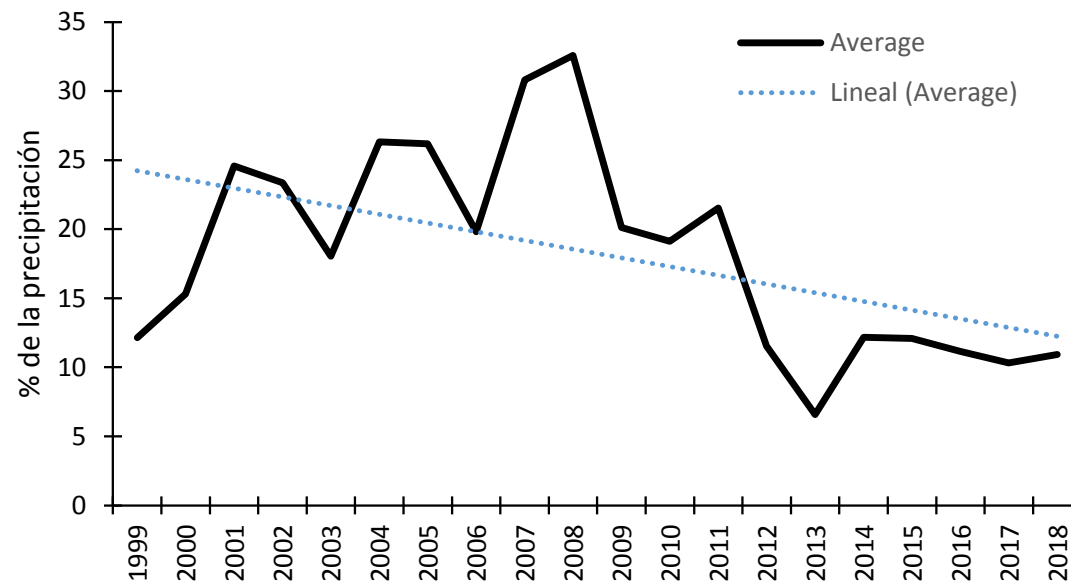
Relación NDVI-LAI (MODIS)



◎ Percolación modelada



◎ Percolación modelada



⊙ Conclusiones preliminares

- ⊙ La temperatura y la ET0 muestran tendencias crecientes significativas en estos últimos 20 años para la cuenca de estudio
- ⊙ El efecto de la dinámica de la vegetación sobre la hidrología de cuenca no puede basarse sólo en caudal: poca escorrentía superficial + suelos permeables: IMPORTANCIA DE LA PERCOLACIÓN
- ⊙ El estudio de la evolución de la vegetación da valores muy diferentes según dato de satélite considerado: cuanto mayor resolución, mayor grado de expansión forestal tras el incendio del año 1992.
- ⊙ El NDVI-MODIS responde de manera más sensible, con una correlación máxima con LAI-MODIS a los 5 meses de media
- ⊙ Percolación modelada parece que tiene una decreciente significativa.
 - ⊙ Mejoras en el modelo para que LAI sea una variable de estado y no un output: basarnos en las relaciones NDVI-LAI para calibrar los parámetros y su evolución temporal



MUCHAS GRACIAS, MOLTES GRÀCIES!



be water my friend...
Bruce Lee

www.resilientforest.eu
@LIFE_RESILIENT
info@resilientforest.eu



Project Partners



iiama



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



The project *LIFE RESILIENT FORESTS – Coupling water, fire and climate resilience with biomass production from forestry to adapt watersheds to climate change* is co-funded by the LIFE Programme of the European Union under contract number LIFE 17 CCA/ES/000063.