



**Adapting the Mediterranean
to climate change**

MEDACC

**Demonstration and validation of innovative
methodology for regional climate change adaptation in
the Mediterranean area**

LIFE12 ENV/ES/000536

Start date of project: 1 July 2013

Duration of project: 5 years

International Workshop

**Adapting the Mediterranean to Climate Change: agriculture,
water and forests**

Due date of deliverable: 06-2018

Actual submission date: 06-2018

Organization name of lead contractor for this deliverable: CREAF, OCCC, IPE – CSIC,
IRTA

Dissemination level: Public



Adapting the Mediterranean
to climate change

www.medacc-life.eu



Authors

Gabriel Borràs, Gemma Cantos, Eduard Pla, Diana Pascual, Javier Zabalza Martínez, Sergio M. Vicente-Serrano, Immaculada Funes, Robert Savé, Xavier Aranda and Carmen Biel

Cite as

Borràs G, Cantos G, Pla E, Pascual D, Zabalza Martinez J, Vicente-Serrano SM, Funes I, Savé R, Aranda X, Biel C (2018) International Workshop. Adapting the Mediterranean to Climate Change: agriculture, water and forests. Deliverable 17. LIFE MEDACC.

Executive summary

This deliverable compiles the documentation generated on the occasion of the LIFE MEDACC International Workshop held in Barcelona on 24th April of 2018.

Adapting the Mediterranean to Climate Change: agriculture, water and forests

Supported by



Climate change, natural resources exploitation and **land use changes** are strongly affecting **water** availability in the Mediterranean basin and will exacerbate in the future. Forest ecosystems, agriculture and water bodies of the Mediterranean regions must adapt to an increasingly arid climate. Therefore, it is necessary for scientists, managers and civil society to find agreements on solutions that make **adaptation** of our agroforestry and urban systems possible.

In this context, **LIFE MEDACC** project (2013-2018), leaded by OCCC, CREAf, l'IPE-CSIC and IRTA, has assessed current and future climate change vulnerabilities of **three Catalan river basins (Muga, Ter and Segre)** and has designed, implemented and monitored several innovative adaptive measures to face it.

The proposed **workshop** aims to reflect on the adaptation challenges, especially in **water use, forest management and agriculture**. We have invited experts on the subject, we have prepared a presentation of LIFE MEDACC project and we have organized a round table with managers, experts and citizens to discuss the local viability of adaptation in the field.

Registration until March 29 at (limited places)

<https://goo.gl/forms/hBBAHjkR0RmavtEx2>

In collaboration with:



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori i Sostenibilitat
Secretaria de Medi Ambient
i Sostenibilitat

Free workshop
Registration includes lunch and documentation

Information: <http://medacc-life.eu/>

Thursday 24th April 2018

Institut d'Estudis Catalans

c/Carme 47, Barcelona

9:00 h **Welcome**

Adaptation challenges in a globalised world.

Marta Subirà (Environment and Sustainability Department. Catalan Government)

Adapting water use in the Mediterranean.

Joaquín Andreu (Politecnical University of Valencia)

Challenges for Mediterranean agriculture to face climate change.

Cristos Xiloyannis (University of Basilicata-Italy)

Forest responses to climate change in Mediterranean regions: scientific and management challenges.

Fernando Valladares (National Museum of Natural Sciences-CSIC, Madrid)

LIFE MEDACC project in Muga, Ter and Segre river basins: main results and outcomes.

Sergio M. Vicente-Serrano (Instituto Pirenaico de Ecología - CSIC)

13:30 h *Lunch, amenized with poetic action 'L'Ametlla amarga', by ODA AL FUTUR collective.*

15:00 h **Round table. Experiences on adaptation: from theory to practice.**

- Teresa Baiges (Centre de la Propietat Forestal)
- Laia Batalla (Associació Rurbans, Escola de Pastors)
- Jordi Montaner (GeoServei SL)
- Marta G. Rivera-Ferre (University of Vic)
- Helena Valent (Consell Comarcal de l'Alt Empordà)

Moderated by Gemma Puig (meteorologist in CCMA)

17:00 h **End**

CHALLENGES FOR MEDITERRANEAN AGRICULTURE TO FACE CLIMATE CHANGE



C. Xiloyannis

University of Basilicata – Italy
cristos.xiloyannis@unibas.it



International Workshop LIFE MEDACC

Adapting the Mediterranean to Climate Change: agriculture, water and forests

Thursday 24th April 2018

Institut d'Estudis Catalans c/Carme 47, Barcelona



Soil is a natural capital that generates ecosystem services

REGULATING

e.g. C fluxes, soil aggregates stability, water cycle....

PROVISIONING

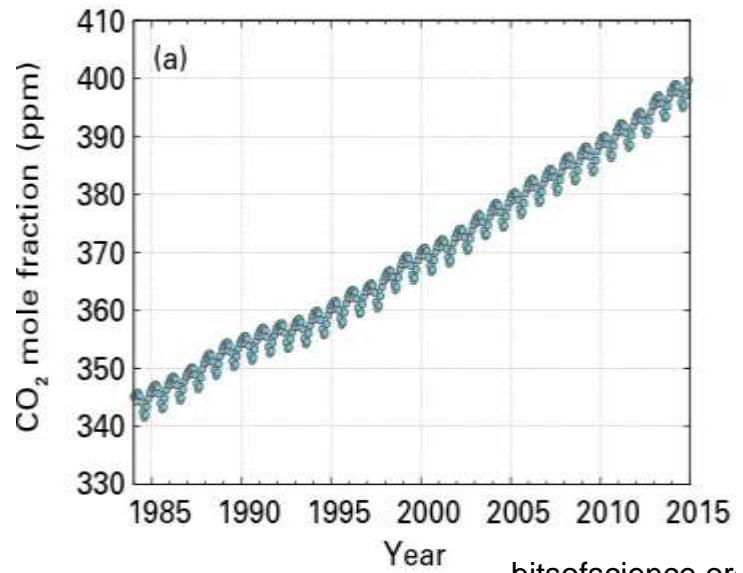
e.g. food, energy



HABITAT, CULTURAL, RECREATION

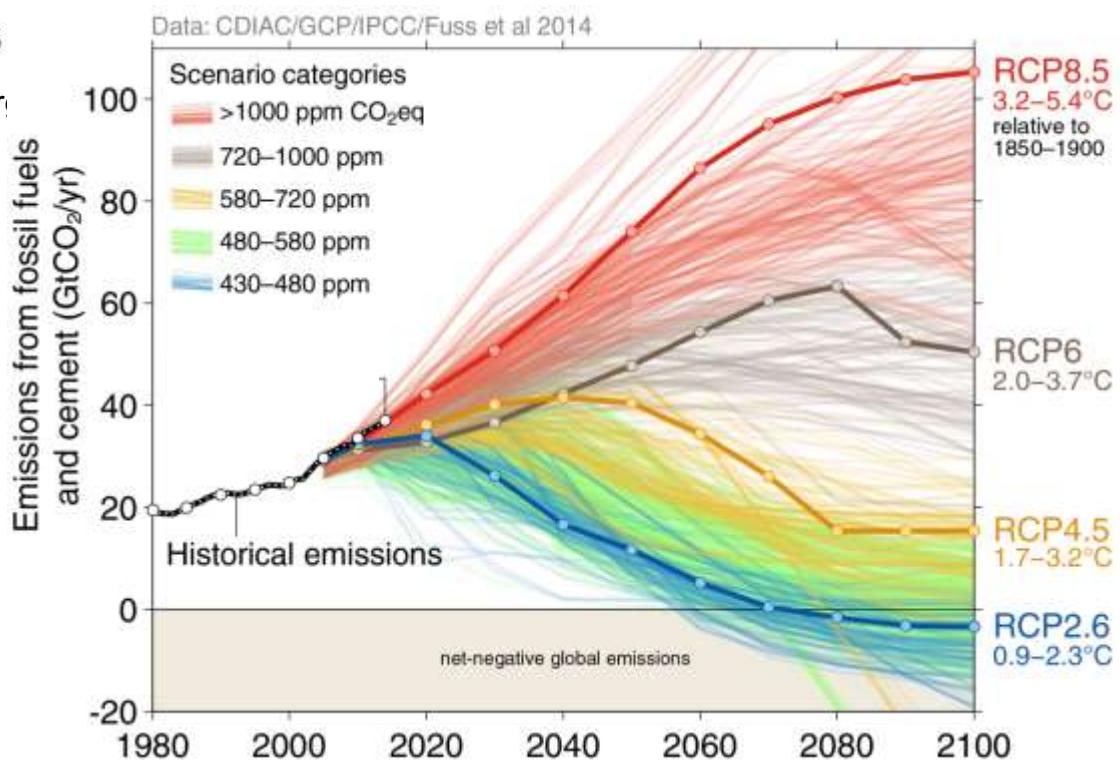


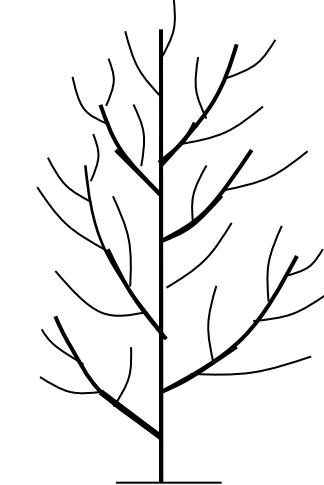
Air carbon dioxide concentration



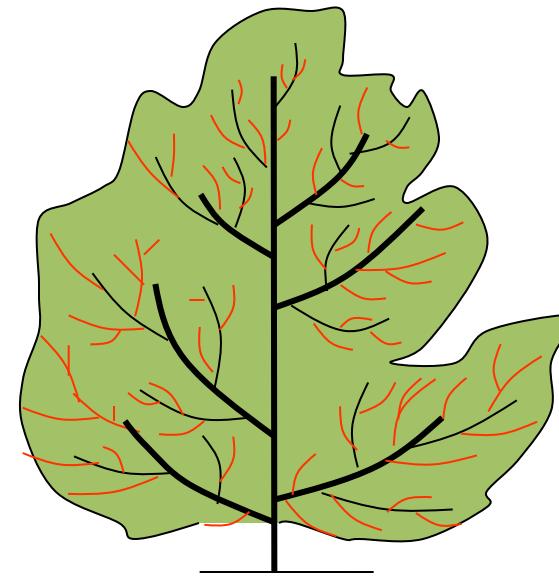
ACCORDO INTERNAZIONALE SUL CLIMA

piano d'azione per limitare il
riscaldamento globale
"ben al di sotto" dei 2°C.





DORMANT STAGE



VEGETATIVE AND REPRODUCTIVE



CHILLING REQUIREMENT

EARLY FROSTING

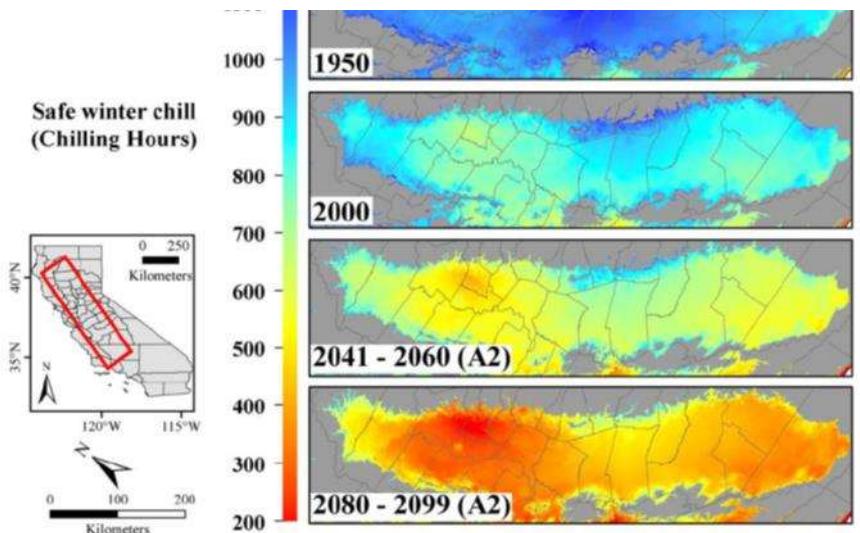
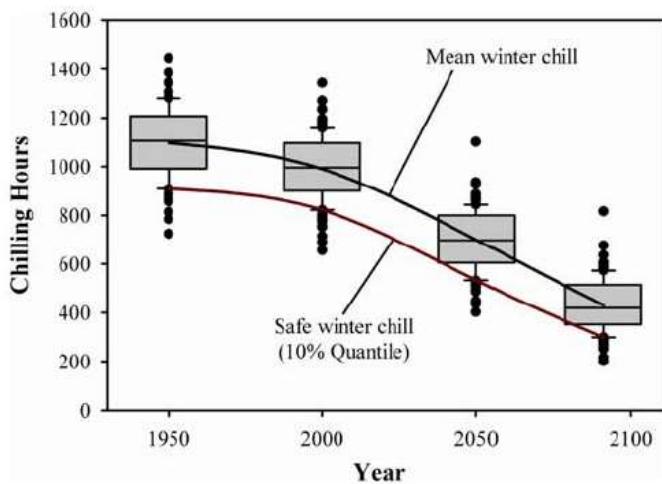


Figure 3. Safe winter chill in California's Central Valley in 1950, 2000, 2041–2060 and 2080–2099, calculated with the Chilling Hours Model. Future winter chill was quantified using the A2 IPCC greenhouse gas emissions scenario.
doi:10.1371/journal.pone.0006166.g003

OPEN ACCESS freely available online

PLOS ONE

Climatic Changes Lead to Declining Winter Chill for Fruit and Nut Trees in California during 1950–2099

Eike Luedeling^{1,2*}, Minghua Zhang^{1,2}, Evan H. Girvetz³

... failure of the chilling requirements



Chilling Requirement (< 7 °C)

APRICOT	250 – 1.000
PEACH	100 – 1.250
JAPANESE PLUM	700 – 1.100
EUROPEAN PLUM	800 – 1.200
VITIS EUROPEA	200
FIGS	0 – 200
CHERRY	800 – 1.700
APPLE	200 – 1.400
PEAR	200 – 1.400
ALMOND	200 – 500
CITRUS	0

- **Self-fertile varieties**
- **Low chilling requirements**

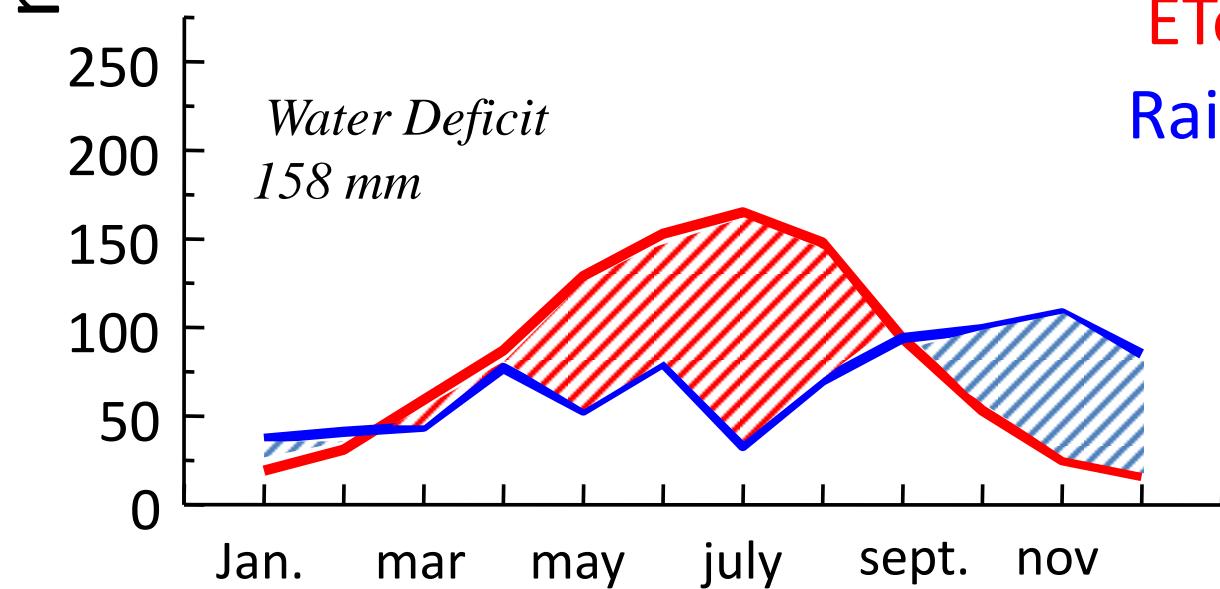
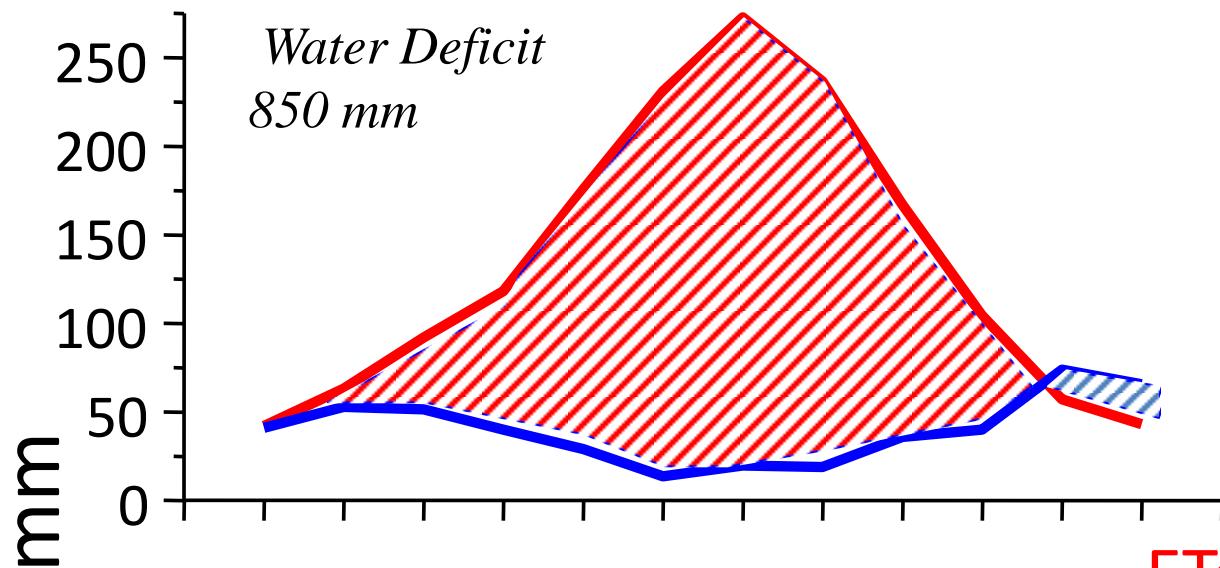
FROST

- High heat requirements to avoid early frost
- Late blooming



DROUGHT

**Will increase evapotranspiration,
Water consumption and total
Rainfall at planet level.**



“water cost” to produce one Kg of peaches (*cv Springlady*) in South and North Italy.

	Yield (t ha ⁻¹)	Irrigation water (m ³ ha ⁻¹)	Irrigation water per kg (L kg ⁻¹)
<i>South</i>	15	5.000	333
<i>North</i>	15	1.182	79

“Water Foot-Print”

150-300 L/kg
(early – late ripening)

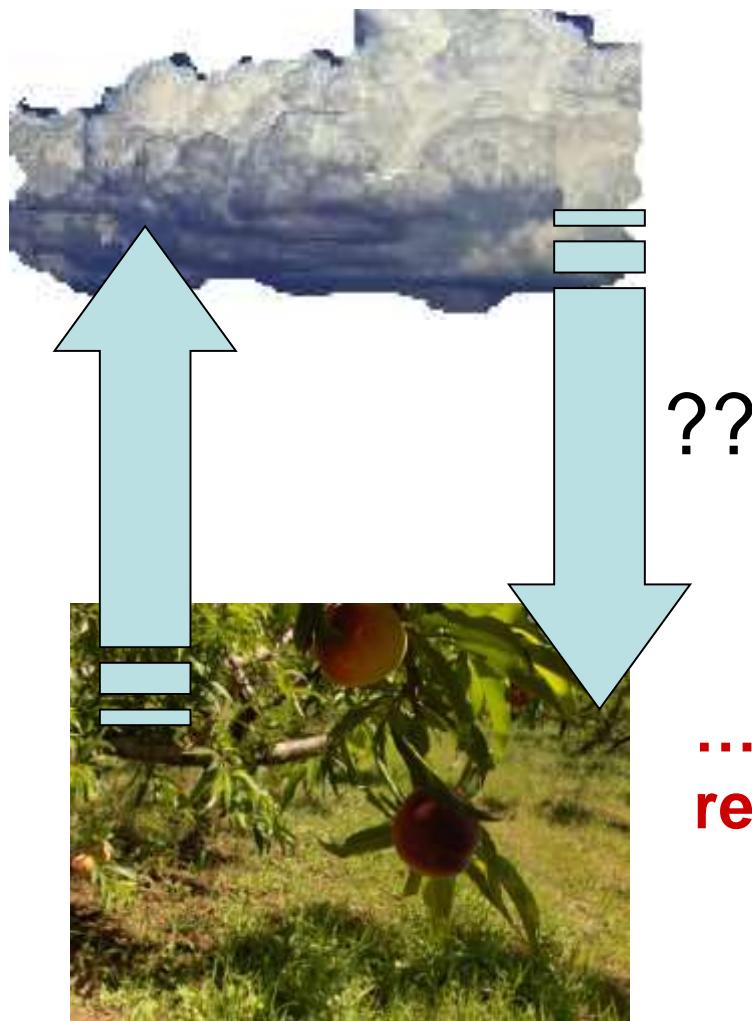


	m ³ /ha
LEAVES	19.0
FRUITS	16.8
WINTER PRUNNING	1.7
SUMMER PRUNNING	1.9
total	39.4

<1% of distributed water

YIELD 20 t ha⁻¹,
Irrigation volume 4000 m³ ha⁻¹

water evaporated and transpired from the orchard (almost 99% of the total) returns to the atmosphere...



.....will it return to the same region???

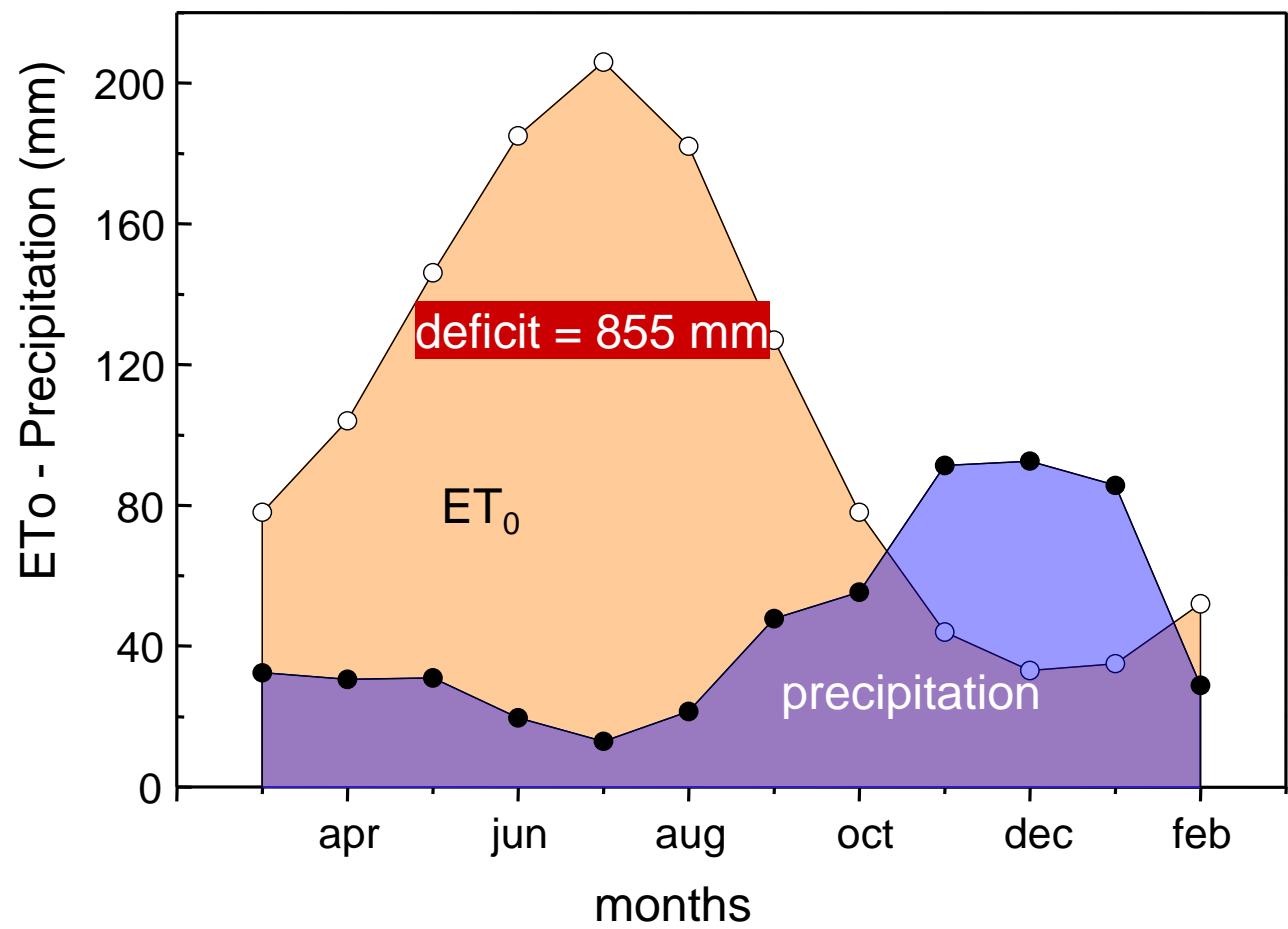
DROUGHT

soil water holding capacity

Annual deficit in semi-arid environment

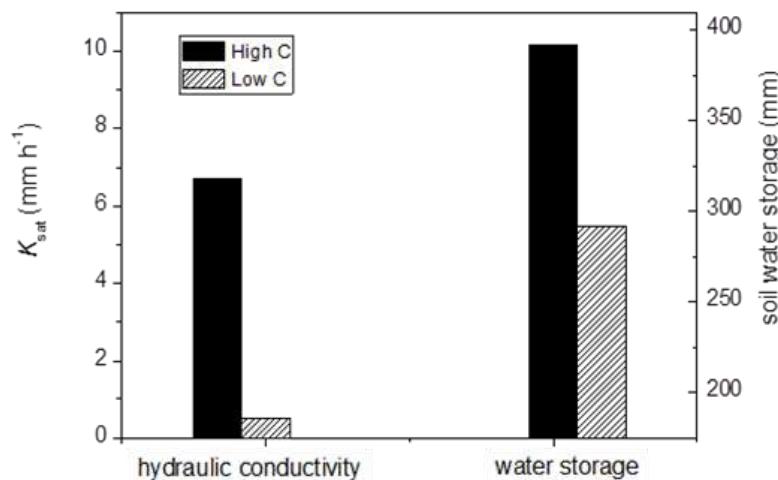
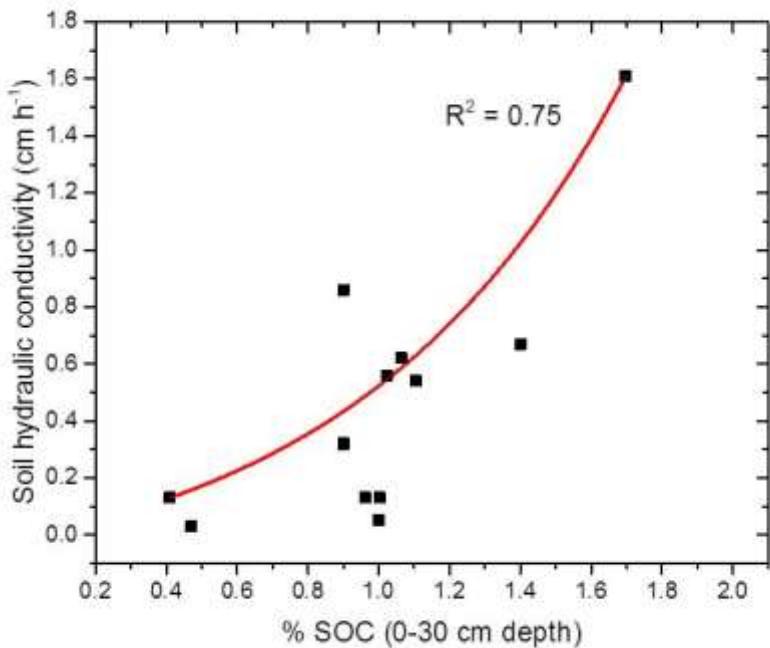


**SOUTHERN
ITALY**



Increasing SOC improves soil hydraulic conductivity

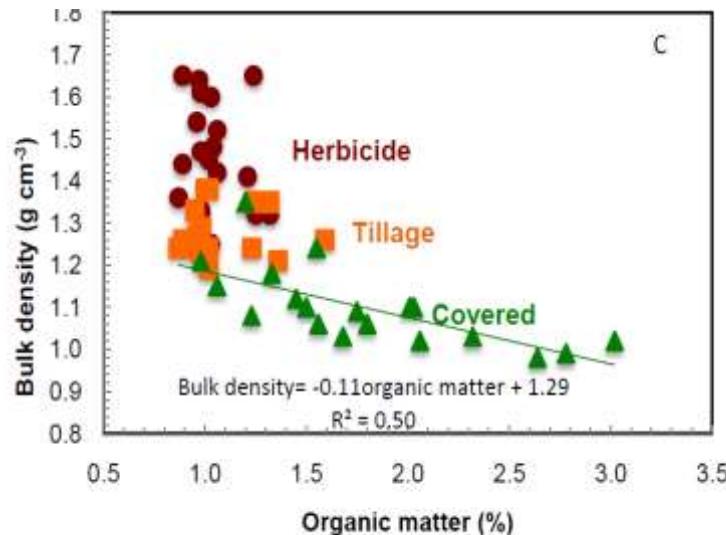
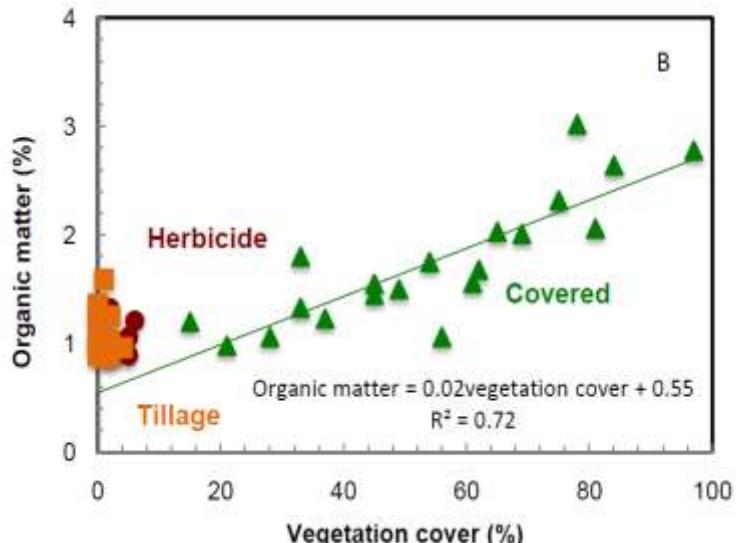
data from peach, kiwifruit, apricot and olive orchards are grouped
(Xiloyannis, unpublished)



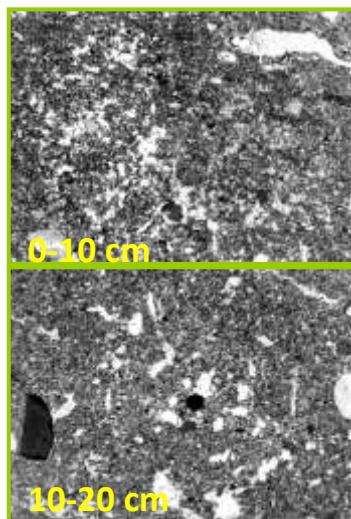
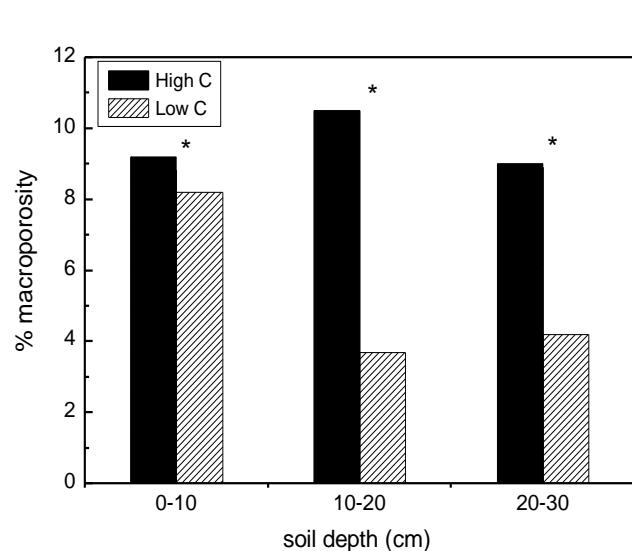
....and water storage capacity

Redrawn from Palese et al., 2014

Regulating services



S. Keesstra et al. / *Science of the Total Environment* 551–552 (2016) 357–366



Adapted from Palese et al., 2014

Saturated hydraulic conductivity measurements

(Model 2800 Guelph Permeameter, Santa Barbara, USA)



Evaluation of the vertical water flux (using a plastic tube as confined well)

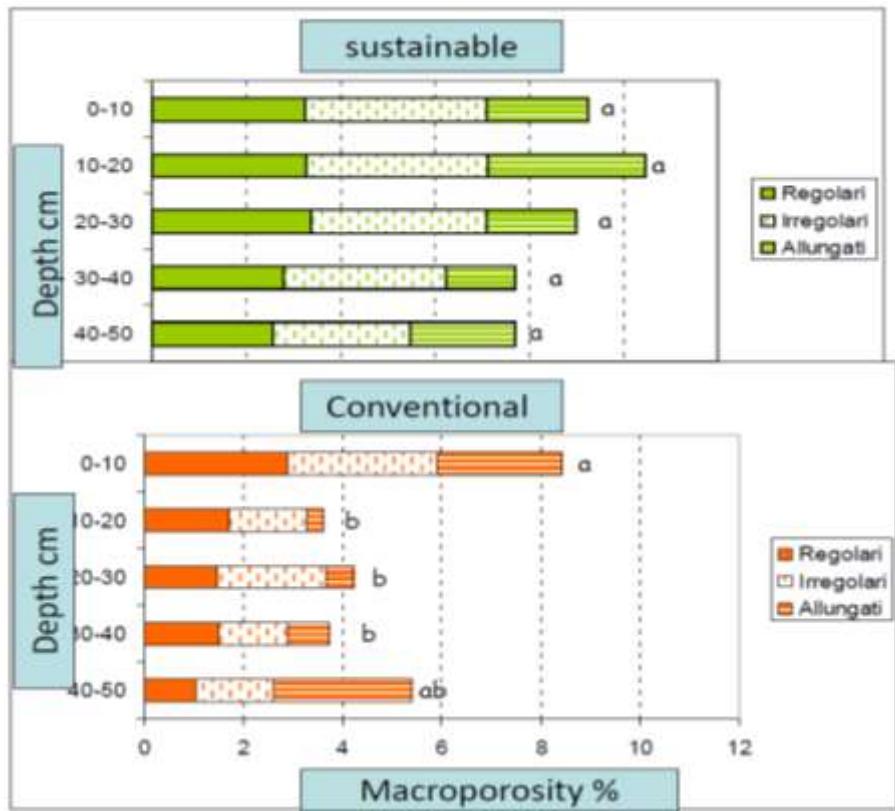


	$K_{\text{sat}} \text{ (Guelph)}$ (mm d ⁻¹)	
Sustainable (confined)	160	
Conventional (confined)	13	

Increase of soil water reserve

High infiltration capacity H₂O

Reduction of water stress



Effect of soil management on water infiltration

Management	Infiltration (mm/day)
Sustainable	160
Conventional	13

At 12 cm of depth (point of compacted layer) Palese et al., 2014

Increase of soil water reserve

SOIL WATER CONTENT (TILL TO 2 m of depth)
in two different orchard management system

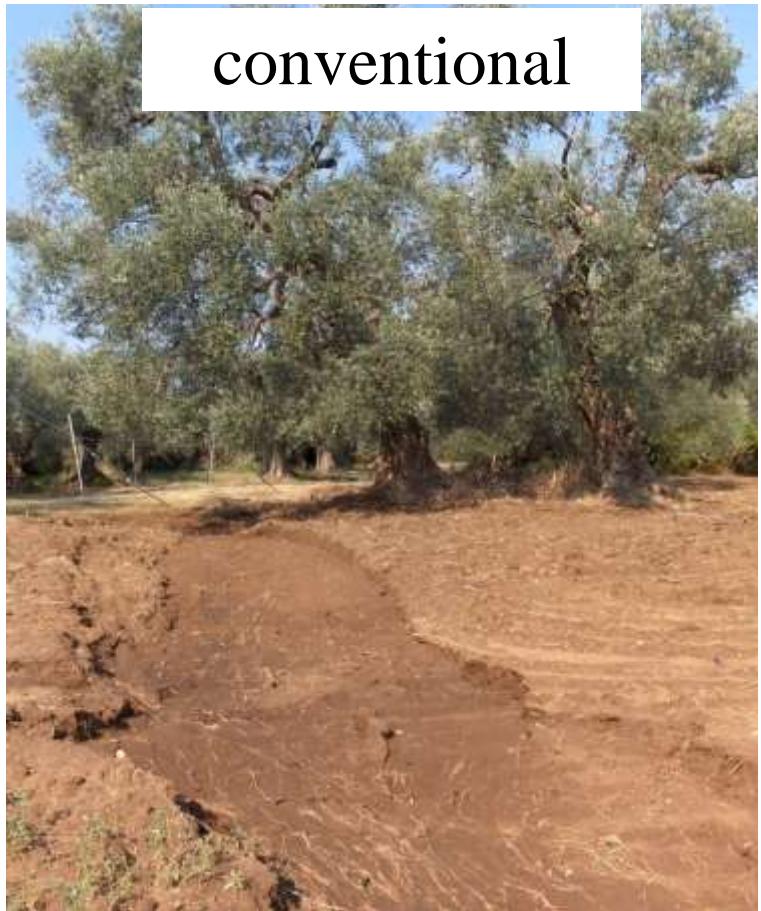


SUSTAINABLE
4250 m³/ha



CONVENTIONAL
2934 m³/ha

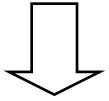
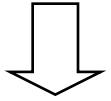
Celano et al., 2011; Palese et al., 2014



conventional



sustainable



Soil losses

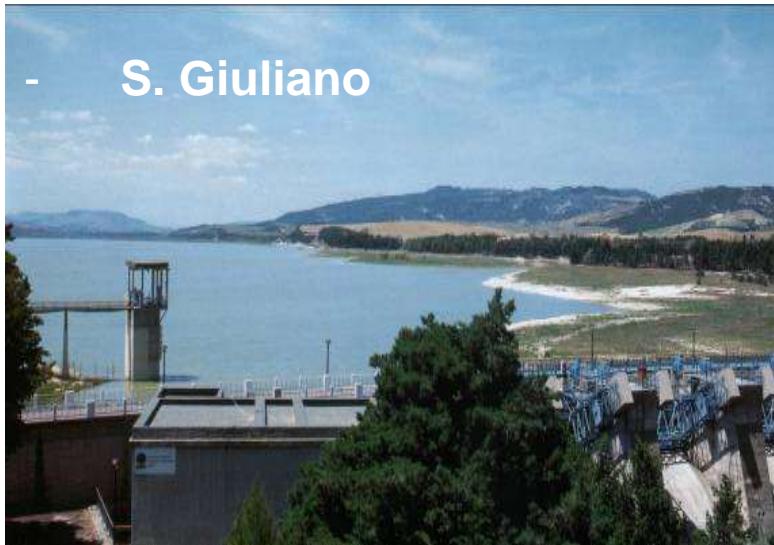
$60\text{-}105 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$

O^{fr}A SOIL layer of about 1 cm)
FRUIT LOGISTICA



Effetto ambientale/economico del “disservizio” erosione sulle dighe

- Perdita capacità di invaso
- costo maggiore manutenzione
- Costi straordinari per il dragaggio (10-30€/m³)
- Inondazioni più frequenti



- ENTRATA IN SERVIZIO 1961
- Perdita di capacità 30 Mm³.
- Costo dragaggio 300 M€

.....soil management



Was it only a rainfall intensity effect ?????





Foto 3 – Particolare del ristagno idrico che si verifica prevalentemente da metà filare a fine filare in impianto di actinidia irrigato per scorrimento.



Foto 4 - Durante il periodo estivo caratterizzato da elevata domanda evapotraspirativa, nelle piante irrigate a scorrimento, ilimitato apparato radicale esistente (privo di radici fini) non è in grado di soddisfare le esigenze idriche della parte aerea con conseguente riduzione della traspirazione delle foglie e conseguente aumento della temperatura fogliare e disseccamento. (Foto Cipriani M.).



Efficienza di distribuzione dell'acqua nei vari metodi irrigui

sommersione

45%

infiltrazione

55-75 %

aspersione

65-75%

microirrigazione

90-95%





8-5-15



Summer Pruning materials

10.34 m²/tree LAI=0,517

3,650 g di DM/tree

785 g of leaves

-24 l H₂O d⁻¹tree⁻¹



.....Promuovere consumo idrico ‘a domanda’



....a superficie

....a volumi

rootstocks

CORRECT CHOICE OF ROOTSTOCK ROOTSTOCKS MORE TOLERANT TO WATER STRESS

- EFFICIENT AND RAPID
COLONISATION OF THE SOIL AVAILABLE**
- GROWTH OF ROOTS IN THE DEEP SOIL
LAYERS**
- HIGH RATIO BETWEEN ROOTS AND LEAVES**
- RESISTANT TO SOIL PATHOGENS (BIOTIC
STRESS-NEMATODES, ARMILAREA,
PHYTOPHTORA.....)**

CHARACTERISTICS OF ROOTS



Soil volume explored cv Vega on 2 rootstocks

Missour

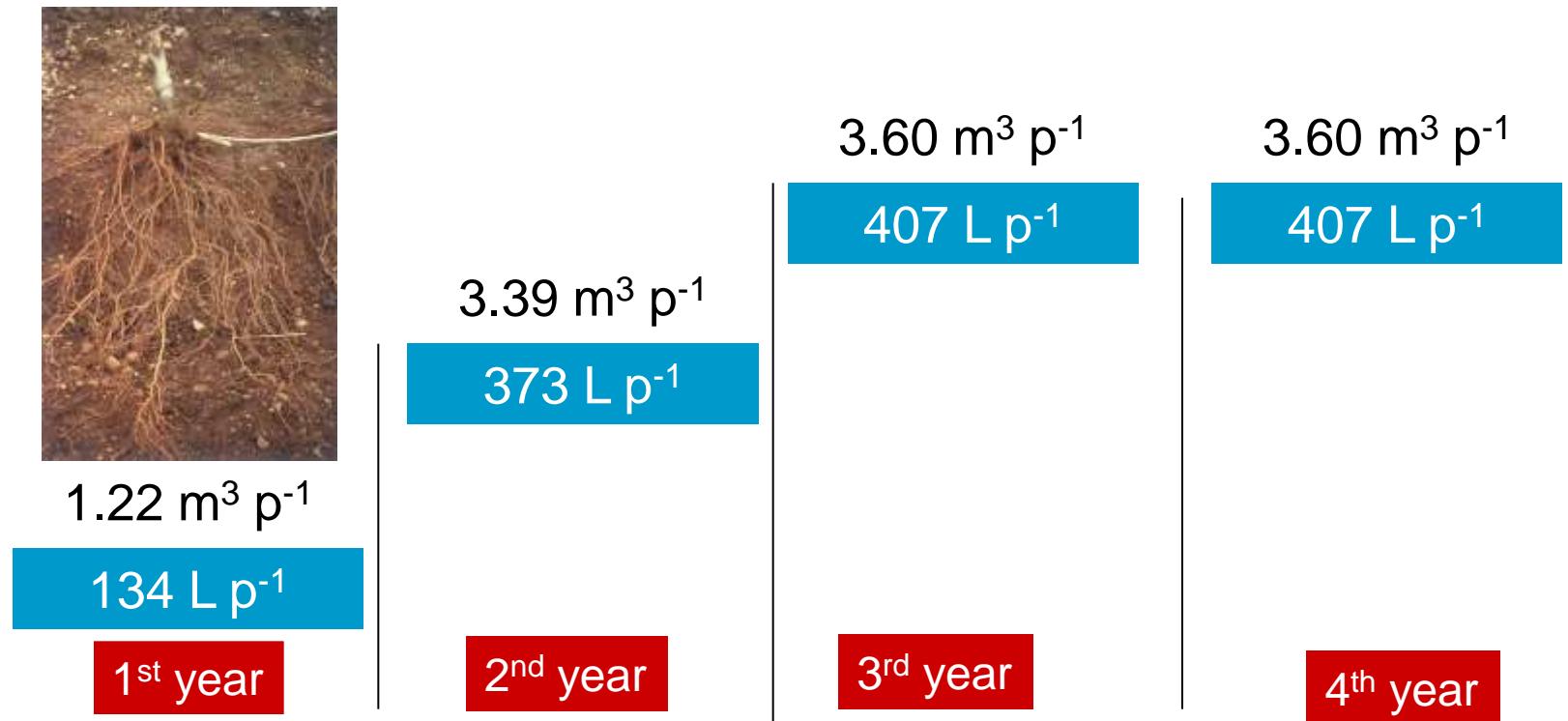
Mr. S. 2/5

	Missour (4.5*1.25)					Mr. S. 2/5 (4.5*1.25)			
year	I	II	III	IV	year	I	II	III	IV
$m^3 * p^{-1}$	1.22	3.39	3.60	3.60	$m^3 * p^{-1}$	0.56	1.97	2.8	2.8
$m^3 * ha^{-1}$	2168	6024	6575	6575	$m^3 * ha^{-1}$	995	3501	5029	5029



Water storaged in the soil volume explored by roots in peach orchard in the first 4 years after planting

(Vega/ Missour , Xiloyannis et. al 1993).



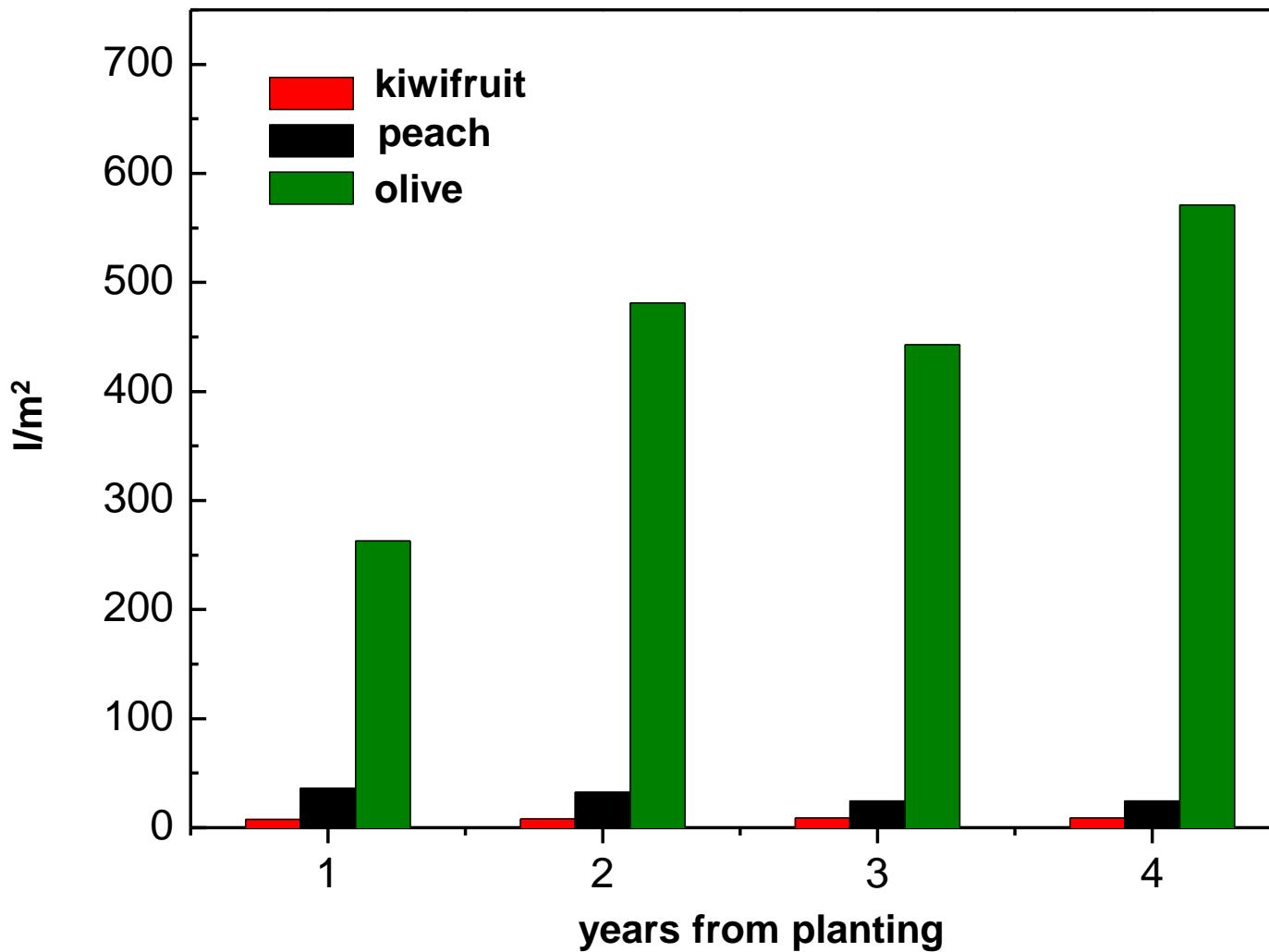
Water available

**Volume of soil
explored by roots**

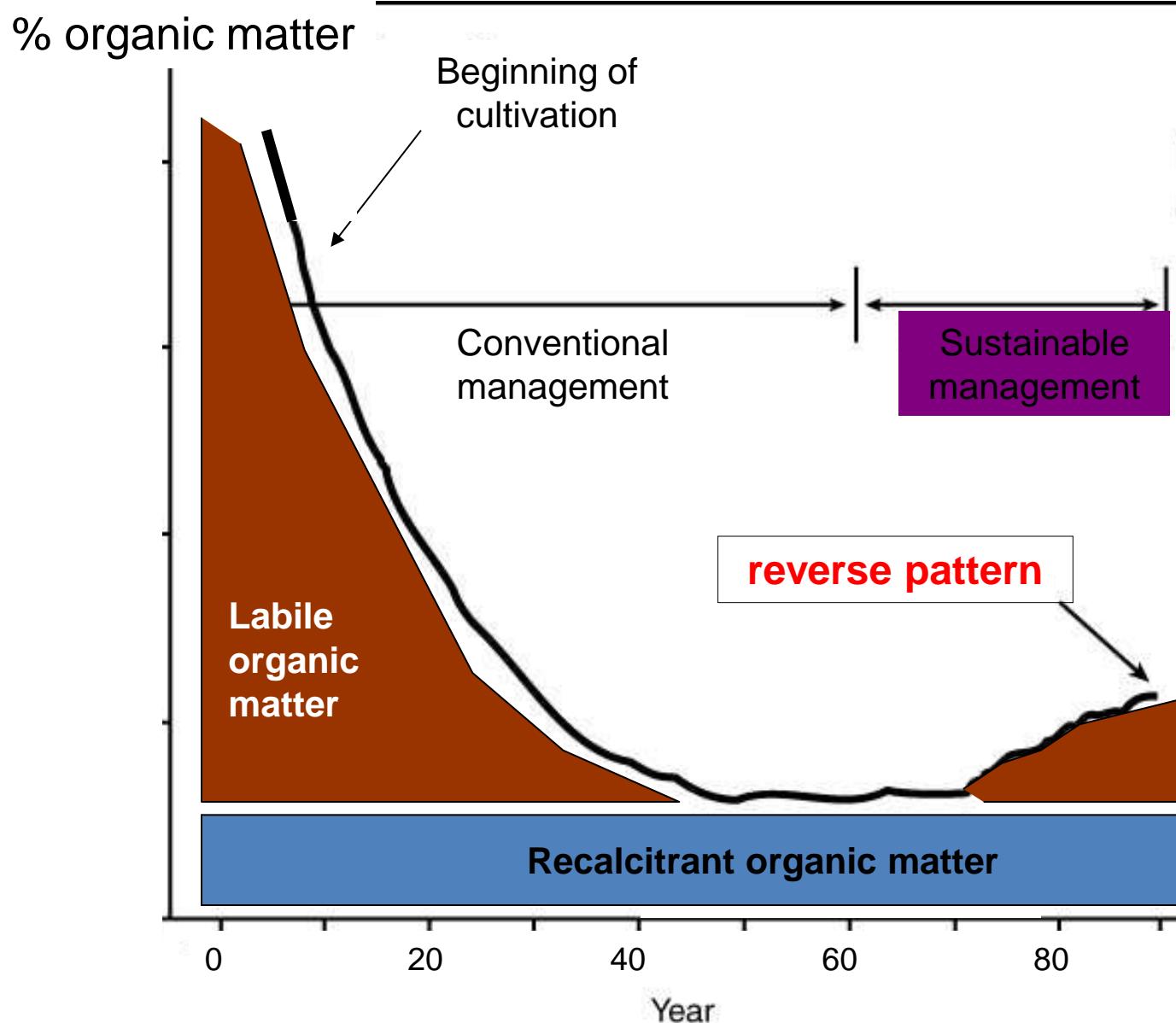
Species and variety

- Short interval from blooming to harvesting**
- Early ripening varieties**
- Tolerant to water stress**

Water available per m² of leaf in olive, peach and kiwifruit orchards in the first 4 years from planting



BILDING THE SOIL



Adapted from WBGU Special Report:
The Accounting of Biological Sinks and Sources Under the Kyoto Protocol

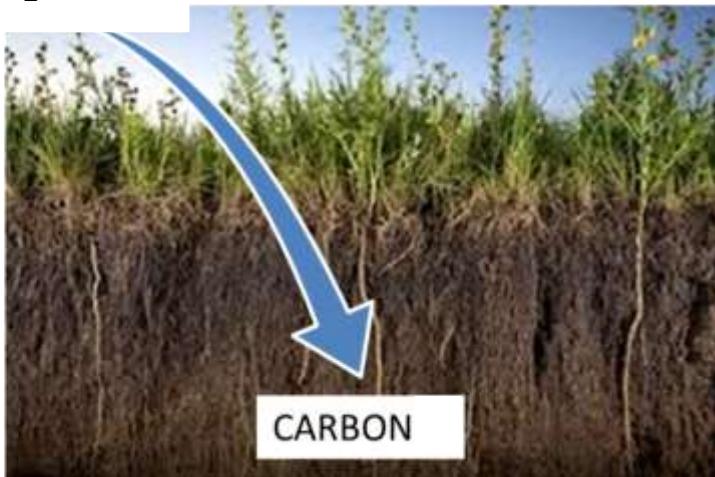


Soils impoverishment

Basilicata Region

Soil Organic Matter 0,8 - 1,3%

CO₂



**The 1% increase of carbon in the soil
corresponds to 260 t / ha of CO₂ stably stored**
(50 cm depth, 1.4 t/m³ bulk density)

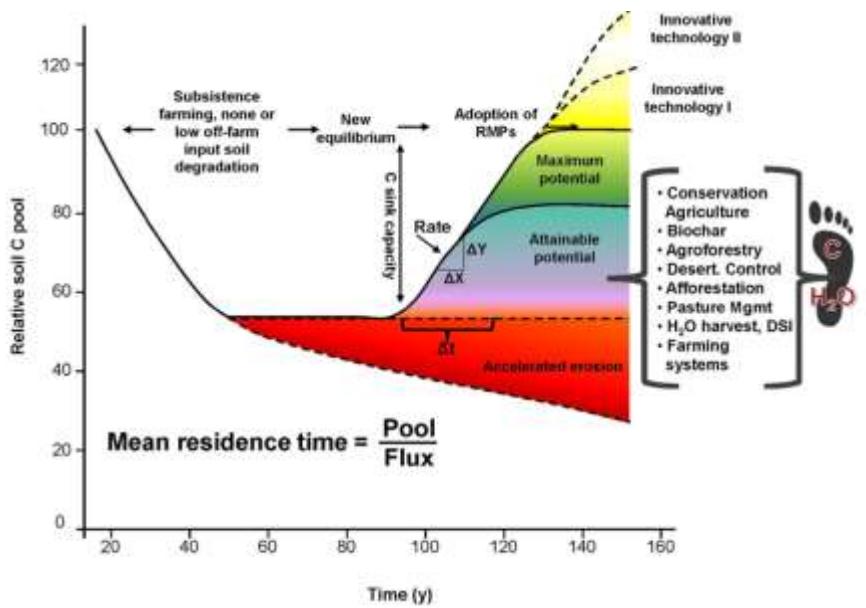
Increasing soil carbon sequestration: 0.4% a year (40 cm depth)...

VIEWPOINT

doi:10.2489/jswc.71.1.20A

Beyond COP21: Potential and challenges of the “4 per Thousand” initiative

Rattan Lal



	increasing SOC rate t C ha ⁻¹ yr ⁻¹	experiment duration	soil depth	
		years	(m)	refs
"4 thousand initiative"	18-20	-	0.4	
case 1	2.0	17	0.3	Palese et al., 2014
case 2	2.2	13	0.3	Palese et al., 2014
case 3	1.4	13	0.3	Mohamad et al., 2016

Carbon stored in above- and belowground biomass in olive trees



After
11-12 years

Mean
annual rate

330 trees/ha
rainfed

10.1 t C ha⁻¹

0.9 t C ha⁻¹ yr⁻¹ Ilarioni et al., 2013

330 trees/ha
rainfed

7.0 t C ha⁻¹

0.7 t C ha⁻¹ yr⁻¹ Proietti et al., 2014

144 trees/ha
rainfed

42 years

14.0 t C ha⁻¹

0.3 t C ha⁻¹ yr⁻¹ Zuazo et al 2014

100 years

107 trees/ha
rainfed

300 t C ha⁻¹

3.0 t C ha⁻¹ yr⁻¹ Almagro et al., 2010



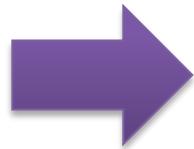


Mineral elements (15t/ha FW

	kg ha ⁻¹
N	270.60
P2O5	80.53
K2O	214.36
CaO	1406.72
MgO	59.35
S	17.60
B	0.70
Cb	0.04
Cu	1.41
Fe	65.37
Mn	3.03
	-
Zn	3.06

Ricavi impianto di compostaggio? Possibilità di economizzare la vendita del compost.....

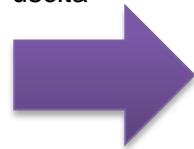
98 % dei
ricavi



Rifiuti in ingresso



Compost sfuso in
uscita



2 % dei
ricavi

Apporti con compost e letame

	COMPOST		LETAME
	20	t/ha tal quale	20
	9.28	SS t/ha	5.72
CARBONIO	3.3	t/ha	1.5
AZOTO TOT.	195	Kg/ha	84
P	43	Kg/ha	16
K	149	Kg/ha	86
Ca	975	Kg/ha	544
Mg	65	Kg/ha	31



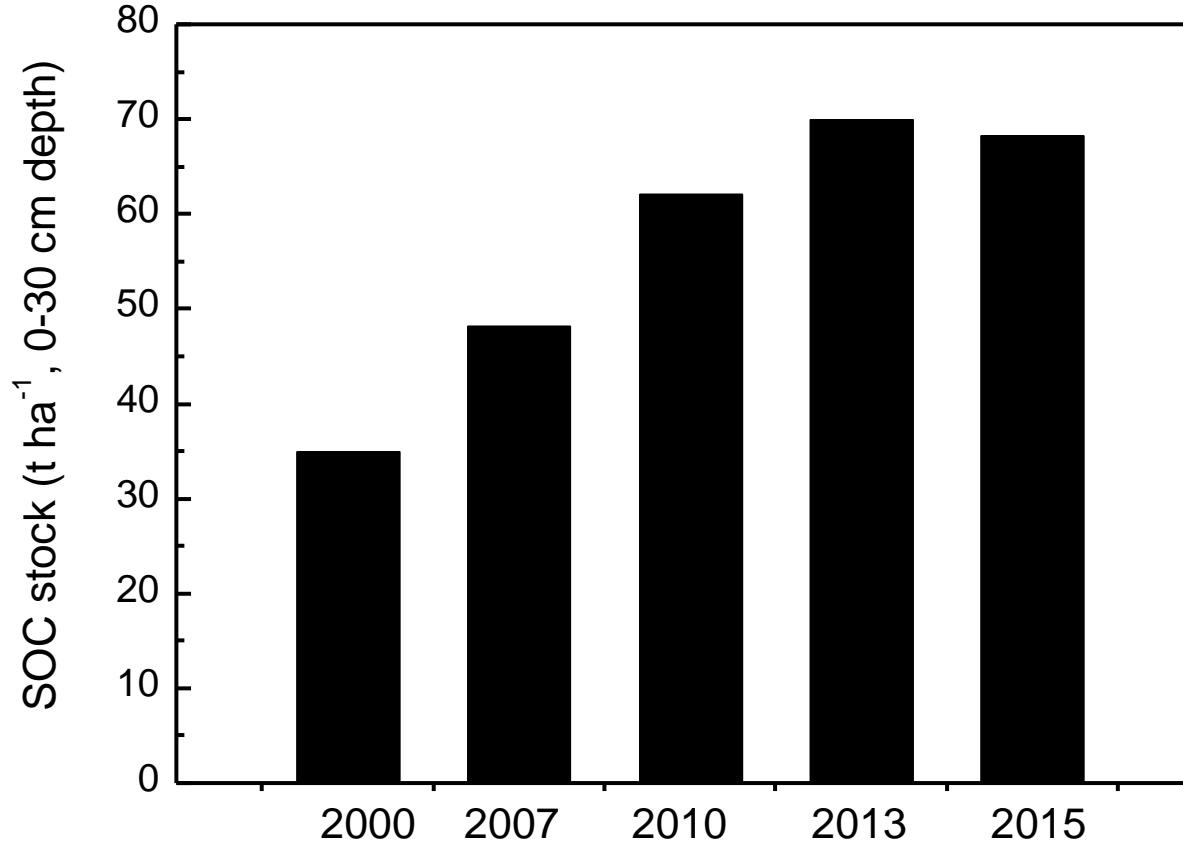
Amount of nutrients supplied through compost ($10 \text{ t ha}^{-1} \text{ fw}$) application and related amount of avoided CO_2 emissions

<i>Nutrients</i>	<i>Nutrients (kg/ha)</i>	<i>Avoided CO_2 emissions (CO_2 eq t/ha)</i>	
		<i>1 year</i>	<i>50 years</i>
N_{tot}	170	1.55	77.52
P_2O_5	120	0.192	9.6
K_2O	160	0.106	5.28



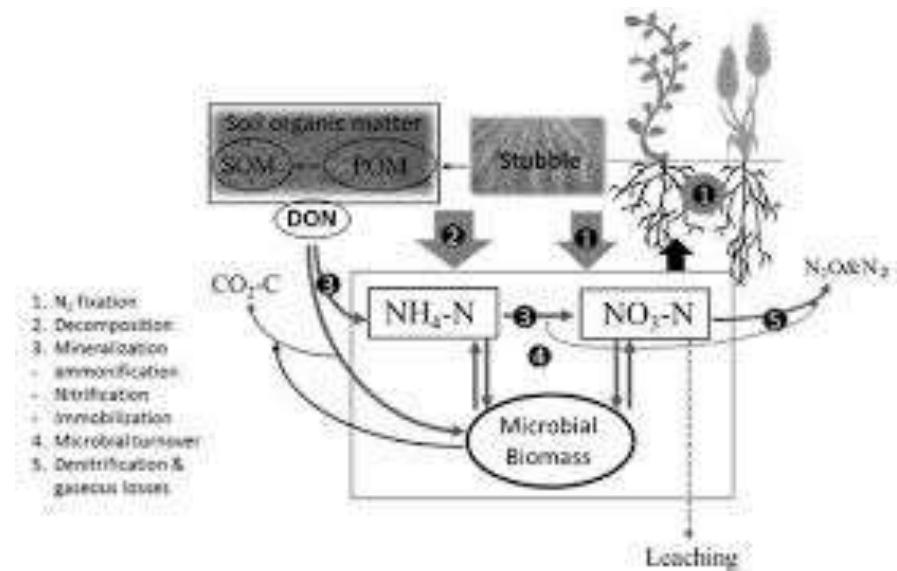
SOC stock changes in a sustainable olive grove

2.2 t/ha/yr C

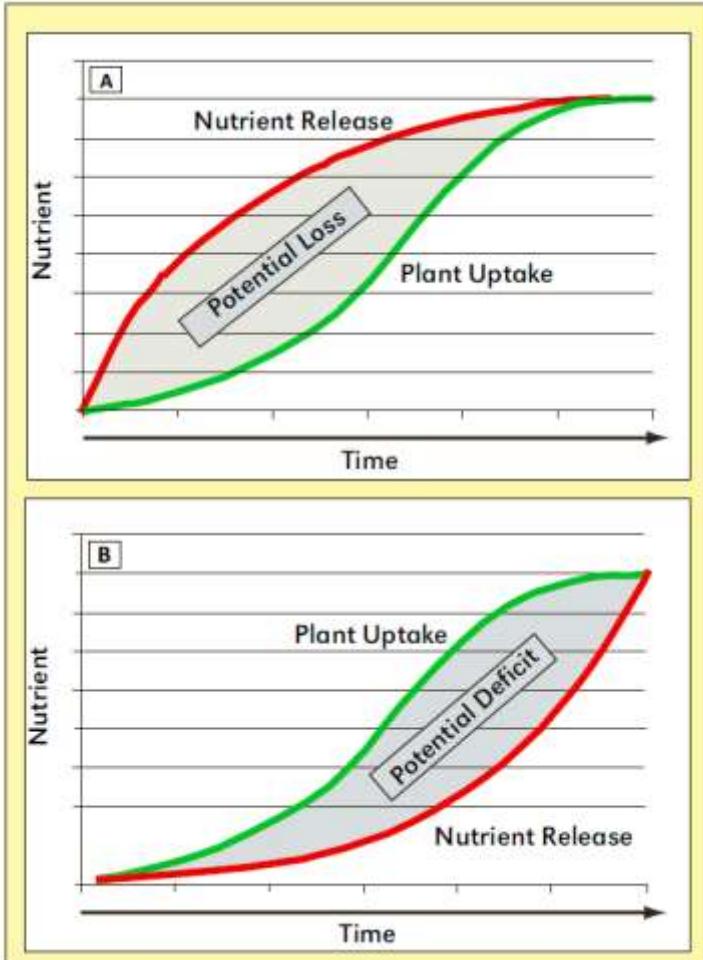


criticità nell'uso di alcuni concimi organici per apporti ridotti di N

**Processo di mineralizzazione dipende
da numerose variabili incluso:
temperatura e umidità suolo, condizioni
chimico/fisiche e biologiche, C:N**

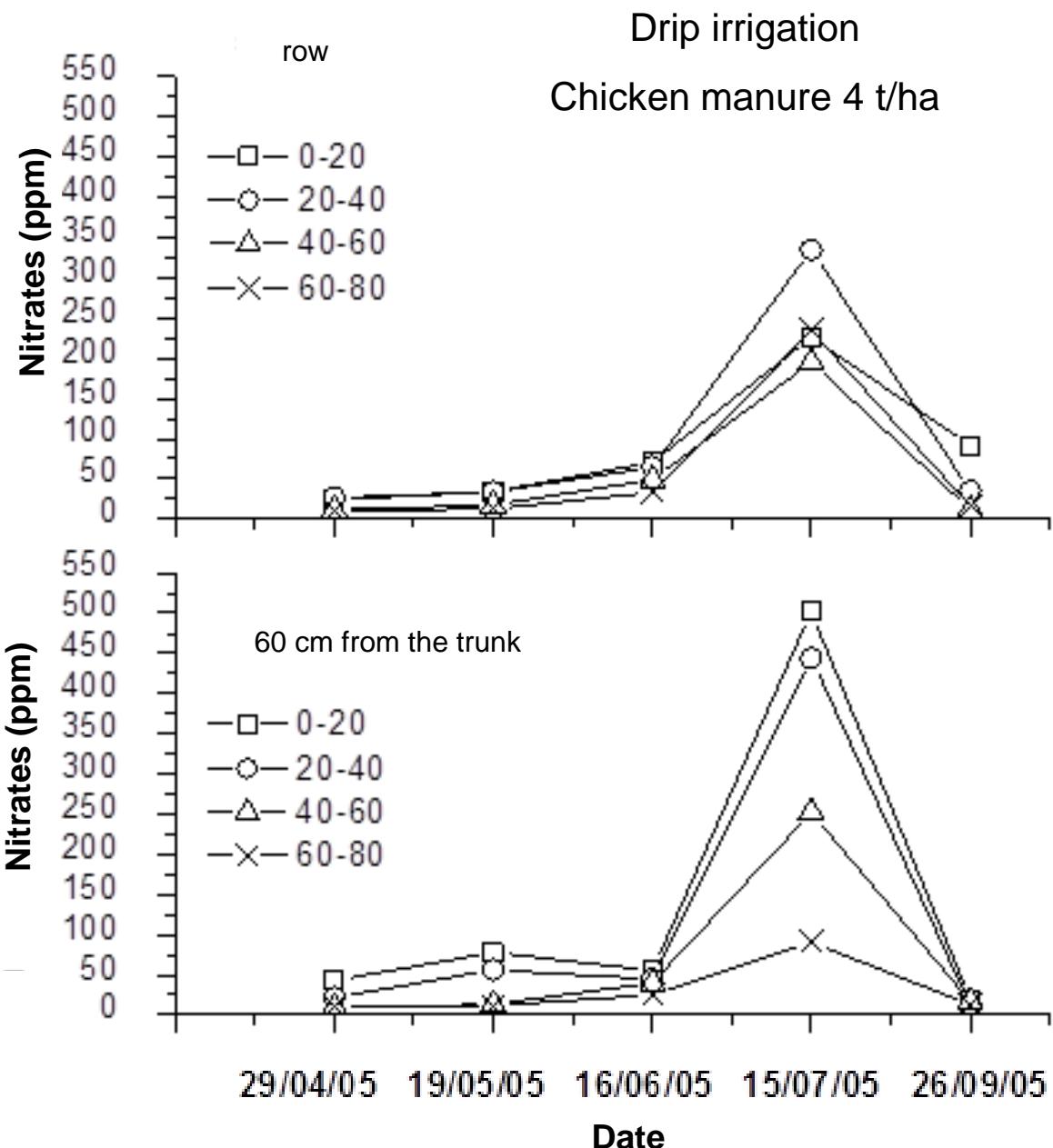


criticità nell'uso di alcuni concimi organici per apporti ridotti di N

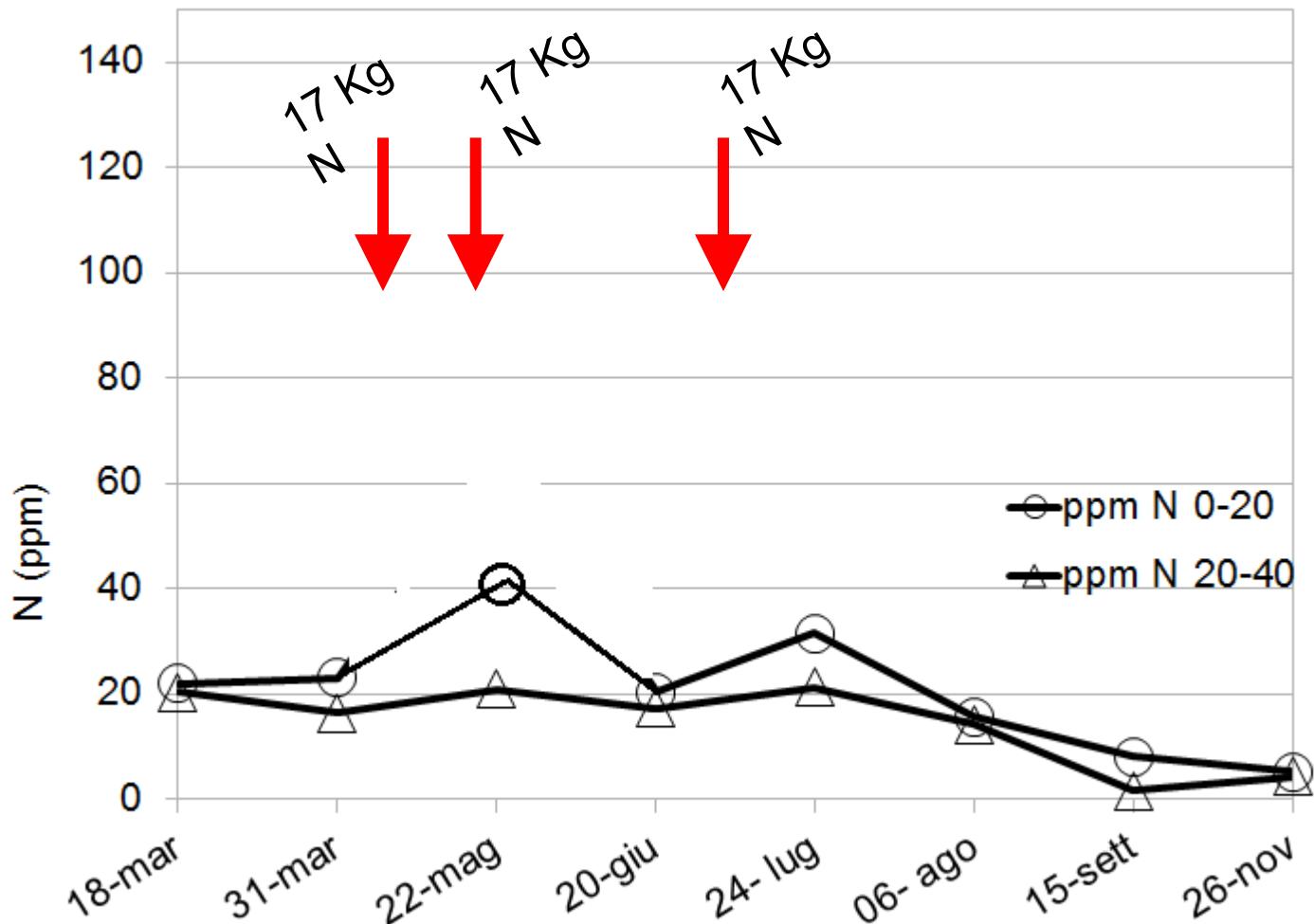


**Sincronizzazione
difficile fra N
rilasciato
e richiesto dalla
pianta**

Mikkelsen and Hartz, 2008



Esempio di oscillazione NO_3 in caso di concimazione minerale



CARBON FOOTPRINT (Kg CO₂eq/L)

functional unit = 1 L bottled olive oil

	Field (removal – emissions)	Mill	Package	CF
Sustainable Oil produced 1,552 Kg	-16.04	0.13	1.81	-14.09
Conventional Oil produced 672 Kg	0.48	0.13	1.81	+2.42



Carbon footprint (CO₂ per unit yield)

6-year average yield (t/ha)

25.86

19.86

sustainable

conventional



t/ha CO₂

input *	- 48.0	- 25.8
output **	24.8	30.8
permanent structures	-3.8	-3.8
fertilization	0.6	0.3
farm operations	5.9	1.3
<hr/>		
balance	-20.5	2.8

carbon footprint (KgCO₂/kg fruit)

-0.79

0,14

*input = cover crops, leaves, roots turnover, yield, pruning material and compost -only for sustainable

** output = soil respiration, farm operations and burning of pruning material (conventional)

....economic advantage?

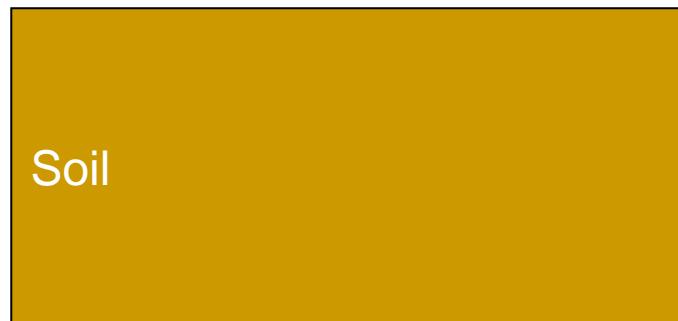
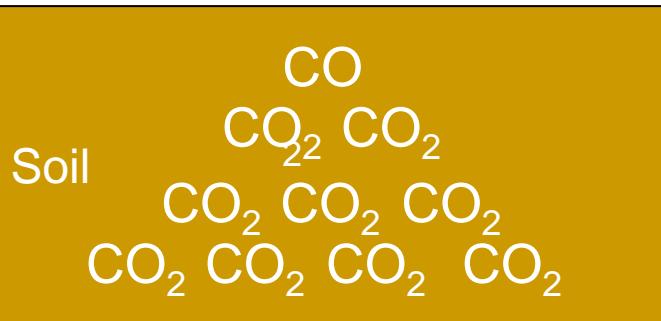
Sustainable



Conventional



CO_2 CO_2 CO_2 CO_2
 CO_2 CO_2 CO_2 CO_2
 CO_2



???? Euro per t CO_2





Decision EC 529/2013

By Jan 1st 2021, EU Member States must monitor and account for carbon sequestration in cropland (including orchards) (Art. 3 Decision 529/2013)

SOIL BIODIVERSITY



root with ifes and spores of *glomus intraradices* (10 X).

Restore of soil fertility

SUSTAINABLE



CONVENTIONAL

Fungi and bacterial communities in the soils

Management	Fungi	Bacterial
Sustainable	214.000	35.600.000
Conventional	29.000	10.000.000

1 g of dry soil

Sofo et al., 2014. Pascazio et al., 2015

Restore of soil fertility

Improvement of Phyllosphere and carposphere by soil sustainable management

Table 1. Classification of the bacterial species from olive fruit pulp (mesocarp) identified on the basis of their genomic sequences (NCBI BLAST® hits).

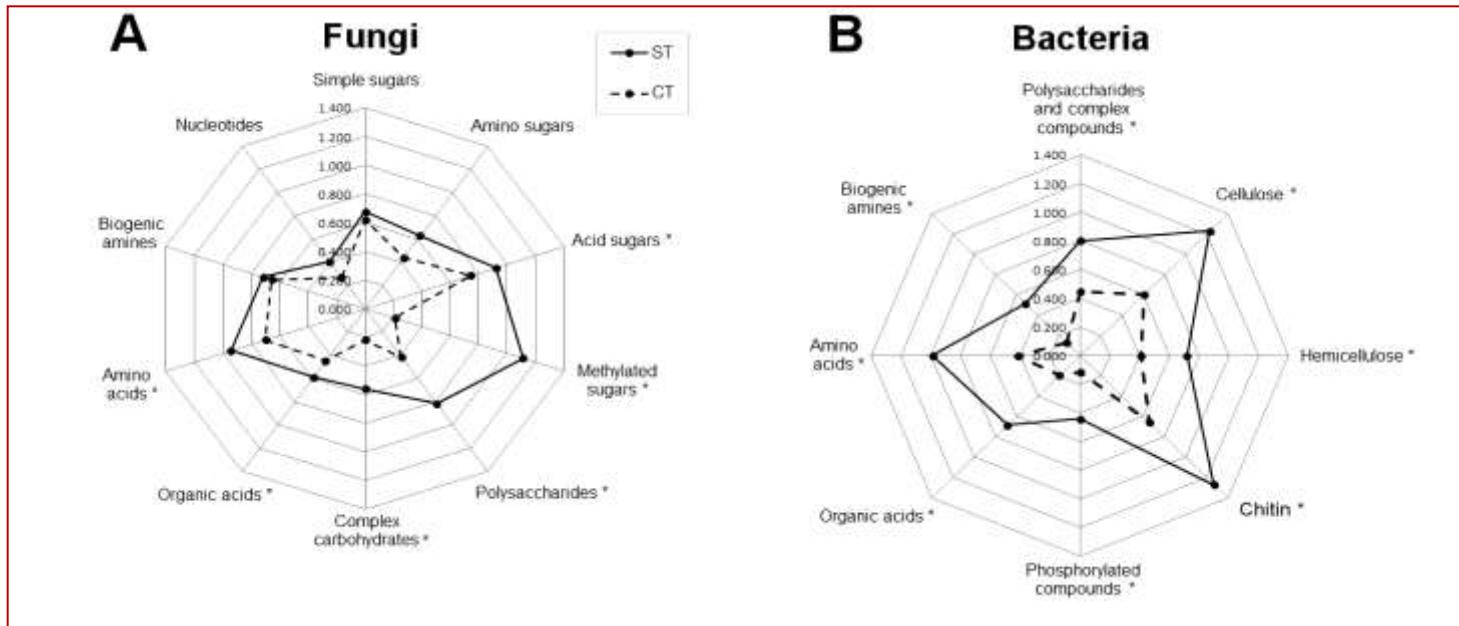
N. species	Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species
Sustainable						
8	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Rahnella</i>	<i>aquatilis</i>
5	Firmicutes	Bacilli	Lactobacillales	Enterococcaceae	<i>Enterococcus</i>	unknown
5	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Kluyvera</i>	<i>intermedia</i>
4	Actinobacteria	Actinobacteridae	Actinomycetales	Microbacteriaceae	<i>Curtobacterium</i>	unknown
2	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Averyllaa</i>	<i>dalhousiens</i>
1	Actinobacteria	Actinobacteridae	Actinomycetales	Microbacteriaceae	<i>Frondihabitans</i>	<i>suicicola</i>
1	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Hafnia/Rahnella</i>	<i>alvei</i>
1	Proteobacteria	α-Proteobacteria	Rhizobiales	Methylobacteriaceae	<i>Methylobacterium</i>	unknown
1	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Pantoea</i>	unknown
1	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Serratia/Rahnella</i>	unknown
1	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Serratia</i>	unknown
Conventional						
2	Proteobacteria	γ-Proteobacteria	Enterobacteriales	Enterobacteriaceae	<i>Pantoea</i>	<i>agglomerans</i>

[page 18]

[International Journal of Plant Biology 2015; 6:6011]

OPEN  ACCESS

da Pascazio et al., 2015



Radar diagrams of (A) fungal and (B) bacterial AWCD of all the main classes of carbon substrates in soils sampled from the ST (continuous line) and CT (dashed line). Statistic like in Table 1. Asterisk: significant difference at $P \leq 0.05$.

The adoption of sustainable agricultural practices had positive effects on soil microbiota, leading to a deep change in the structure of soil microbial communities and to a significant increase in microbial diversity

SPECIFIC BACTERIAL COUNTS

Bacteria involved in nitrogen cycle (*Azotobacter*, proteolytic bacteria, ammonifying bacteria and *Pseudomonas*) were identified and counted in specific culture media.

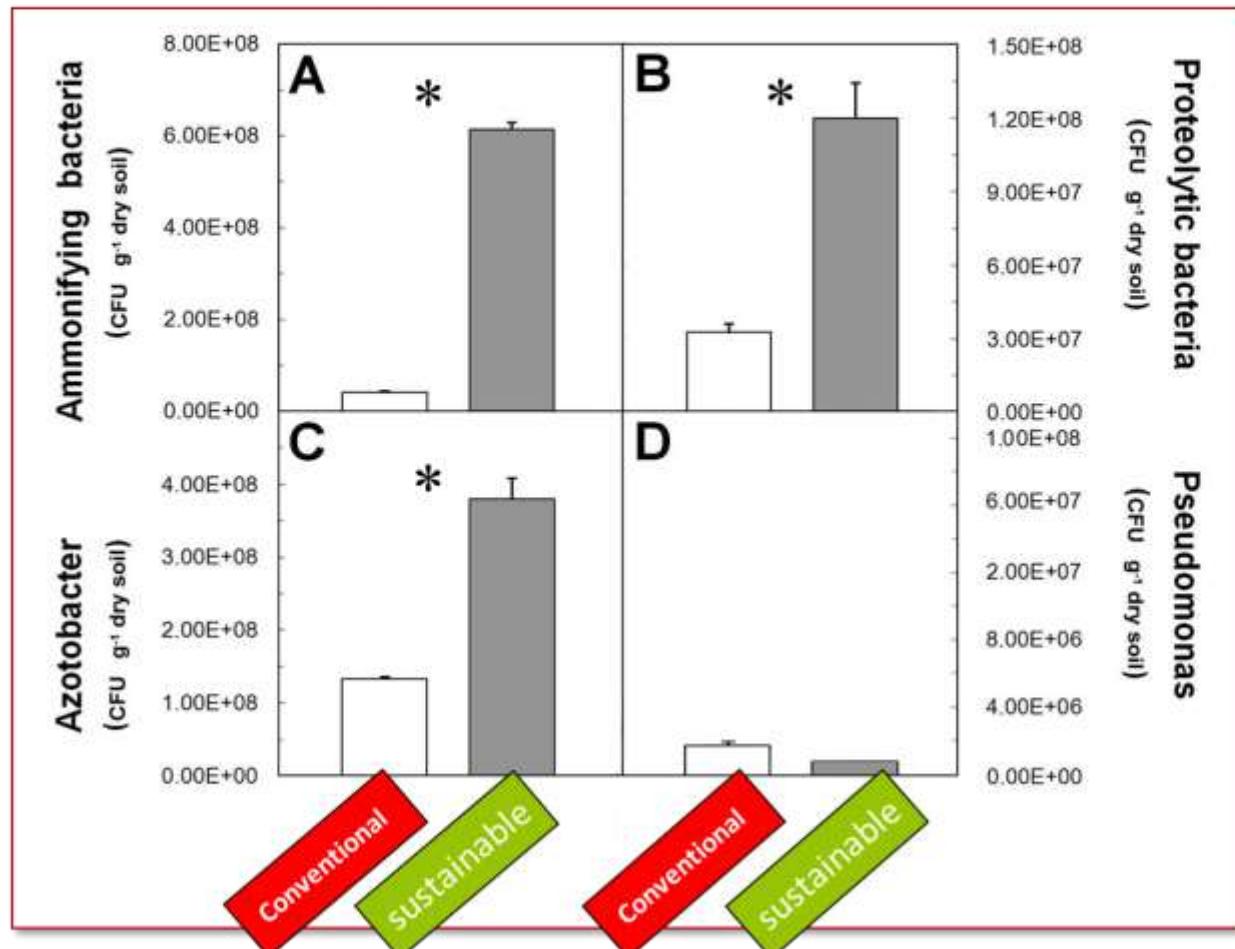


Figure.
Ammonifying bacteria (A), proteolytic bacteria (B), *Azotobacter* (C) and *Pseudomonas* (D) in the CT (white bars) and ST (grey bars).
Asterisk: significant difference at $P \leq 0.05$.

(Sofo et al.,)

Conclusions

- Microorganisms significantly responded to a sustainable orchard management characterized by the medium-term application of endogenous sources (cover crops and pruning residues) of organic matter.
- ...Working Hypothesis...



**Role of microorganisms in cycling of nutrient elements
and in plant nutrient uptake and growth...through
Elements analysis in xylem sap...**

...is lacking knowledge on
how bacterial communities and the ecosystem
processes are related and how these links may
affect production and ecosystem multi-
functionality.



Our Hypothesis...

SUSTAINABLE ORCHARD MANAGEMENT INFLUENCE MICROBIOME BIODIVERSITY

Determining ecosystem multi-functionality and
enhancing plant resilience against biotic and
abiotic stresses



Endophytes' role in protection against plant pathogens and productivity of agricultural ecosystem

Plant secondary genome

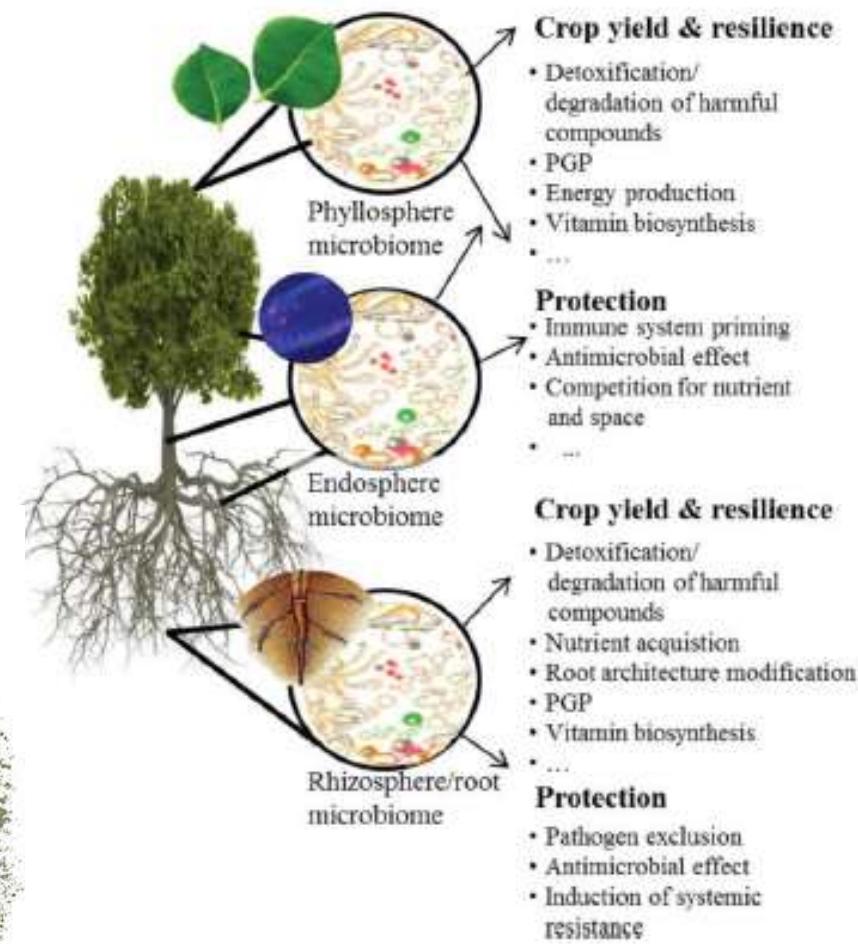


Microbiome

Important for physiological functions...



....as intestinal flora in humans





Research Article

Open Access

Endophytic Bacteria Associated to Sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae), Insect Vectors of *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca*

Cláudia Santos Gai¹, Francisco Dini-Andreote¹, Fernando Dini Andreote¹, João Roberto Spotti Lopes², Wellington Luiz Araújo³, Thomas Albert Miller⁴, João Lúcio Azevedo¹ and Paulo Teixeira Lacava^{5*}

¹Department of Genetics, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil

²Department of Entomology, Plant Pathology and Zoology, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brazil

³Núcleo Integrado de Biotecnologia, University of Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, SP, Brazil

⁴Department of Entomology, University of California Riverside, Riverside, CA, USA

⁵Institute of Natural Sciences, Federal University of Alfenas, Alfenas, MG, Brazil

Abstract

Xylella fastidiosa subsp. *pauca* causes citrus variegated chlorosis (CVC) disease in Brazil, resulting in significant production losses in the citrus industry. *X. fastidiosa* subsp. *pauca* is mainly transmitted by three species of sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazil; *Dilobopterus costalimai* (Young), *Acrogonia citrina* Marucci & Cavichioli and *Oncometopia facialis* (Signoret). We identified bacterial communities associated with the heads of surface-sterilized insect vectors of *X. fastidiosa* subsp. *pauca* that were collected from CVC affected citrus groves in Brazil. Bacteria were isolated and analyzed by amplified ribosomal DNA restriction analysis (ARDRA) and sequencing, revealing the presence, among the most abundant genera, of the well-known citrus endophytes *Methylobacterium* spp. and *Curtobacterium* spp. Specific PCR systems for the detection of these genera indicated high frequencies of presence of these bacteria in sharpshooters. The remaining bacterial community was compared in distinct vector species and at different period of the year by denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE), showing its responsiveness to the climate change over the year. These results represent a new basis for the knowledge about the interaction symbiotic-pathogenic bacteria inside insect vectors and provide a basis for further work on the biocontrol of plant bacteria like *X. fastidiosa*.

Keywords: citrus variegated chlorosis (CVC); *Curtobacterium* sp.; *Methylobacterium* sp.

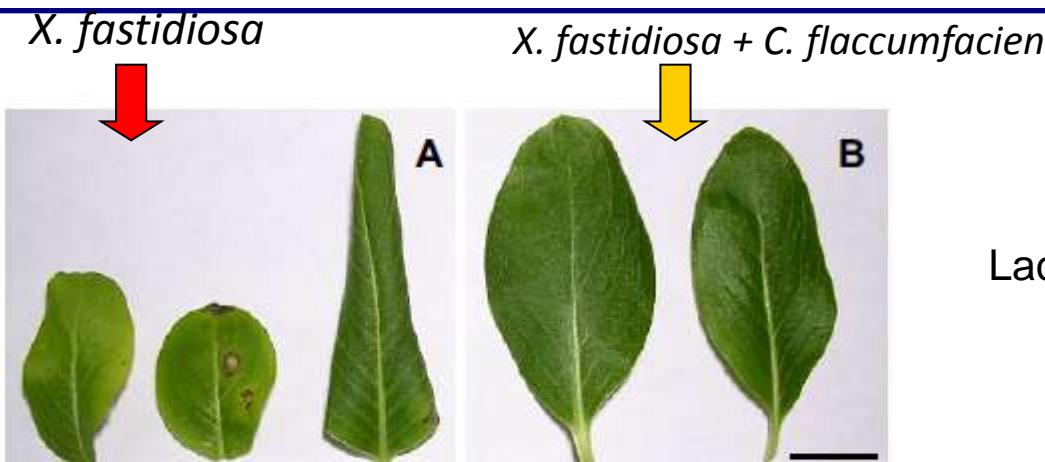
the xylem-feeding habit of sharpshooters and their ability to transmit *X. fastidiosa* [24–27]. In Brazilian citrus groves, *Dilobopterus costalimai*,

Interactions of *Xylella fastidiosa* and Endophytic Bacteria in Citrus: A Review

Paulo Teixeira Lacava^{1*} • João Lúcio Azevedo¹ •
Thomas Albert Miller² • John Stephen Hartung³



X. fastidiosa interacts with endophytic bacteria present in the xylem of sweet orange, and that these interactions, particularly with *Methylobacteriurn mesophilicum* and *Curtobacterium flaccumfaciens*, may affect disease progress.

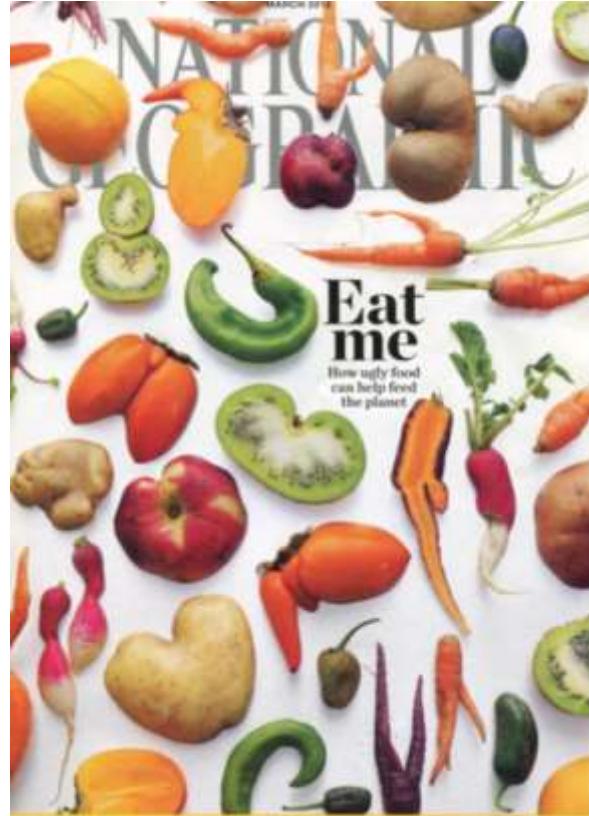


Lacava et al., 2009

Fig. 1 Leaf stunting and chlorosis induced in *Catharanthus roseus* leaves 2 months after inoculation with (A) *X. fastidiosa* subsp. *pauca* (left). (B) Symptom free leaves from a plant doubly-inoculated with *X. fastidiosa* subsp. *pauca* and *C. flaccumfaciens* (right). Scale bar: 1 cm.

**The biggest fruit is not always
the best in quality**

**new marketing approaches
that allow to sell also the not
perfect, from aesthetic point
of view and size, fruit /nuts**



Lost and Tossed: Fruit and Vegetables

Every year some 2.9 trillion pounds of food—about a third of all that the world produces—never get consumed. Along the supply chain fruits and vegetables are lost or wasted at higher rates than other foods. Easily bruised and vulnerable to temperature swings en route from farm to table, they're also usually the first to get tossed at home.

■ LOST

Produce abandoned or discarded during harvesting, shipping, or processing



FRUIT AND VEGETABLE SUPPLY CHAIN*

20%
Lost during picking
and sorting

3%
Lost during storage
and shipping

2%
Lost during juice production,
canning, or baking

■ WASTED

Produce discarded by vendors or consumers, often because of damage or expiration dates



9%
Discarded at wholesalers
and supermarkets

19%
Uneaten and discarded
in homes

47%

53%

*AUSTRALIA, CANADA, NEW ZEALAND, AND U.S. DATA ONLY

MANUEL CANALES, NGM STAFF; TONY SCHICK, SOURCE: FAO



Industrialized countries lose fewer fruits and vegetables in production, but consumers there waste more. In developing countries more is lost in production, but consumers throw out less.

Apricot cv Flopria

Size and Price to the growers

35/40 gr ➔ 0.10 €

55+ gr ➔ 0.70 €

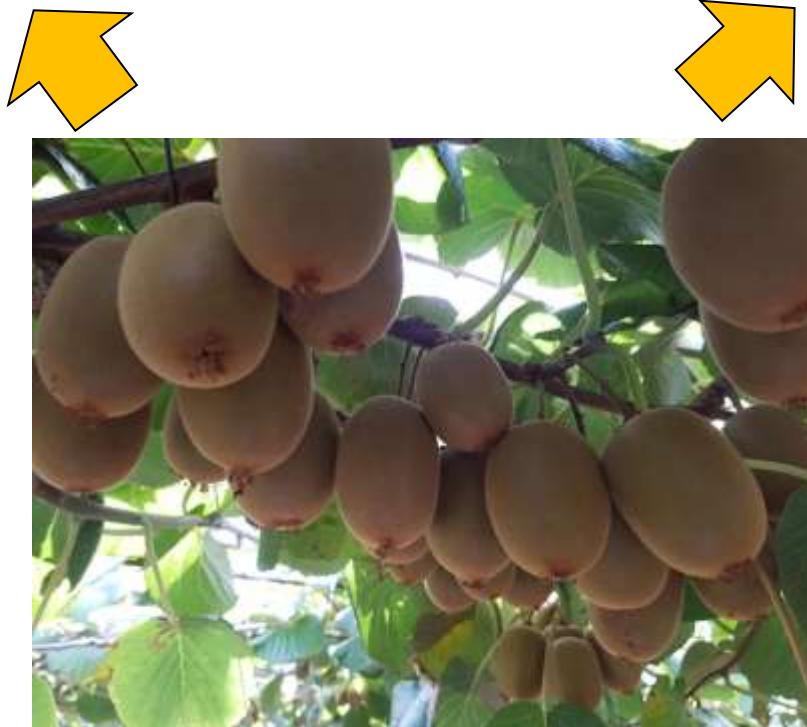


Kiwifruit/yellow
flesh

Size and Price

75/85 1 €

150/160 1.9 €



Brix 14.65

DM 21.48

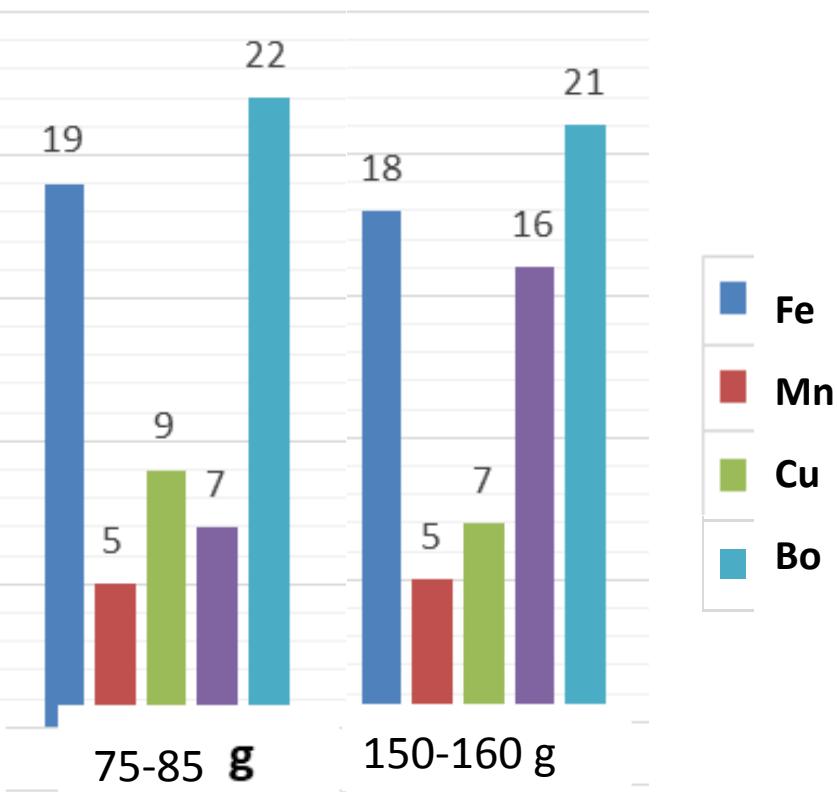
Brix 15

DM 21.51

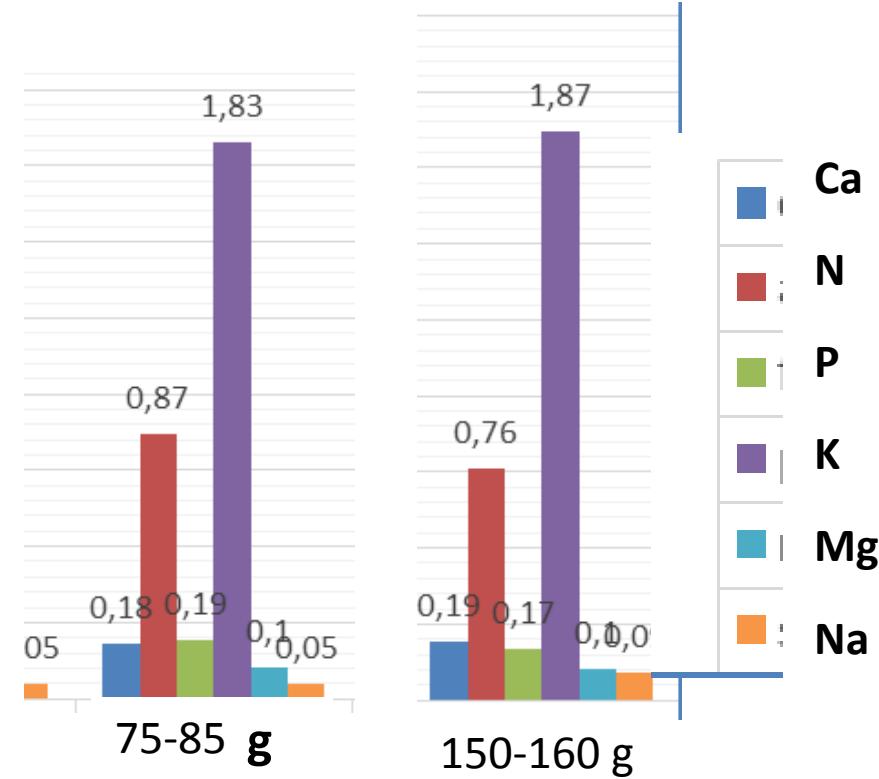
No differences in quality between
sizes!

Mineral content of kiwifruit

Microelements ppm



Macroelements %



No differences between sizes!



United Kingdom: 9 out of 10 retailers promote the sale of imperfect fruits and vegetables

Nel Regno Unito la vendita di **frutta e verdura imperfetta**, cioè quella che normalmente non raggiunge gli scaffali perché ha problemi estetici che però non ne inficiano la qualità, sembra essere promossa a pieni voti... ma con una riserva: quella del pezzo.

Una recente indagine della società di ricerca Blue Yonder - come [riporta AOL](#) - rivela infatti che 9 responsabili vendite su 10 dei maggiori retailers britannici giudicano positivamente la vendita di frutta e verdura *brutta ma buona* a patto però che, stando ai feedback dei propri clienti, sia venduta sugli scaffali a un prezzo più basso, assimilabile a quello da discount.

The screenshot shows the homepage of Fresh Plaza, a platform for the fruit and vegetable trade. At the top, there's a banner with the text "Il sito web per il commercio italiano di frutta e verdura" and "Da oltre 30 anni". Below the banner are several colored boxes: green (with a pear icon), red (with an orange icon), yellow (with a beetroot icon), and blue (with a tomato icon). The main menu includes "Notizie", "Cerca", "Ricerca di personale", "La Sveglia", "Foto", "Registrazione", and "PIPITA". A secondary navigation bar at the bottom includes "Verdura", "Frutta", "Agro", "Barone", "Patate & Cipolla", "Ortobutta trasformata", "Salute & Sicurezza alimentare", "Ingrido", "Retail", and "Innovacion". There are also links for "Cultura d'Impresa", "Logistica", "Diversi", and "Agenda".



Frutta e verdura solitamente scartata per la vendita al dettaglio.

Nel Regno Unito il consumatore si dimostra particolarmente attento alla sostenibilità ambientale, visto e considerato che un recente rapporto del Global Food Security del governo britannico rivela che il 40% della frutta e della verdura commestibile non raggiunge nemmeno gli scaffali, proprio per via di difetti esteriori.

Imperfect from aesthetic point of view



TERROIR/ AGRICULTURAL VOCATION and ORCHARD DESIGN

- CORRECT CHOICE OF THE SPECIES
- NUMBER OF TREES/ha
- RESISTANT/TOLERANT TO WATER SHORTAGE
- CORRECT CHOICE OF TRAINING SYSTEM









3.5m x 0.35m (8183 alb./ha) – V



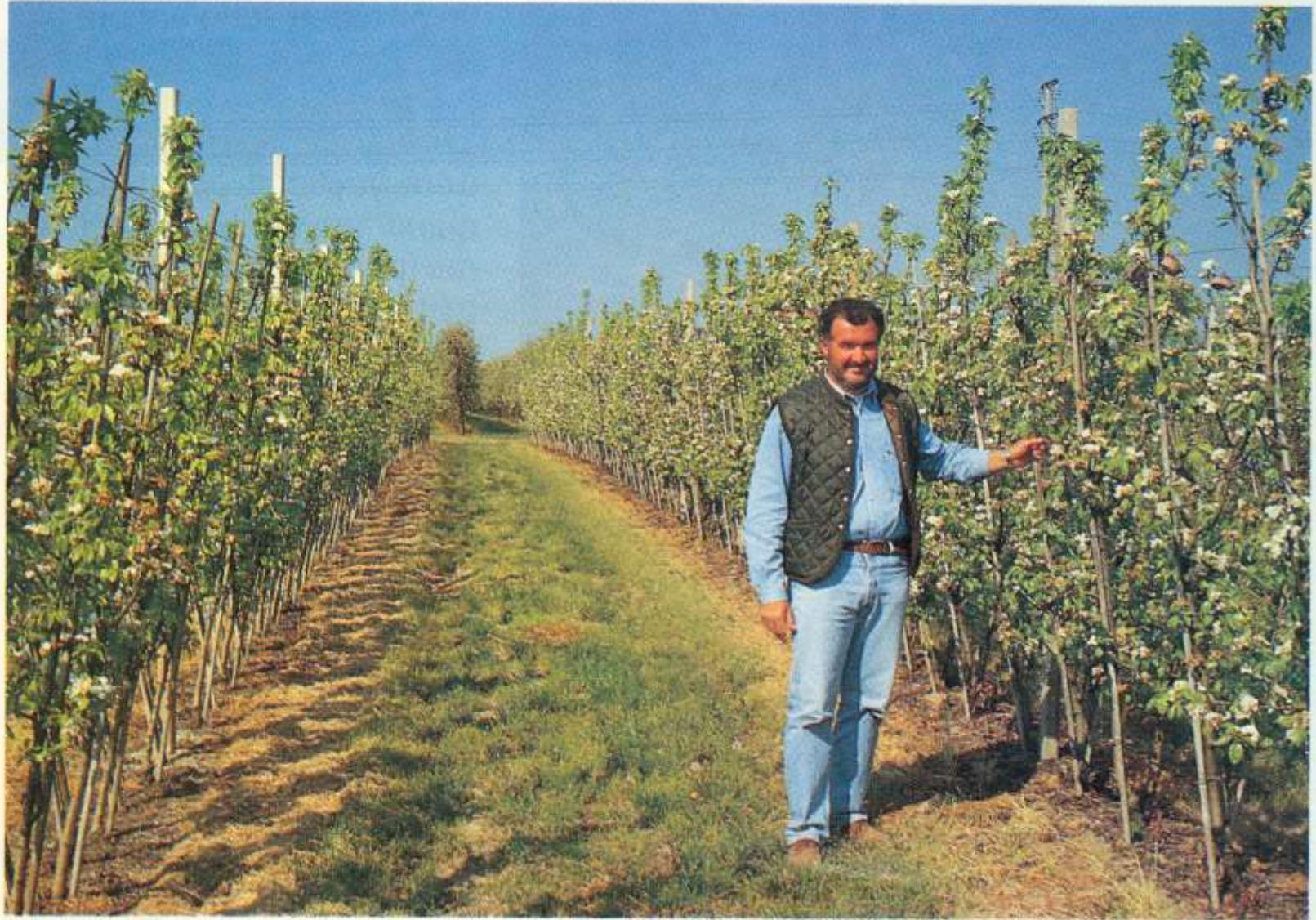
3.5m x 1.00m (2857 alb./ha) – Asse centrale

(Tratto da Lugli)





Foto Vivai Mazzoni



Filari di "Abate Fétel"/cotogno MC in fioritura, al 5° anno. L'allevamento a V sembra congeniale per gli alberi fitti sulla fila (distanza 0,4 m). Si noti la bassa statura degli alberi.



Species and variety

- Self-fertile varieties**
- Low chilling requirements**
- High heat requirements to avoid early frost**
- Late blooming**
- Short interval from blooming to harvesting**
- Tolerant to water stress**

rootstocks

CORRECT CHOICE OF ROOTSTOCK

- TOLERANT TO WATER STRESS**
- EFFICIENT AND RAPID COLONISATION OF THE AVAILABLE SOIL**
- GROWTH OF ROOTS IN THE DEEP SOIL LAYERS**
- HIGH RATIO BETWEEN ROOTS AND LEAVES**
- RESISTANCE/TOLERANCE TO SOIL PATHOGENS
(NEMATODES, PHYTOPHTHORA, ARMILLARIA MELLEA...)**

C. Xiloyannis **Research Group**

B. Dichio

V. Nuzzo

G. Montanaro

G. Celano

D. Palese

A. Sofo

A. Tuzio

E. Lardo

A. Mininni

F. Manicone

N. Briglia

A. Miccoli

D. Laterza

C. Fausto



ISHS- IX International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops
17-20 June 2019 in MATERA, ITALY

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA



ARCHITETTURA, AMBIENTE
PATRIMONI CULTURALI
Dipartimento delle Culture
Europee e del Mediterraneo

Agreement
towards a green society
Spin Off Accademico - Università degli Studi della Basilicata



ADAPTANDO EL USO DEL AGUA EN EL MEDITERRÁNEO

(Experiencia en la cuenca del Júcar)

Joaquín Andreu Álvarez

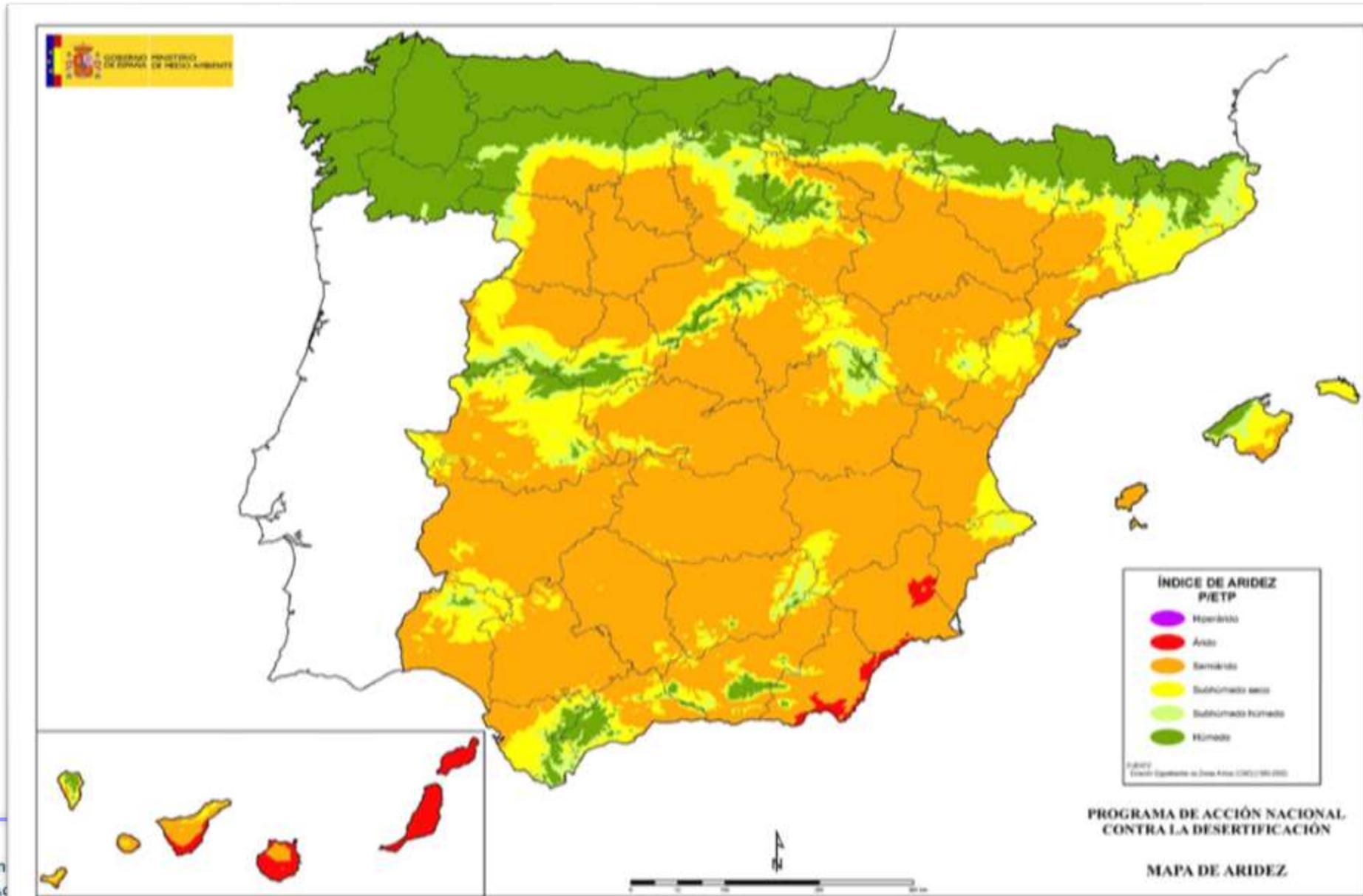
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) Universidad Politécnica de Valencia
e-mail: ximoand@upv.es www.upv.es/iiama/ www.upv.es/aquatool/

Abel Solera Solera, Javier Paredes Arquiola

USO DEL AGUA EN LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS DE ESPAÑA (HISTORIA DE ADAPTACIÓN)

● CUENCAS ESPAÑOLAS:

- INDICE DE ARIDEZ



- CRECIMIENTO DE DEMANDAS
- ESCASEZ DE AGUA - INDICE DE EXPLOTACIÓN

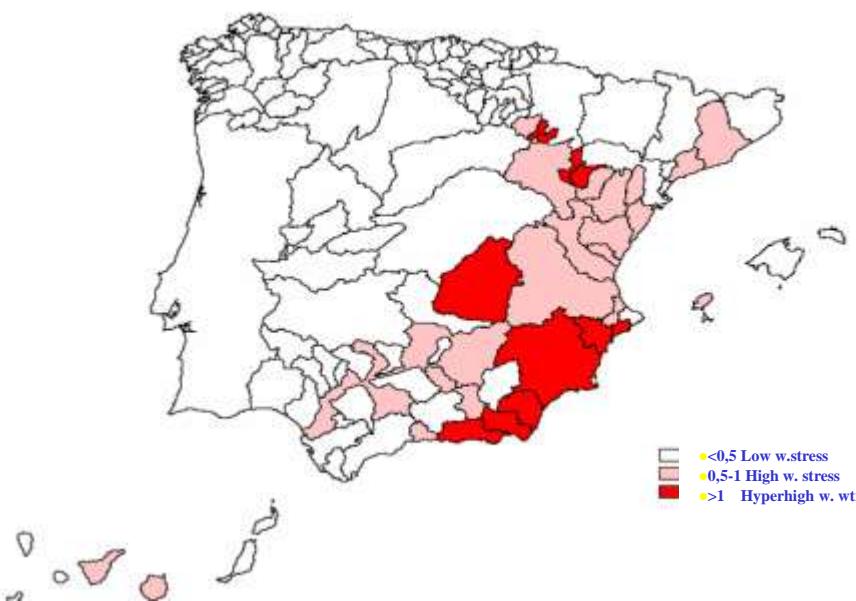
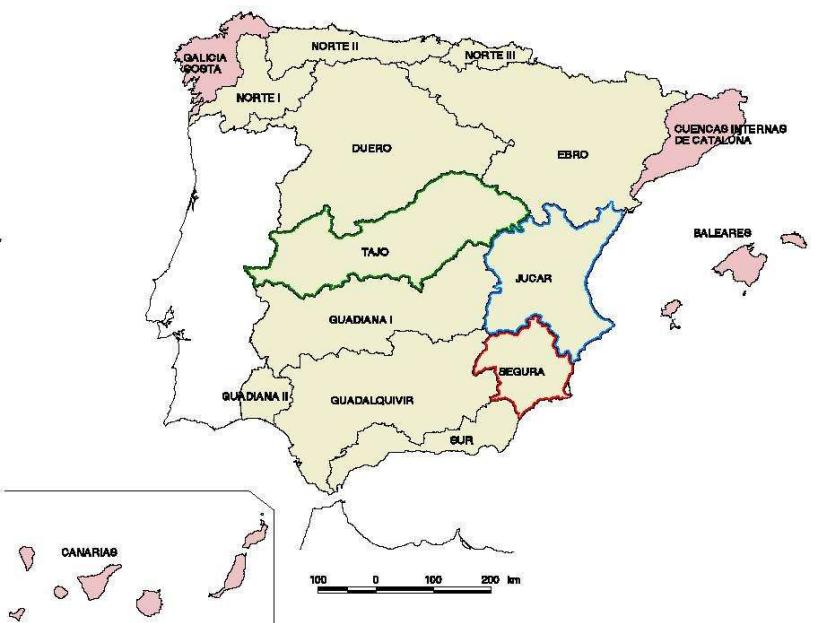
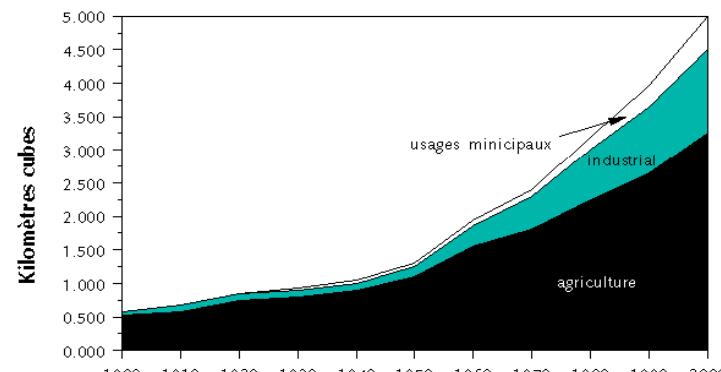


Figure 4. Augmentation de l'utilisation de l'eau

Retraits mondiaux annuels d'eau, par secteur, 1900 — 2000



Source : Abramovitz 1996 (1)

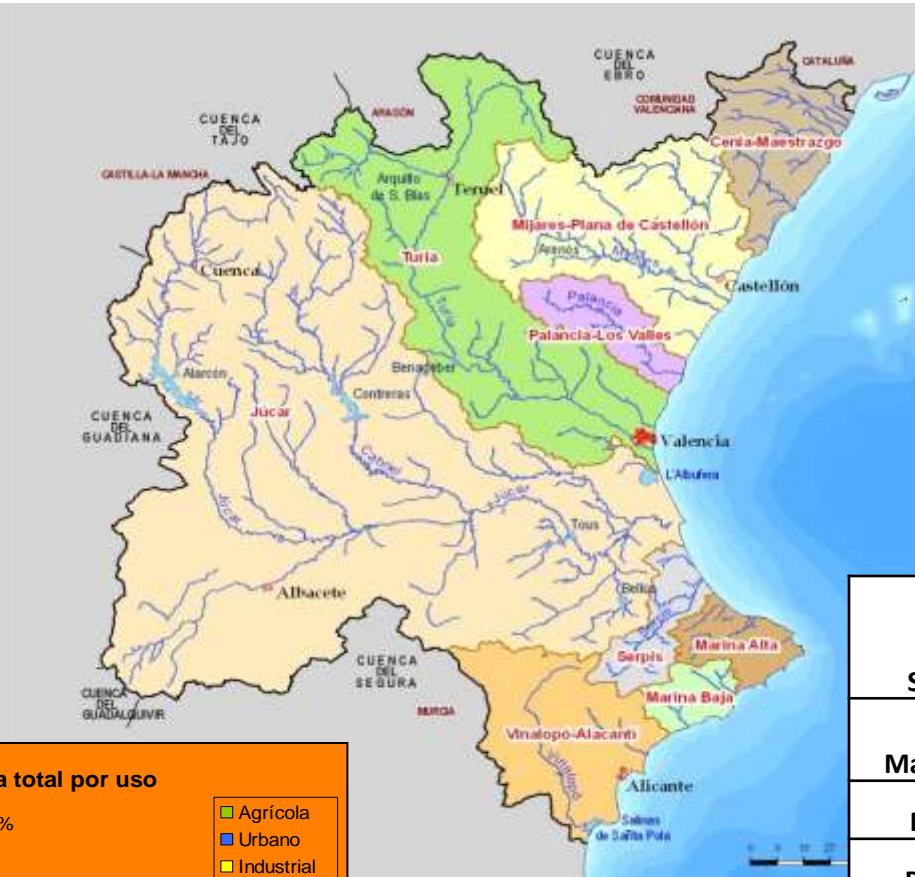
• INDICE DE EXPLOTACIÓN (ESTRÉS HÍDRICO)

AMBITO	DEMANDA	REC.RENOVABLE	D/RR
Galicia Costa	819	12.250	0,07
Norte I	617	12.689	0,05
Norte II	589	13.881	0,04
Norte III	486	5.337	0,09
Duero	3.860	13.660	0,28
Tajo	4.065	10.883	0,37
Guadiana I	2.312	4.414	0,52
Guadiana II	219	1.061	0,21
Guadalquivir	3.760	8.601	0,44
Sur	1.350	2.351	0,57
Segura	1.834	803	2,28
Júcar	2.962	3.432	0,86
Ebro	10.378	17.967	0,58
C.I. Cataluña	1.357	2.787	0,49
Baleares	288	661	0,44
Canarias	427	409	1,04
Total España	35.323	111.186	0,32

Confederación Hidrográfica del Júcar



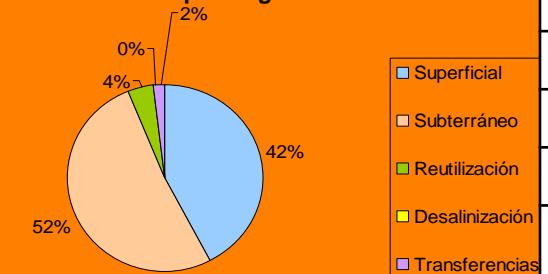
Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente



Demand total por uso



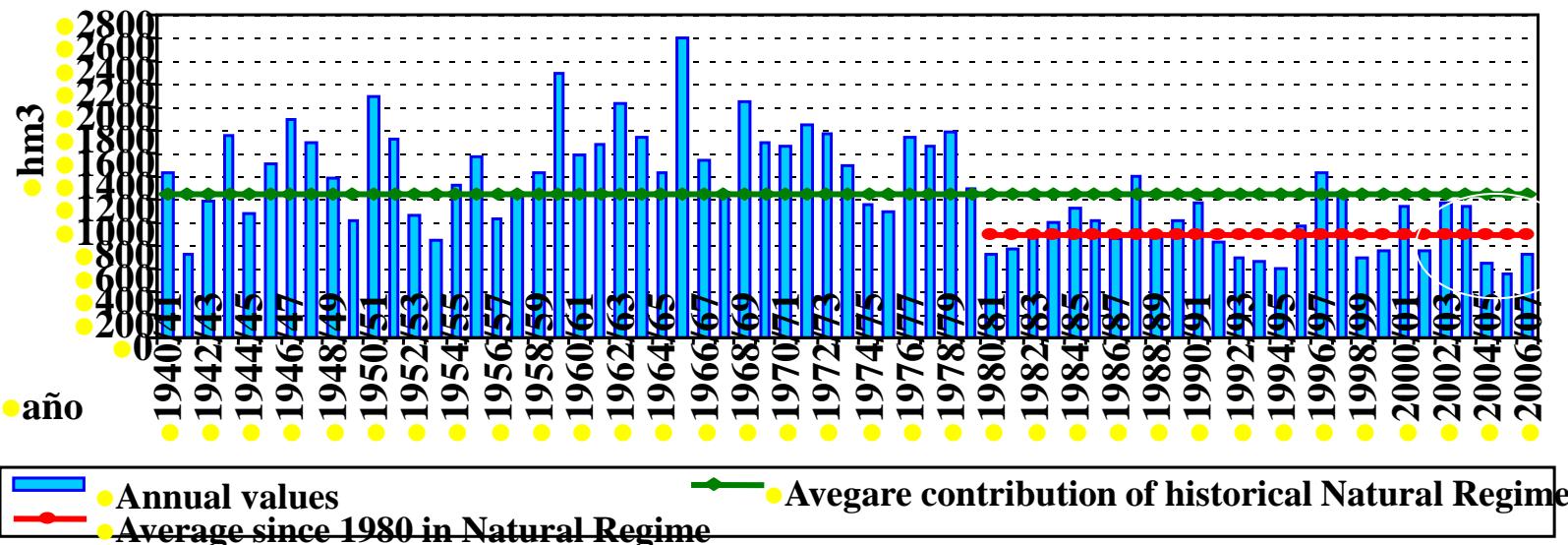
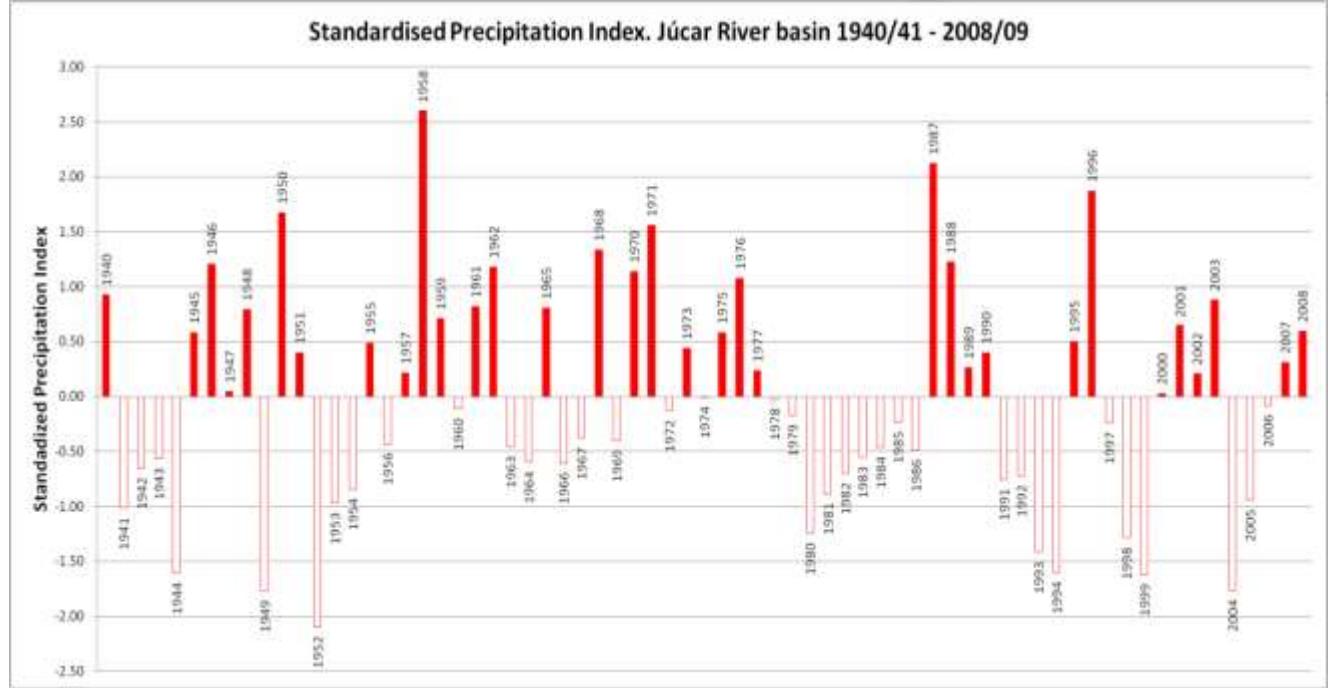
Demand total por origen de los recursos



Superficie (km ²)	43.000
Población permanente	4.792.528
Población Equivalente turismo	367.322
Superficie de riego (ha)	347.275
Demanda de agua (hm ³ /año)	3.280

Sistema	Demanda 2015	Recurso en régimen natural	Demanda / Recurso régimen natural
Cenia-Maestrazgo	117	312	0,38
Mijares	300	531	0,56
Palancia	101	117	0,87
Turia	666	496	1,34
Júcar	1.546	1.671	0,93
Serpis	125	190	0,66
Marina Alta	94	222	0,42
Marina Baja	75	74	1,01
Vinalopó - Alacantí	256	97	2,64
Total DHJ	3.280	3.711	0,88

● SEQUÍAS PERSISTENTES



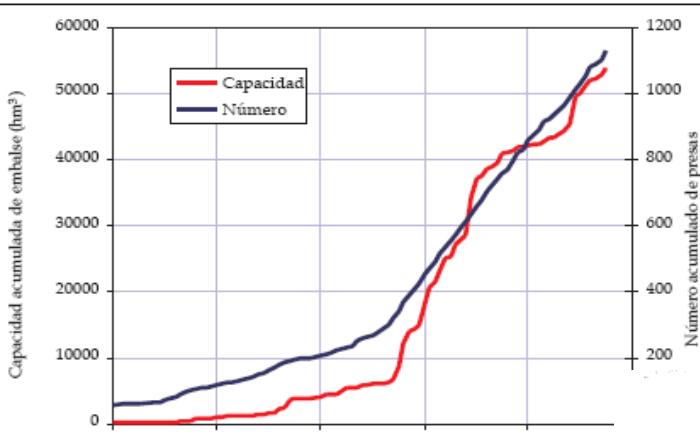
Larga tradición de Adaptación a Escasez y Sequía

-Infraestructuras:

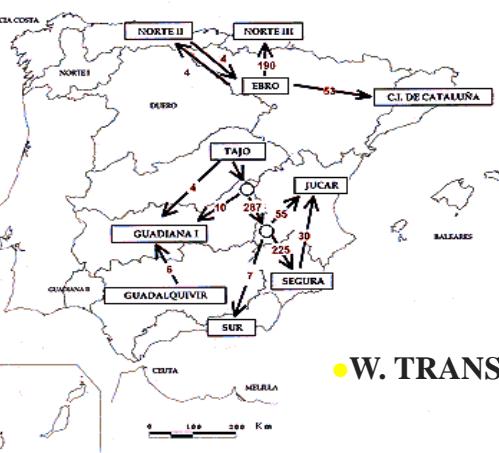
- En tiempos históricos (sistemas de riego, acequias y embalses; desde tiempos de los romanos y árabes, ...)

- Desde 1900's (grandes presas y embalses, pozos, transferencias,)

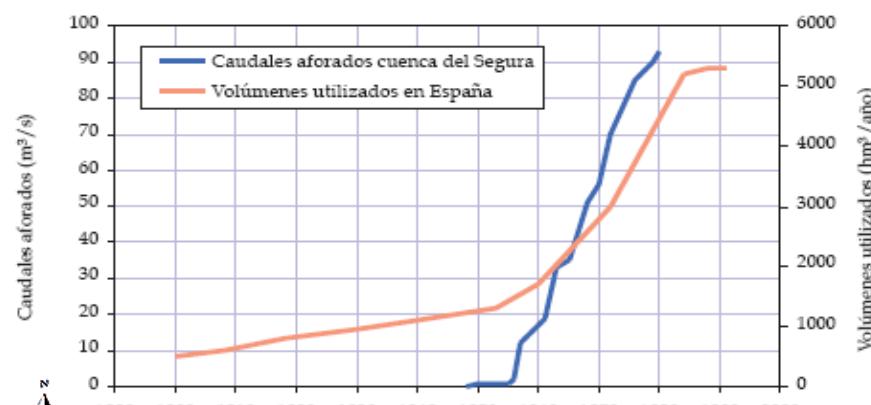
Sistemas de Recursos Hídricos Desarrollados



• DAMS

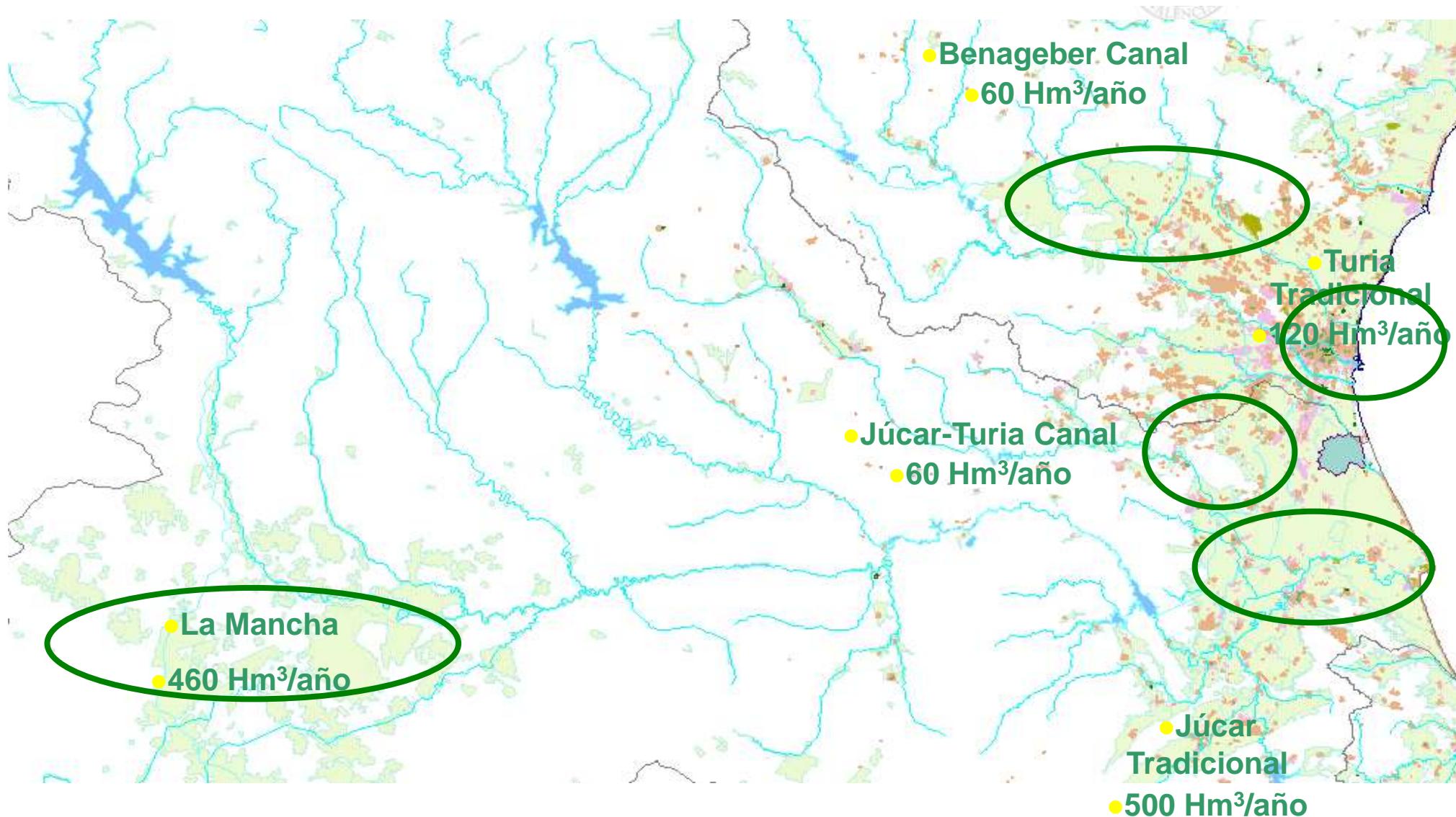


• W. TRANSFERS

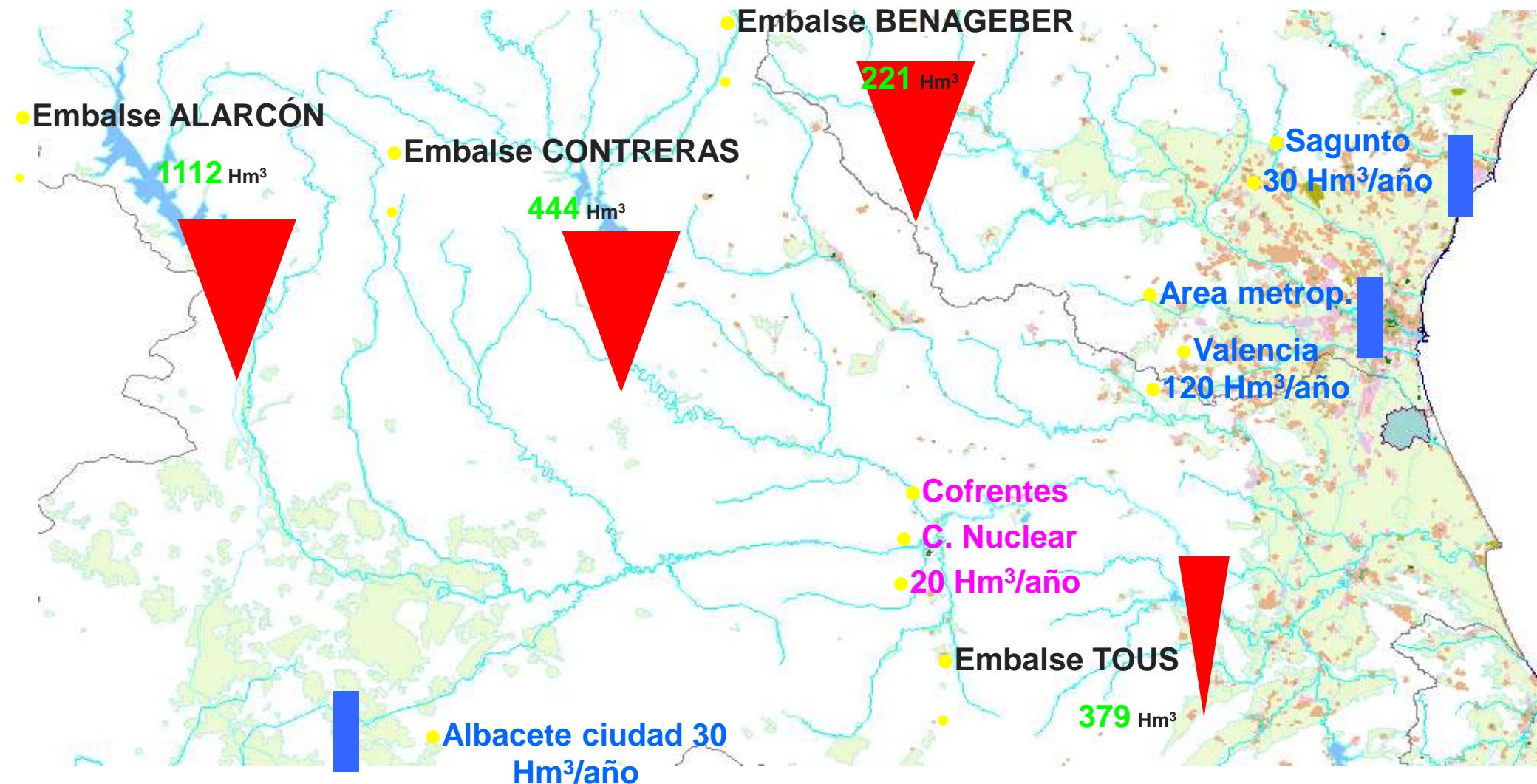


• WELL
S

•SISTEMA JUCAR-TURIA: Principales zonas de riego



•SISTEMA JUCAR-TURIA: Principales Embalses y Suministros Urbanos e Industriales



•(1 Hm³ = 1 GI) CC-NC-ND-09 9

Larga tradición de (cont.):

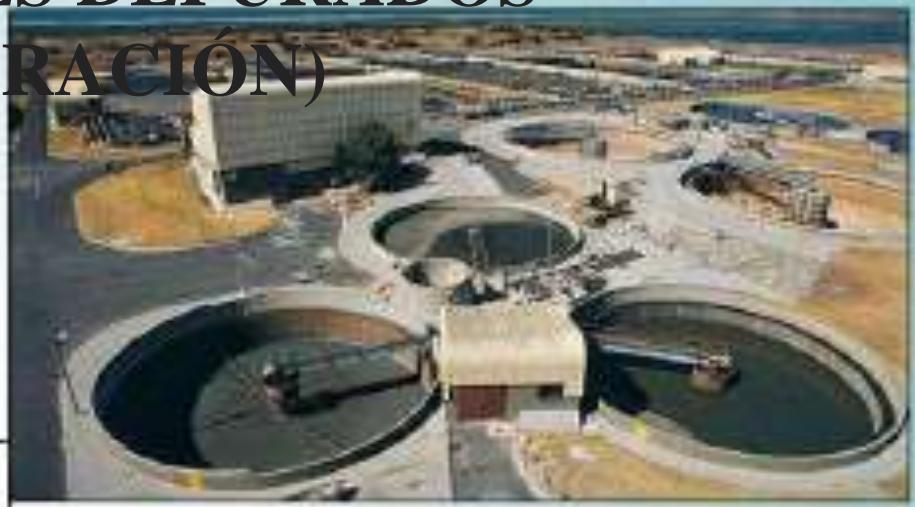
- **Legislación** (ley aguas 1866-1879; ley financiación 1911; **ley aguas 1985**; ley aguas 2003-DMA)
- **Planificación** (Plan OH 1902; 1933; 1940; Planes cuenca 1980, 1998, 2009, 2015)
- **Mejoras en la Gestión:**
 - Uso Conjunto de aguas superficiales y subterráneas (desde 1900's)
- **Participación**
- **Organización, Institutions & Asociaciones:**
 - Históricas. p.ej.: Tribunal de las Aguas de Valencia (Asociación de Regantes del río Turia) desde año 1000 hasta la fecha.
 - Desde 1926: Asociaciones Multisectoriales Público-Privadas de Cuencas (Confederaciones Hidrográficas)

ACCIONES ESTRATÉGICAS EN POLÍTICA DE AGUAS

- **Implantación de la DMA**
- **Planes de Demarcaciones Hidrográficas**
- **Planes y programas sectoriales:**
 - Plan Nacional de Calidad de Aguas: II Plan de **Saneamiento y Depuración**
 - Planes Especiales de **Sequía**
 - Planes frente a **Inundaciones** (Directiva europea Inundaciones)
 - Plan Nacional de **restauración** de ríos y riberas
 - Plan nacional de **modernización** de regadíos
- **Recursos no convencionales: Desalación y reutilización**
- **Adaptación al cambio climático**

• REUTILIZACIÓN DIRECTA • DE EFLUENTES DEPURADOS

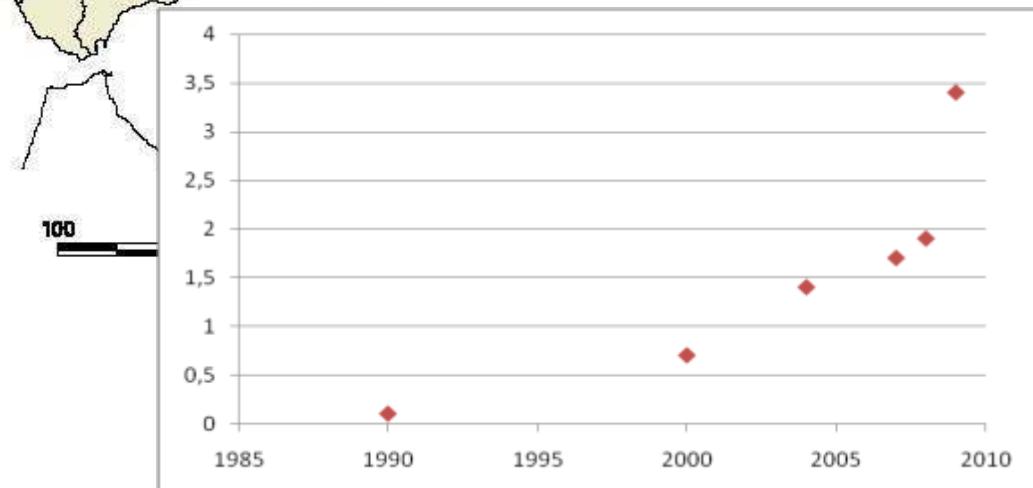
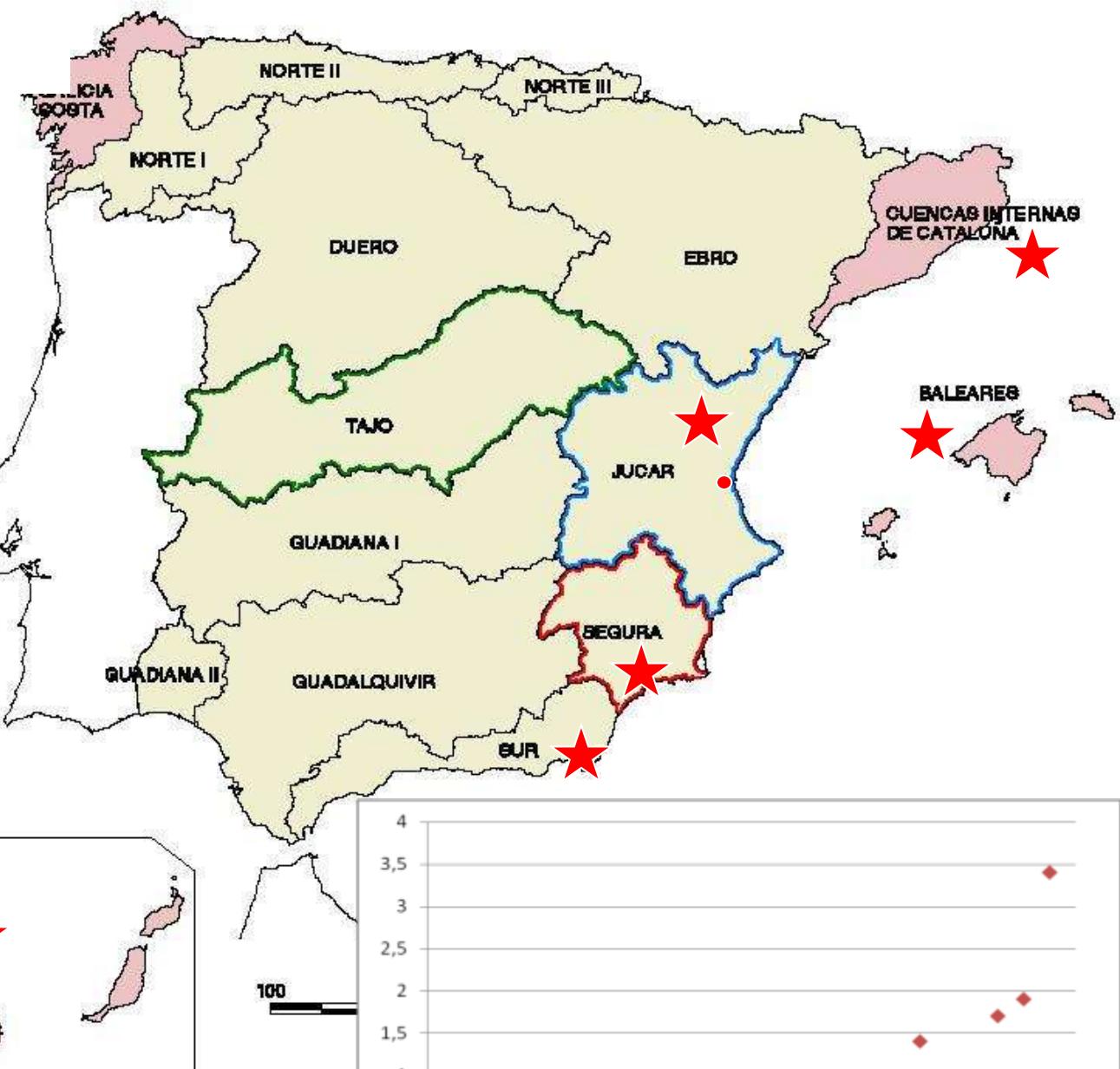
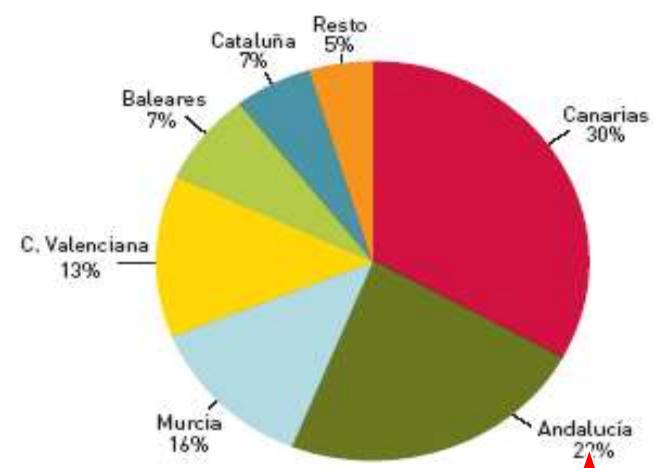
The main use for water reuse
corresponds nowadays to irrigation and
environmental flows.



• Desalinización

- Capacidad instalada:

- $3.5 \text{ Hm}^3/\text{día} = 1277 \text{ Hm}^3/\text{año}$



CRITERIOS DE SATISFACCIÓN DE LOS USOS Y DE LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES



- ◆ En la planificación para el futuro, los escenarios hidrológicos son inciertos (incluso sin cambio climático). También lo son los escenarios de demandas.
- ◆ Nunca es posible asegurar nada →
- ◆ Uso de criterios de satisfacción: indicadores de garantía, riesgo y vulnerabilidad
- ◆ Estos indicadores se utilizan para comparar alternativas de adaptación
- ◆ Las medidas contempladas en los planes están encaminadas a hacer sostenible el uso del agua manteniendo las masas de agua en buen estado

El cambio climático

● <http://www.ipcc.ch/index.htm>



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

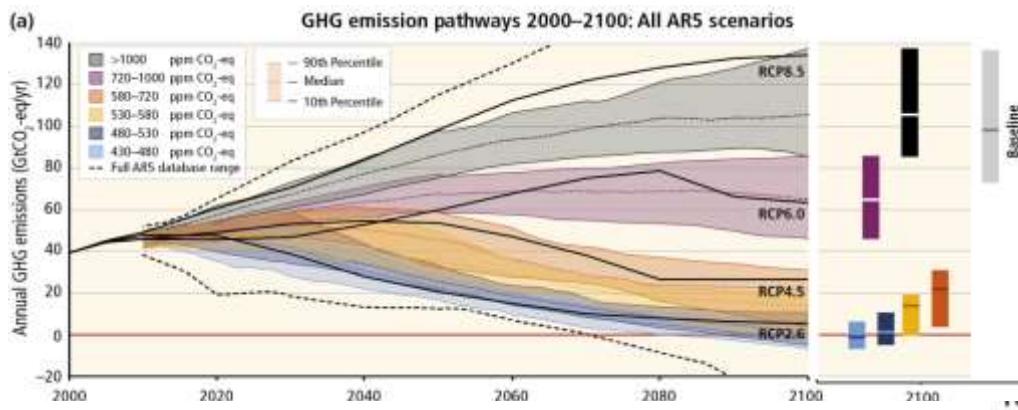
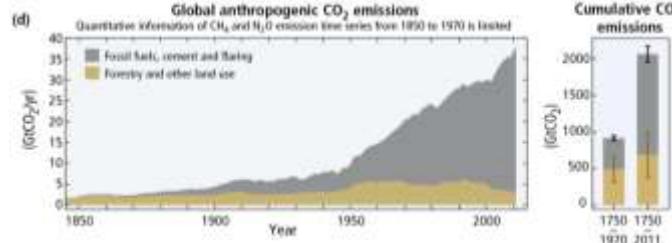
The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the international body for assessing the science related to climate change. The IPCC was set up in 1988 by the World Meteorological Organization (WMO) and United Nations Environment Programme (UNEP) to provide policymakers with regular assessments of the scientific basis of climate change, its impacts and future risks, and options for adaptation and mitigation.



Los pronósticos climáticos

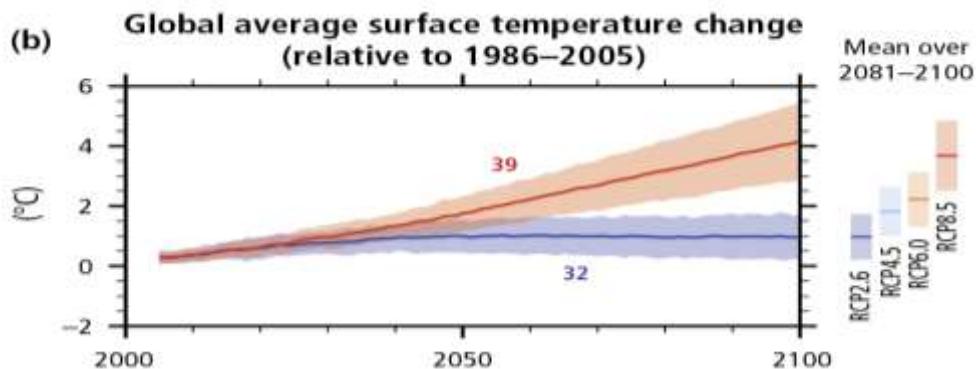
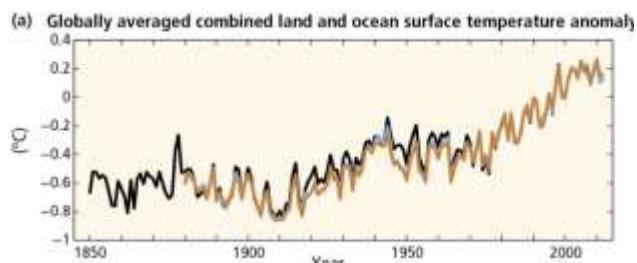
•EMISIONES

CO_2 (fuente) Climate change 2014. Synthesis report.
<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>



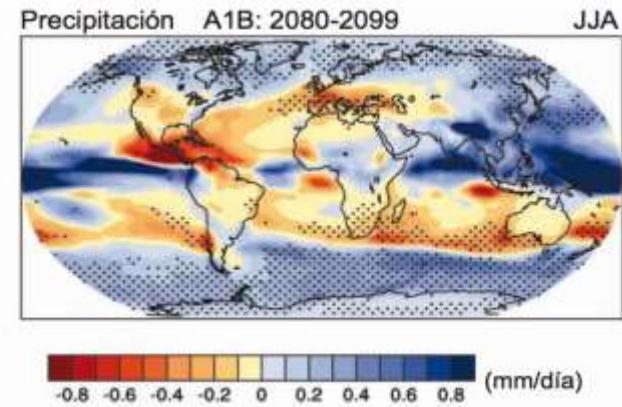
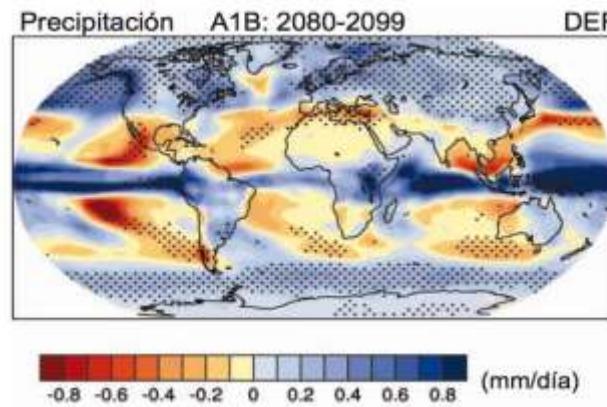
•TEMPERATUR

A



AGUA

- Mayor incertidumbre
- Muy diferente según zonas
- Según propiedades: media, extremos, sequías,



EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL AGUA

Documento técnico VI del IPCC

8

Lagunas de conocimiento y temas de estudio sugeridos

8.1 Necesidades observacionales

Es necesario mejorar los datos observacionales y su accesibilidad para conocer más a fondo los cambios que están sucediendo, y para acotar mejor las proyecciones de los modelos; tales datos son imprescindibles para una gestión adaptativa frente a la eventualidad de un cambio climático. Para avanzar en esa dirección es necesario disponer de más datos. Algunas redes

- Las dificultades para medir la precipitación no son adecuadamente medidas.
- Numerosas variables hidrometeorológicas
- El agua subterránea no está adecuadamente monitorizada,

Problemas para la obtención de predicciones fiables



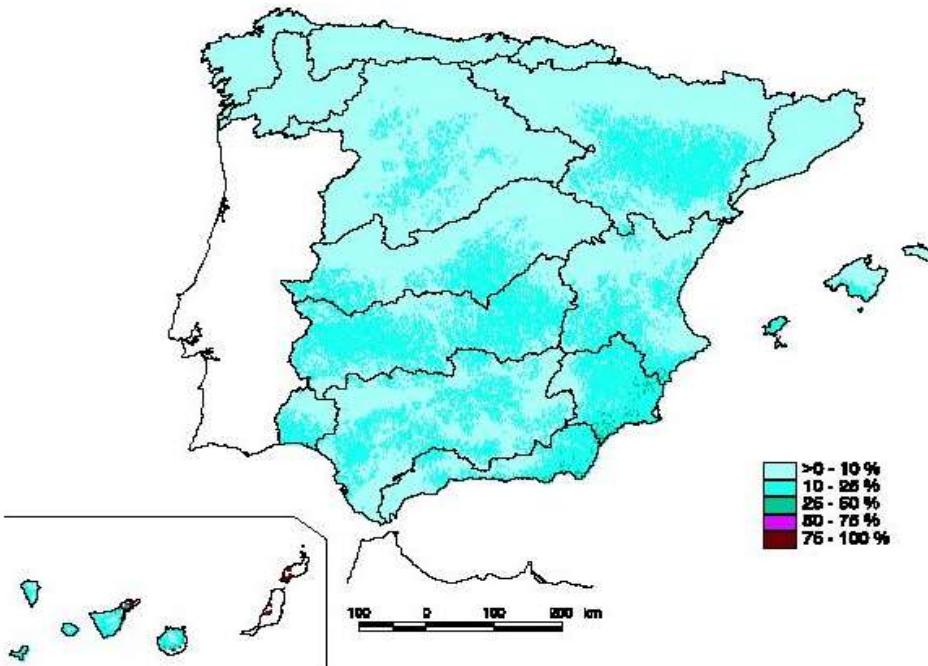
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

• <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>

Los registros observacionales y las proyecciones climáticas proporcionan evidencia abundante de que los recursos de agua dulce son vulnerables y podrían resultar muy afectados por el cambio climático. Sin embargo, la capacidad para cuantificar los cambios futuros de las variables hidrológicas, así como sus impactos sobre los sistemas y sectores, está limitada por la incertidumbre en todas las etapas del proceso de evaluación. La incertidumbre refleja la horquilla de escenarios de desarrollo socioeconómico, la horquilla de proyecciones de modelos climáticos para un escenario dado, la reducción de escala de los efectos del clima a escala local/regional, las evaluaciones de impacto y los retroefectos de las actividades de adaptación y mitigación. Las limitaciones de que adolecen las observaciones y nuestros conocimientos limitan nuestra capacidad actual para reducir esas incertidumbres. La toma de decisiones ha de desenvolverse en el contexto de esa incertidumbre. El desarrollo de métodos robustos para la evaluación de riesgos en base a esas incertidumbres apenas ha comenzado.

Repercusiones del cambio climático en la hidrología

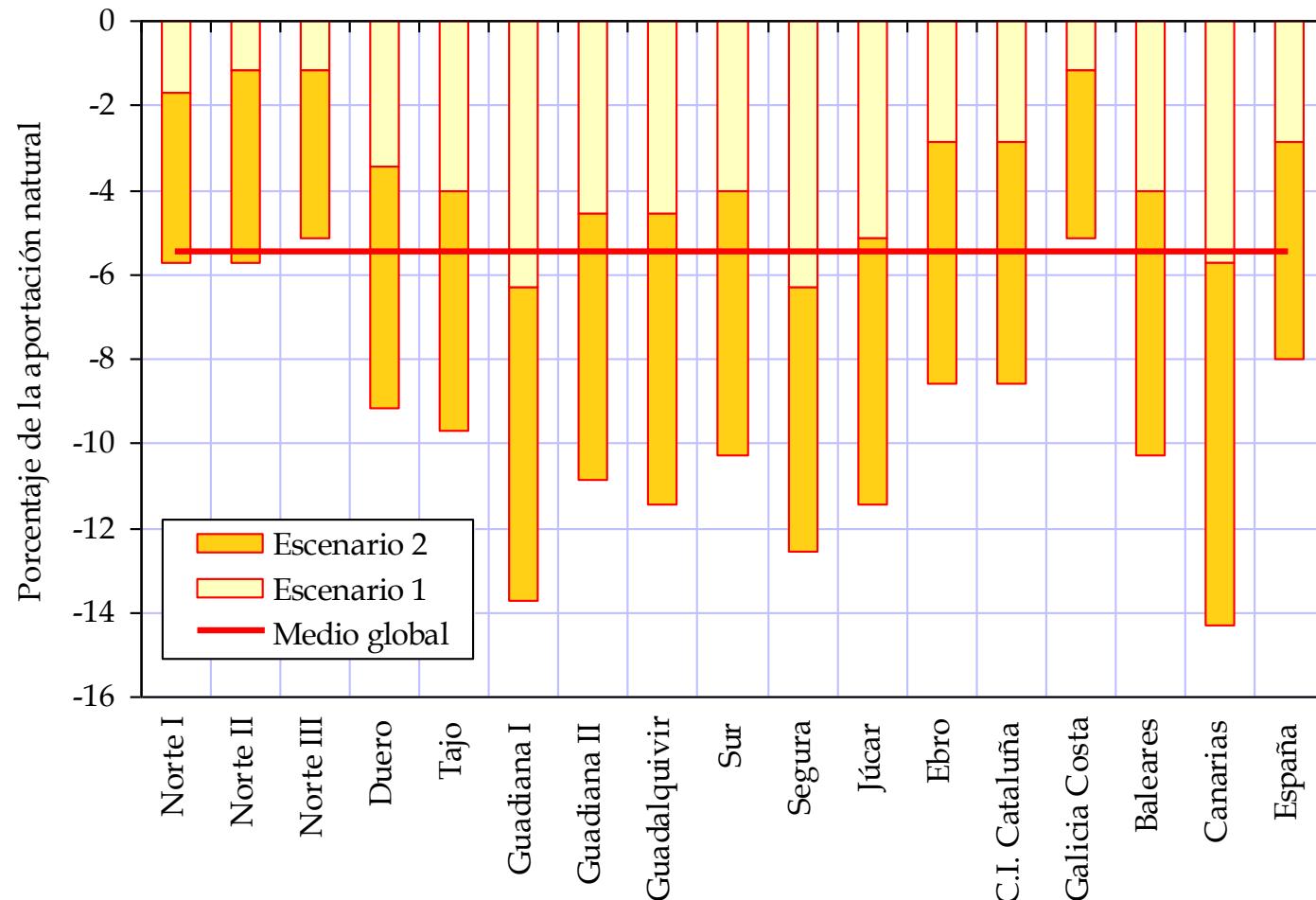
- ◆ Los climatólogos producen predicciones de temperatura y de precipitaciones.
- ◆ Esas predicciones han de ser re-escaladas a escala de la cuenca para que el análisis de los impactos en los sistemas de recursos hídricos sea posible y realista.
- ◆ Con modelos hidrológicos producimos escenarios de caudales en los ríos → problemas:
 - ◆ Procedimientos de corrección del sesgo (bias correction) (período de referencia) afectan a la estacionalidad de las variables
 - ◆ mantenimiento de las estructuras de dependencia temporal (persistencia) y de dependencia espacial (entre puntos de la cuenca)



- Reducción de escorrentía con aumento de 1°C en la temperatura (Escenario 1)

- Reducción de escorrentía con disminución de un 5% en la precipitación media anual y aumento de 1°C en la temperatura (Escenario 2)

● Porcentajes de disminución de la aportación total por efecto del cambio climático en el largo plazo de la planificación hidrológica



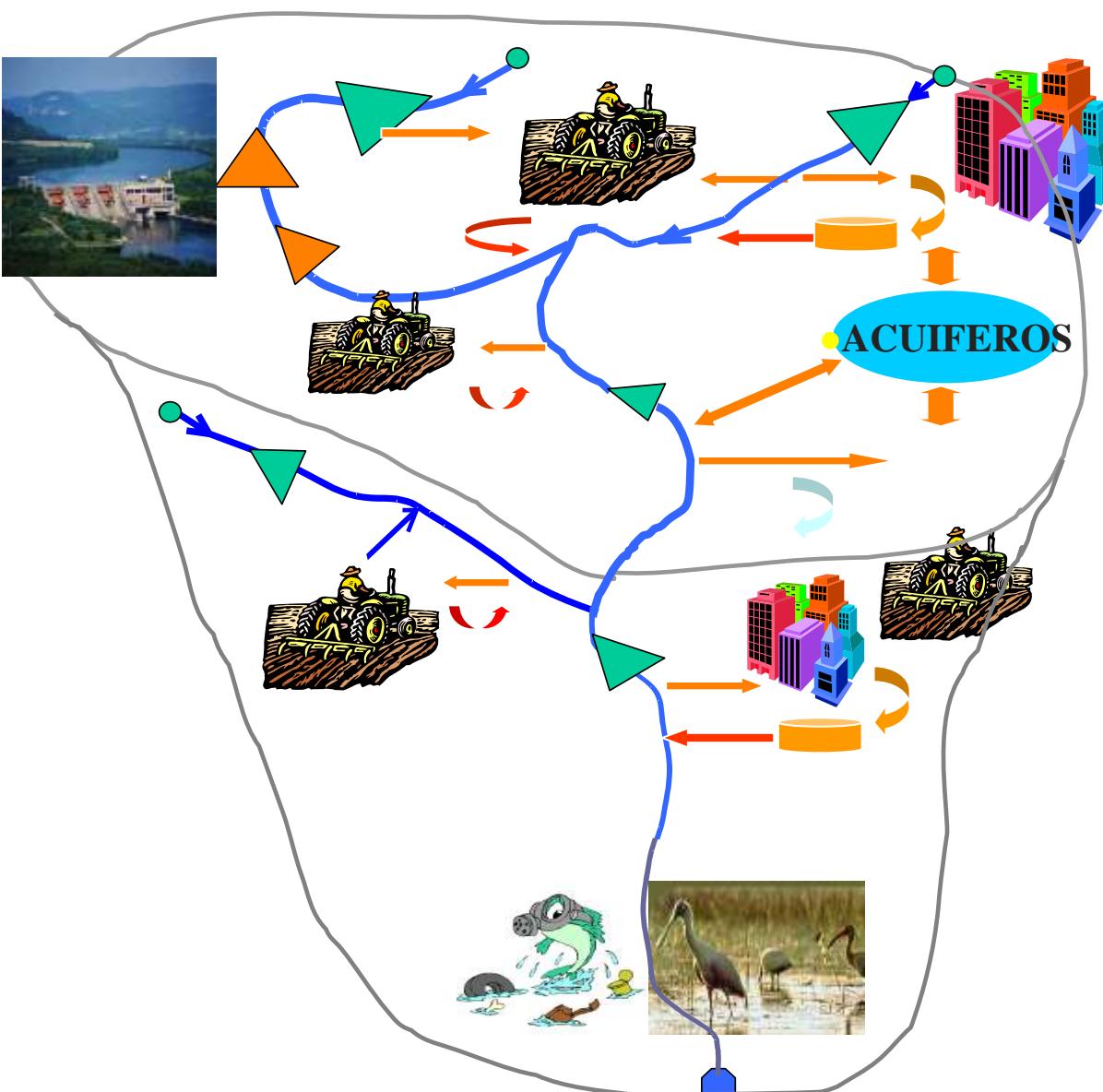
● Libro Blanco del Agua en España (2000)

◆ A partir de aquí queremos evaluar Repercusiones sobre Sistemas de Recursos Hídricos:

- Combinar escenarios **Hidrológicos** de CC con
 - Escenarios de **Demandas Urbanas**
 - Escenarios de **Demandas Agrarias**
 - Escenarios de **Calidad de Aguas**
 - Escenarios **ecológicos**
 - Escenarios **económicos**
 - Escenarios **sociales**
 - ...
- Cada una de estas facetas tiene escenarios propios, algunos de los cuales muy difíciles de prever.

• **USO DE SSD PARA EVALUAR
IMPACTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO
Y EFICACIA DE MEDIDAS DE
ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN**

Los S.R.H. INTEGRAN a escala de cuenca: Masas de agua, Usos (Demandas), Infraestructuras, ...



Relaciones complejas que afectan la disponibilidad y calidad del agua, tanto en ESPACIO, como en TIEMPO

Implicaciones en todos los aspectos (cantidad, calidad, medio ambiente, economía, sociedad, ...).

Efectos de cambios en los patrones hidrológicos , ...

Solo pueden ser capturados por modelación integral y/o integrada

- crucial para el desarrollo de actividades posteriores en la evaluación del impacto del CC en RH: **SSD integrativo (SSDI) a escala de cuenca (o sistema de explotación).**
- Un SSD integrando, en un modelo único, y para toda la cuenca, todos los elementos relevantes, tanto superficiales (ríos, lagos, ...), como acuíferos, infraestructuras (presas, embalses, derivaciones, vertidos, pozos, ...), usos del agua (urbanos, agrícola, industriales, ...), requerimientos ambientales, derechos de agua y prioridades, y reglas de operación del sistema.

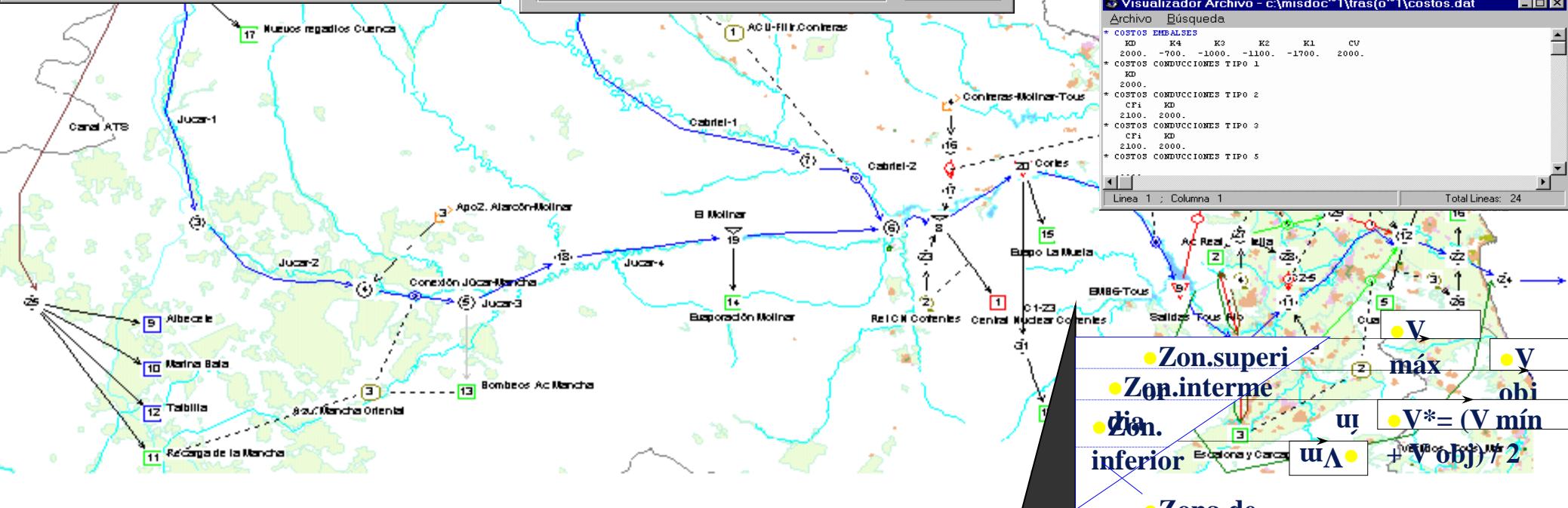
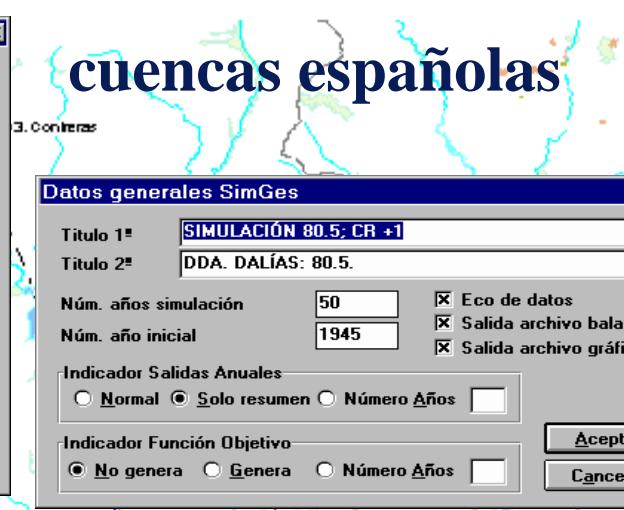
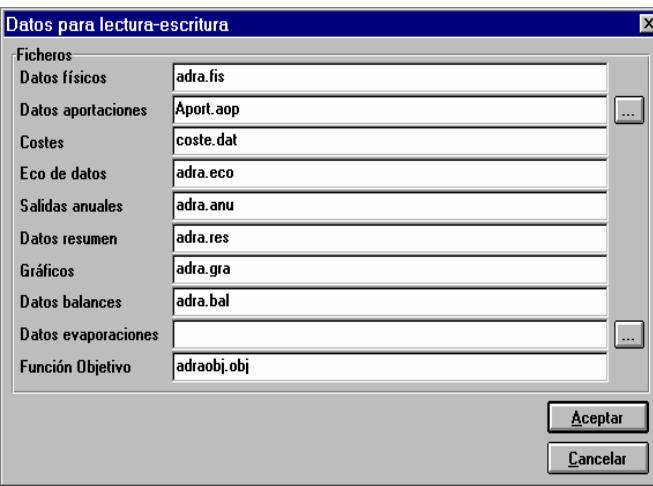


AQUATOOL:

Herramienta para SSD diseñada para la
gestión integrada de sistemas complejos
de recursos hídricos

- J. Andreu, J. Capilla, y E. Sanchis, “Generalized decision support system for water resources planning and management including conjunctive water use”, *Journal of Hydrology*, Vol. 177, pp. 269-291, 1996.

•SIMULACION Modelos ya disponibles y utilizados en PGRH de



Para combinaciones de escenarios de CC
en hidrología, demandas, ...

•RESULTADOS

Gráficos

Impresión

Elemento seleccionado:

Alarma : Indicador nº 1

Tipo de gráfico:

- Total Anual
- Total Mensual
- Anual para año
- Media Mensual
- Resultados Numéricos
- Marcar para Impresión Posterior

1945 - 1946

Aceptar Cancelar

Resultados Numéricos

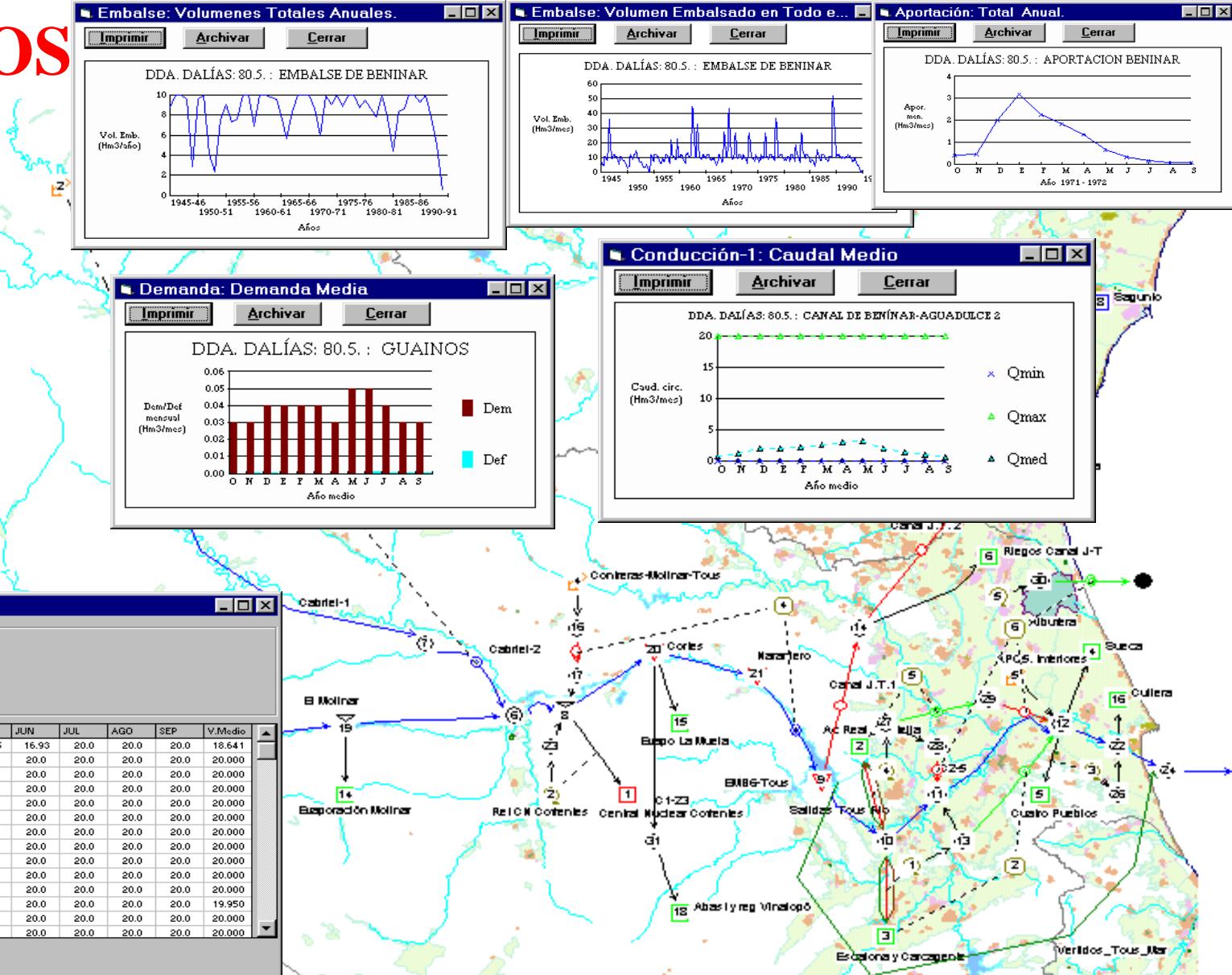
Embalse de: Embalse

Volumen embalsado (Hm³)

Volumen Inicial: 5.0

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	V.Medio
1945/46	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	17.07	15.05	14.65	16.93	20.0	20.0	20.0	18.641
1946/47	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1947/48	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1948/49	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1949/50	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1950/51	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1951/52	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1952/53	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1953/54	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1954/55	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1955/56	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1956/57	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	19.950
1957/58	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000
1958/59	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.000

Imprimir Archivar Cerrar



Repercusiones en satisfacción y garantía de demandas,
requerimientos ambientales, ...

•MODULO DE SIMULACIÓN DE CALIDAD DE AGUAS

Enlazado con el modelo de simulación de gestión..

SIMULA la CALIDAD PARA EL SISTEMA COMPLETO

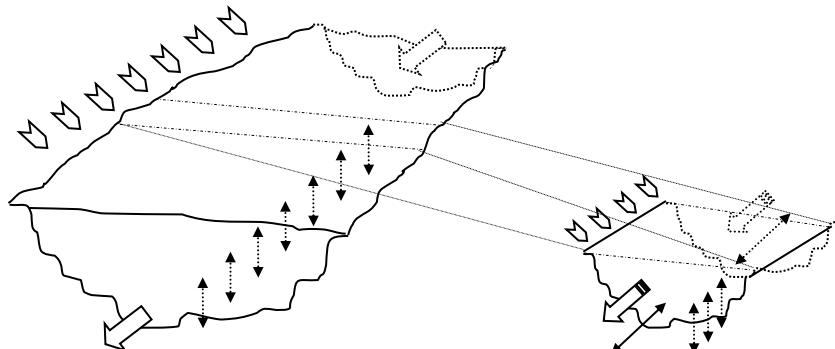
Modelo Mecanicista para ríos y embalses

Constituyentes

Temperatura

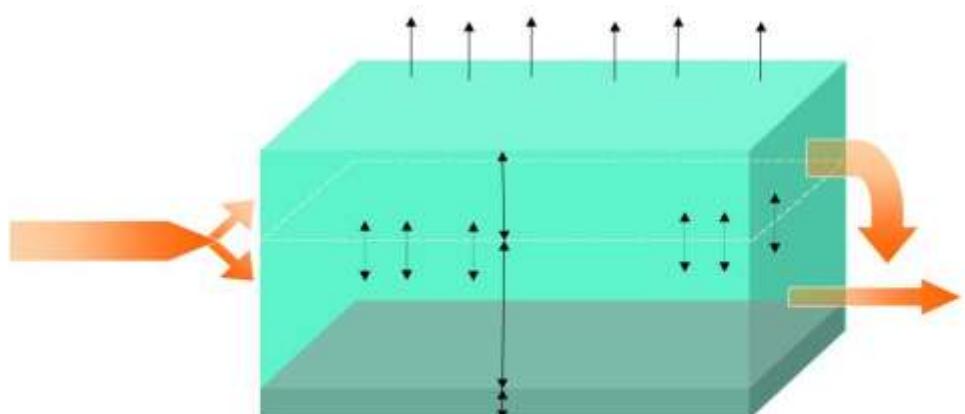
Constituyentes arbitrarios

OD + MO

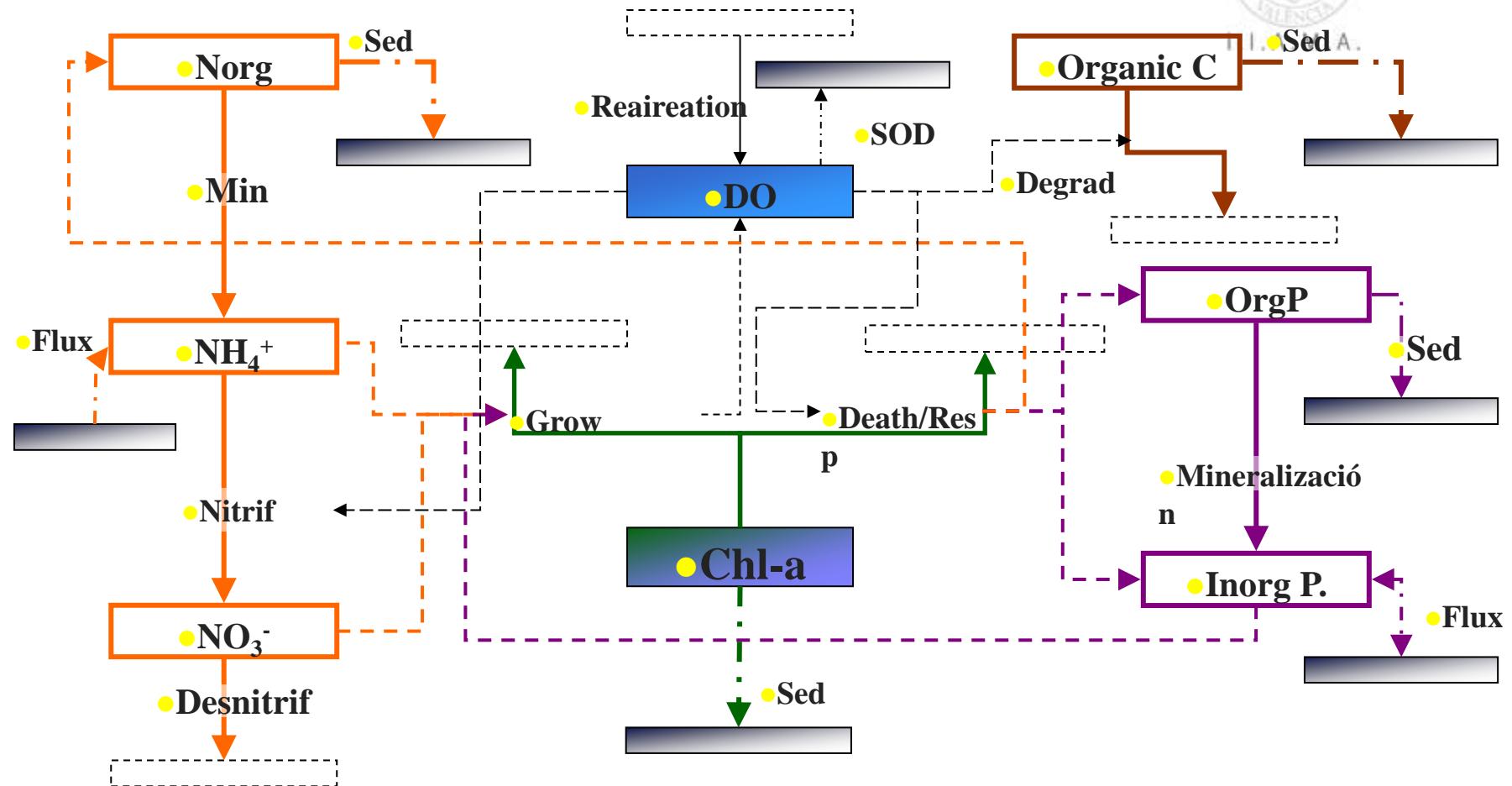


Ciclo Nitrógeno

Eutrofización

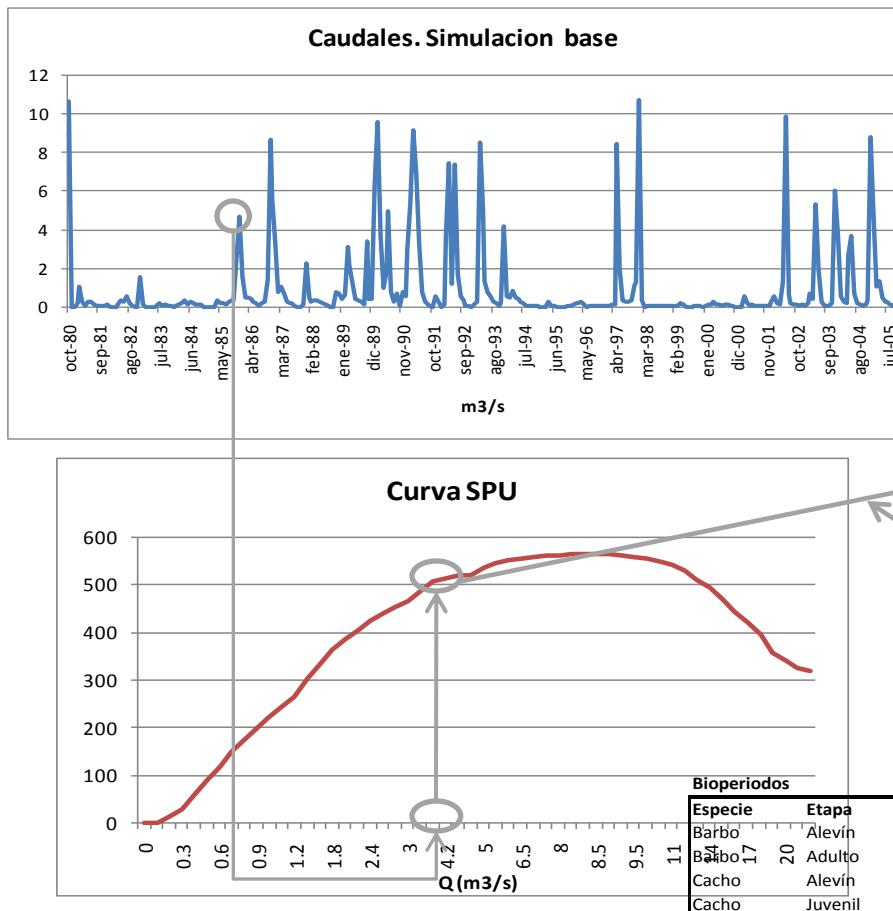


EUTROFIZACIÓN



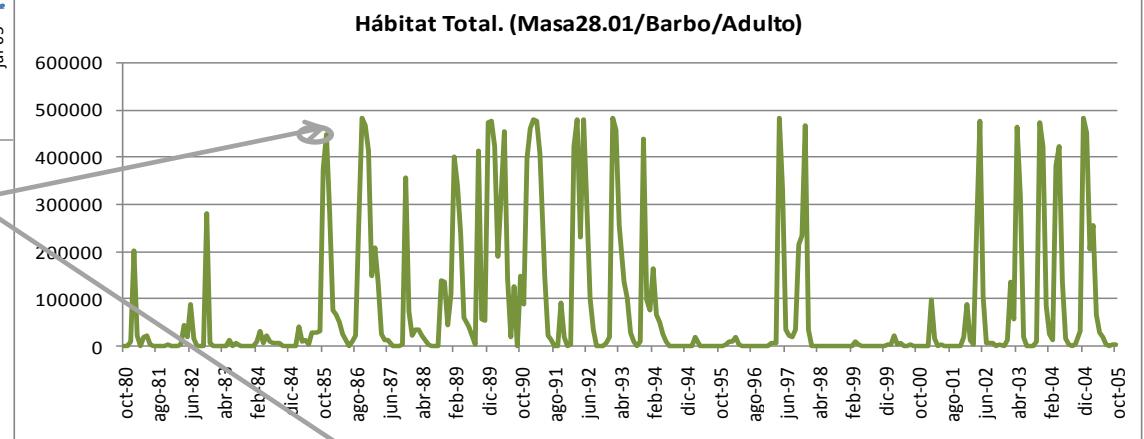
- Pueden obtenerse las repercusiones sobre la calidad de las aguas en los elementos del SRH

CAUDECO- Módulo de requerimientos ambientales



OBJECTIVO del MODULO

- Estimación de Series de Hábitat Total en diferentes masas de agua, especies y etapas para diferentes alternativas de gestión

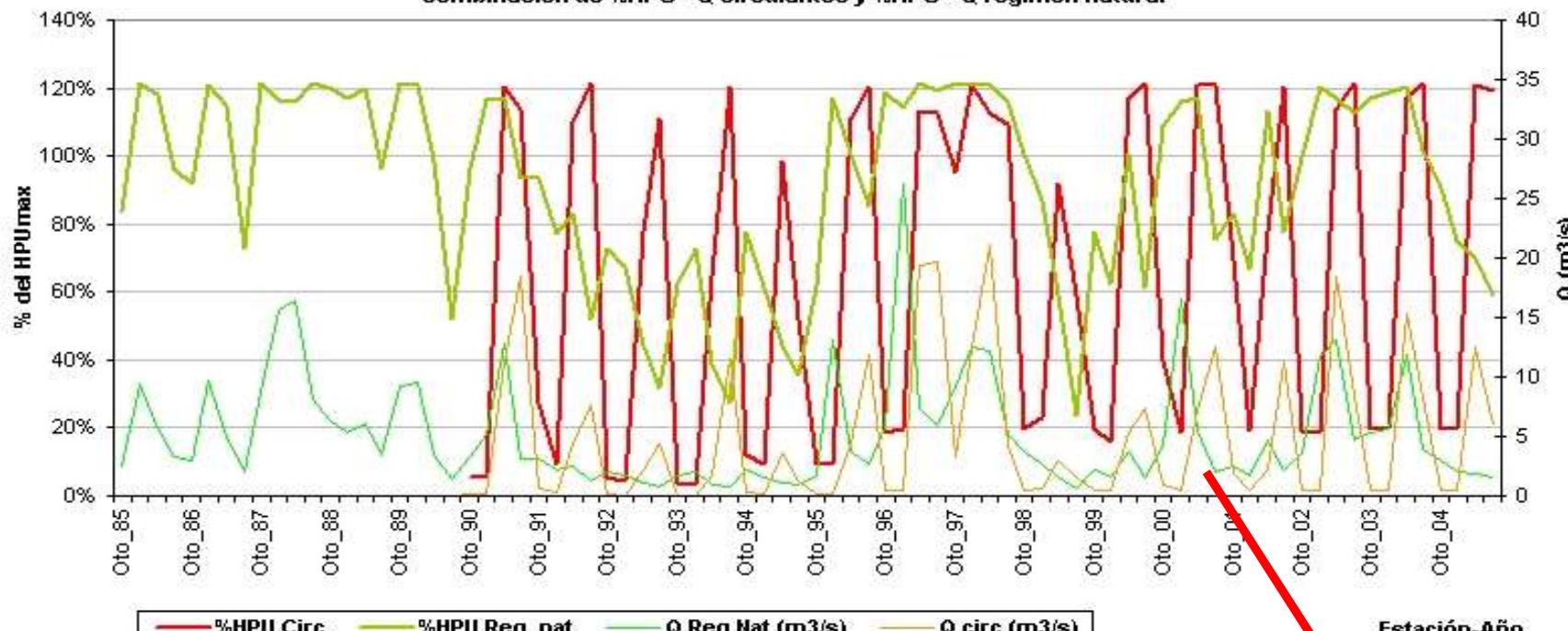


Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep

• Pueden predecirse los impactos sobre el cumplimiento de las necesidades de las especies

Módulo Caudeco

CONTRERAS. Serie temporal HPU/HPU máximo. Adulto *Chondrostoma arrigonis*
Combinación de %HPU - Q circulantes y %HPU - Q régimen natural

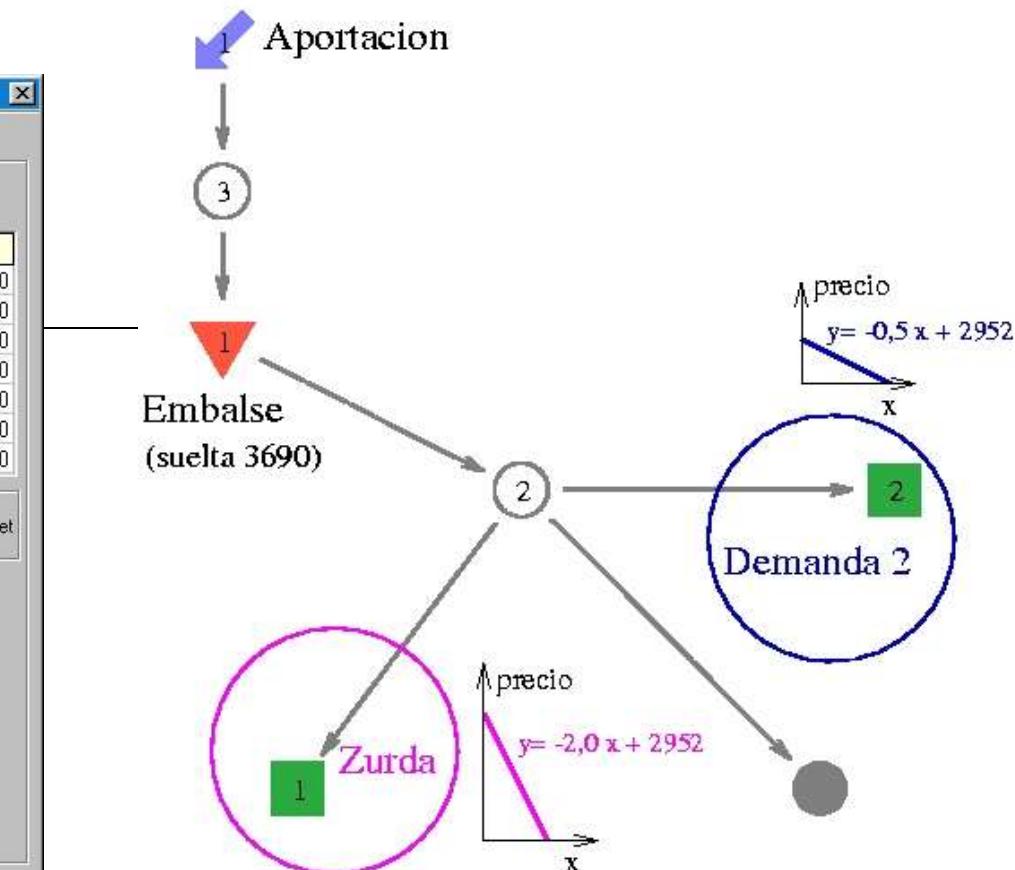
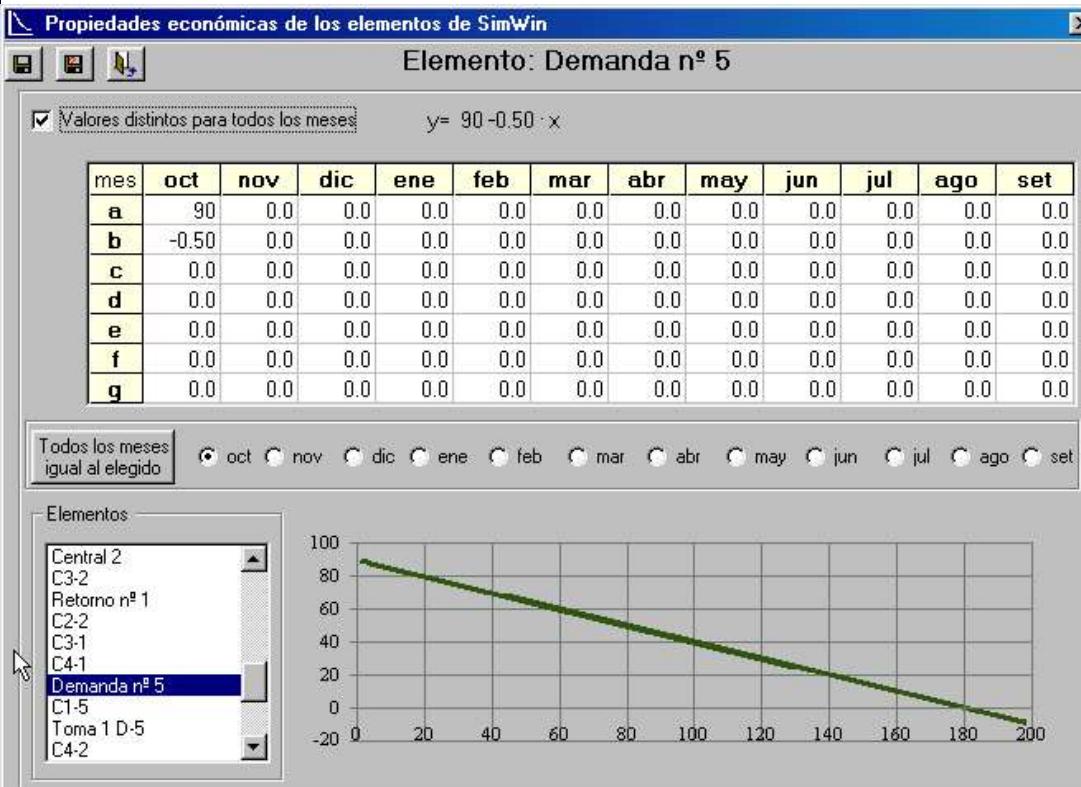


● Estimando el estado temporal del Hábitat

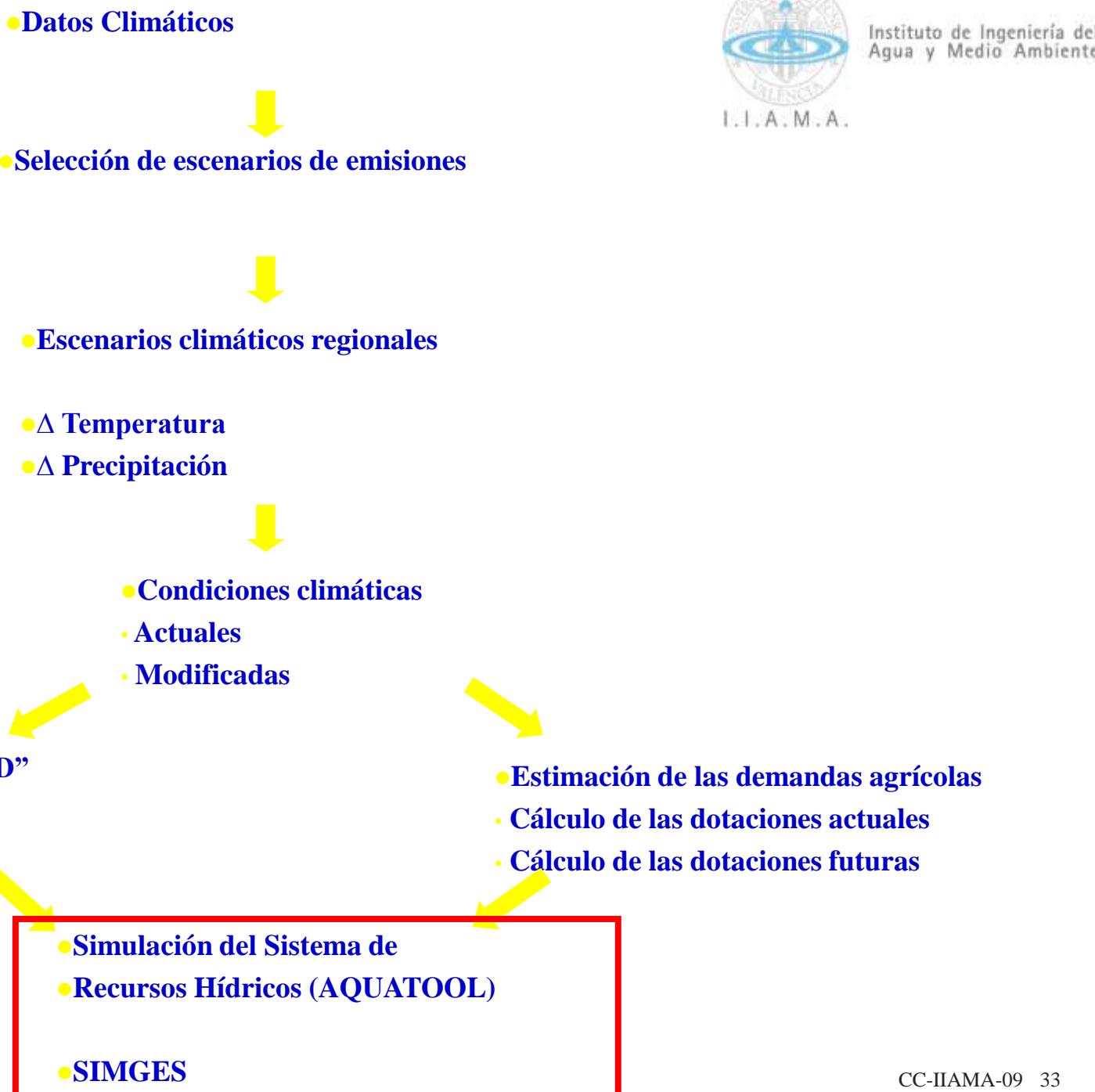
● Pueden predecirse los impactos sobre el cumplimiento de las necesidades de las especies

MÓDULO DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ECONÓMICA

- **Valor económico de una alternativa**
- **Pueden predecirse los impactos económicos en los elementos del sistema**



- 2007:
● Esquema de la metodología



SimWin - D:\TEISJD~1\JUATRO\JUCAR41.RE2

Archivo Editar Elementos Vista Modelos Resultados Ayuda

Esc. 1 Esc. 2 Aportaciones

Esc. 0
 Esc. 1
 Esc. 2
 Esc. 3 Alarcón
 Esc. 4
 Esc. 5

Embalse de
Alarcón

Demandas agrícolas

- Esc. 0
- Esc. 1
- Esc. 2
- Esc. 3
- Esc. 4
- Esc. 5

APO3. Contreras

Reg Cabecera Gabriel

Cabecera Gabriel

Contreras



24, 22

1

Abaste_Regadio

2

Sáldas_Alarcón

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

Apo2. Alarcón-Molinar

El Molinar

Demanda de los agricultores

Bimestre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Demandas totales mensuales (Mm³)	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Hectáreas	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Consumo	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Total	30.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000

Factor multiplicador: 0.5

Factor multiplicador: 0.5

Salidas agricultura práctica:

Costos totales de suministro (M\$ / Mm³): 0.0000

Volumen actual para control: 0.0000

Costos totales de suministro (M\$ / Mm³): 0.0000

Acceptar Cancelar

- Simulación de la gestión del sistema de explotación de la cuenca del río Júcar (SIMGES)

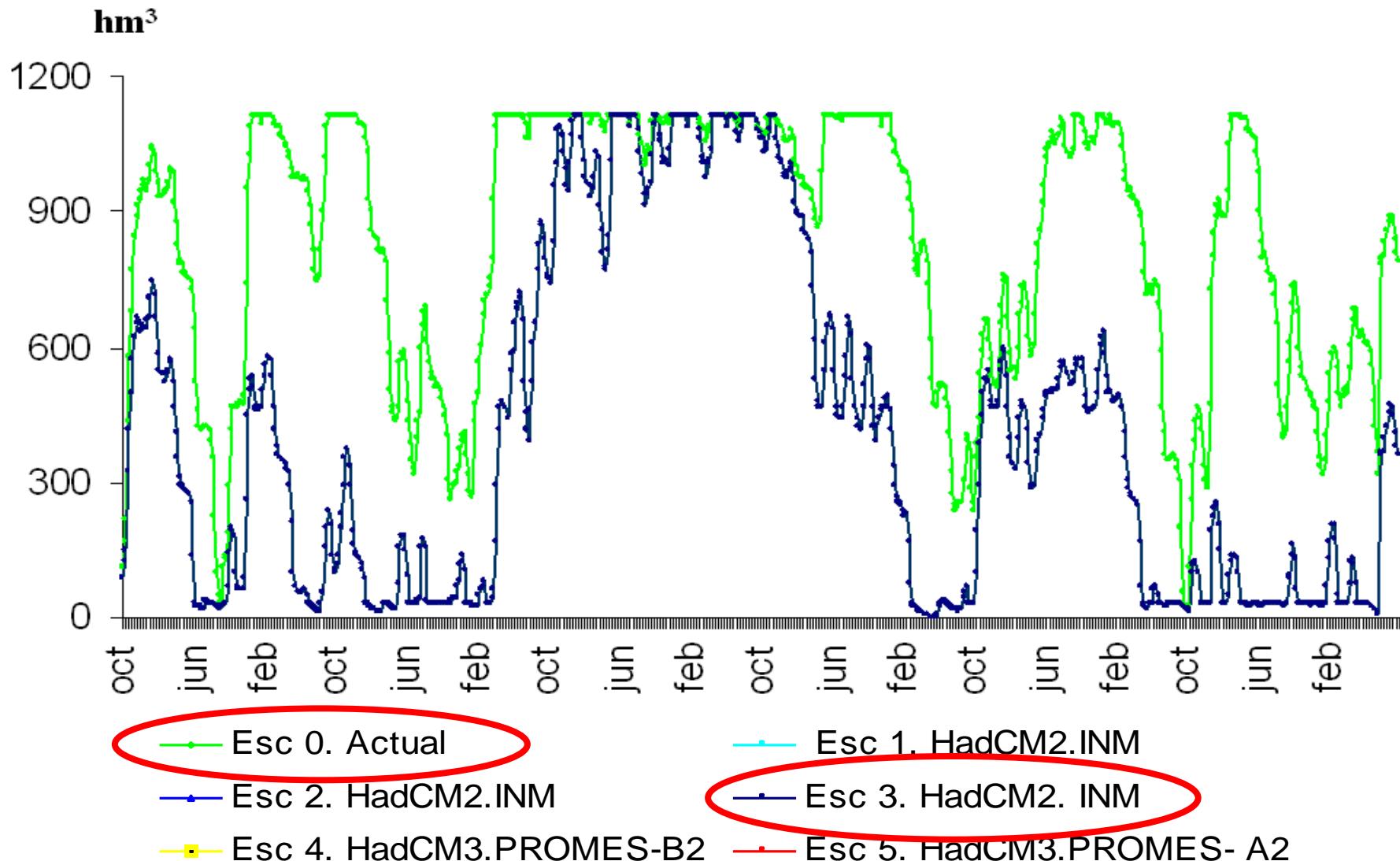


- Datos hidrológicos
 - y demandas
 - (actuales y futuras)



- **Resultados del Sistema:**
 - **Volúmenes de embalses**
 - **Suministros demandas**

- Volumen mensual en el embalse de Alarcón
- Situación actual y el escenario 3 HadCM2-INM 2070-2100



●Criterio de garantía UTAH año 1



Garantía criterio UTAH año 1		DEMANDAS					
		Esc. 0	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Nombre de la demanda urbana							
Valencia		0	0	2	7	14	18
Sagunto		17	25	17	25	50	58
Albacete		0	0	0	0	0	0
Demandas industriales							
CN Cofrentes		16	21	16	25	25	50
Nombre de la demanda agrícola							
Ribera Alta							
Acequia Real Júcar (cítricos)	26	63	31	93	97	100	
Acequia Real Júcar(arroz)	12	34	19	77	89	100	
Escalona y Carcagente	23	48	23	72	79	94	
Ribera Baja							
Sueca_Cítricos	11	37	19	59	63	68	
Sueca_Arroz	11	53	17	81	81	83	
Cullera_cítricos	26	72	46	80	86	89	
Cullera_Arroz	24	97	47	99	99	99	
Cuarto_Pueb_Cítricos	9	31	11	56	59	61	
Cuarto_Pueb_Arroz	10	42	17	84	86	89	
Canal Júcar Turia							
Riegos Canal Júcar-Turia	40	100	60	100	100	100	
Mancha Oriental							
Sustitución Mancha	0	0	0	0	0	0	
Bombeos Ac Mancha (lejos río)	0	0	0	0	0	8	
Bombeos Ac Mancha (cerca río)	0	0	0	0	0	0	

CRITERIO DE GARANTÍA TIPO UTAH

El déficit en un año NO puede exceder el 50% de la demanda anual

●Ojo! Todo esto sería en caso de no aplicar medidas de ningún tipo

→ Excede el 50 % de la demanda anual

→ Excede el 50 % de la demanda anual

→ Excede el 50 % de la demanda anual

●→En realidad, los descensos de niveles piezométricos harían inviables las extracciones en muchos casos

●Criterio de garantía UTAH año 2



Garantía criterio UTAH año 2

DEMANDAS	Esc. 0	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Nombre de la demanda urbana

Valencia	0	0	2	12	19	25
Sagunto	17	25	17	42	75	84
Albacete	0	0	0	0	0	0

Demandas industriales

CN Cofrentes	16	21	16	36	50	75
--------------	----	----	----	----	----	----

Nombre de la demanda agrícola

Ribera Alta						
Acequia Real Júcar (citicos)	32	69	31	176	193	198
Acequia Real Júcar(arroz)	24	44	19	139	173	189
Escalona y Carcagente	33	58	23	130	150	174

Ribera Baja

Sueca_Citricos	11	37	19	102	110	122
Sueca_Arroz	11	53	17	155	153	158
Cullera_citricos	26	72	46	155	160	169
Cullera_Arroz	24	97	47	198	198	198
Cuarto_Pueb_Citricos	9	31	11	106	107	113
Cuarto_Pueb_Arroz	10	42	17	157	161	168

Canal Jucar Turia

Riegos Canal Júcar-Turia	40	100	60	200	200	200
--------------------------	----	-----	----	-----	-----	-----

Mancha Oriental

Sustitucion Mancha	0	0	0	0	0	0
Bombeos Ac Mancha (lejos río)	0	0	0	0	0	17
Bombeos Ac Mancha (cerca río)	0	0	0	0	0	0

CRITERIO DE GARANTÍA TIPO UTAH

El déficit de dos años consecutivos
NO puede
exceder el 75% de la demanda anual

●Ojo! Todo esto sería en caso
de no aplicar medidas de
ningún tipo

El déficit de dos años consecutivos
NO puede
exceder el 75% de la demanda anual

El déficit de dos años consecutivos
NO puede
exceder el 75% de la demanda anual

El déficit de dos años consecutivos
NO puede
exceder el 75% de la demanda anual

→En realidad, los descensos de niveles
piezométricos harían inviables las extracciones en
muchos casos

•Criterio de garantía UTAH año 10



Garantía criterio UTAH año 10

DEMANDAS	Esc. 0	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Nombre de la demanda urbana

Valencia	0	0	2	15	29	50
Sagunto	17	25	25	92	151	195
Albacete	0	0	0	0	0	0

Demanda industrial

CN Cofrentes	16	21	21	76	106	160
--------------	----	----	----	----	-----	-----

Nombre de la demanda agrícola

Ribera Alta						
Acequia Real Júcar (citicos)	32	89	66	588	693	794
Acequia Real Júcar(arroz)	24	52	33	408	567	683
Escalona y Carcagente	33	70	46	393	506	566

Ribera Baja

Sueca_Citricos	11	42	26	261	308	427
Sueca_Arroz	11	53	33	395	468	577
Cullera_citricos	26	98	98	546	613	692
Cullera_Arroz	24	102	94	662	745	875
Cuarto_Pueb_Citricos	9	36	19	245	304	394
Cuarto_Pueb_Arroz	10	42	25	301	465	563

Canal Jucar Turia

Riegos Canal Júcar-Turia	40	131	142	780	820	920
--------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

Mancha Oriental

Sustitucion Mancha	0	0	0	0	0	0
Bombeos Ac Mancha (lejos río)	0	0	0	0	2	83
Bombeos Ac Mancha (cerca río)	0	0	0	0	0	0

CRITERIO DE GARANTÍA TIPO UTAH

El déficit de diez años consecutivos
NO puede
exceder el 100 % de la demanda anual

•Ojo! Todo esto sería en caso
de no aplicar medidas de
ningún tipo

El déficit de diez años consecutivos
NO puede
exceder el 100 % de la demanda anual

CRISIS

El déficit de diez años consecutivos
NO puede
exceder el 100 % de la demanda anual

CRISIS

El déficit de diez años consecutivos
NO puede
exceder el 100 % de la demanda anual

CRISIS

•En realidad, los descensos de niveles
83 piezométricos harían inviables las extracciones en
muchos casos

● Garantía mensual de las demandas en el sistema de la cuenca del río Júcar



Garantía mensual		Esc. 0	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
DEMANDAS							
Nombre de la demanda urbana							
Valencia	99.9	100.0	99.0	98.2	95.6	94.0	
Sagunto	99.7	99.2	99.0	96.7	93.2	89.4	
Albacete	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Demanda industrial							
CN Cofrentes	99.7	99.4	99.0	96.7	93.5	90.0	
Nombre de la demanda agrícola							
Ribera Alta							
Acequia Real Júcar (cíticos)	99.4	97.6	99.0	77.8	57.0 → 43.1		
Acequia Real Júcar(arroz)	99.4	97.6	99.0	78.7	57.0 → 45.0		
Escalona y Carcagente	99.5	97.9	99.0	82.3	66.0 → 57.0		
Ribera Baja							
Sueca (cíticos)	99.7	98.7	99.0	84.5	80.5	72.1	
Sueca (arroz)	99.9	98.6	99.0	89.6	79.5	71.7	
Cullera (cíticos)	99.7	98.3	98.0	86.8	74.4	65.3	
Cullera (arroz)	99.7	98.3	99.0	88.1	76.5	69.7	
Cuatro Pueblos (cíticos)	99.9	98.8	99.0	90.8	82.3	73.5	
Cuatro Pueblos (arroz)	99.9	99.0	99.0	91.4	81.5	73.7	
Canal Jucar Turia							
Riegos Canal Júcar-Turia	99.7	98.2	98.0	86.8	74.9	67.6	
Mancha Oriental							
Sustitucion Mancha	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Bombeos Ac Mancha (lejos río)	100.0	100.0	100.0	100.0	91.7	83.3	
Bombeos Ac Mancha (cerca río)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

● Ojo! Todo esto sería
en caso de no aplicar
medidas de ningún tipo

Menos del 70 % de
Garantía mensual

● En realidad, los descensos de niveles
piezométricos harían inviables las
extracciones en muchos casos

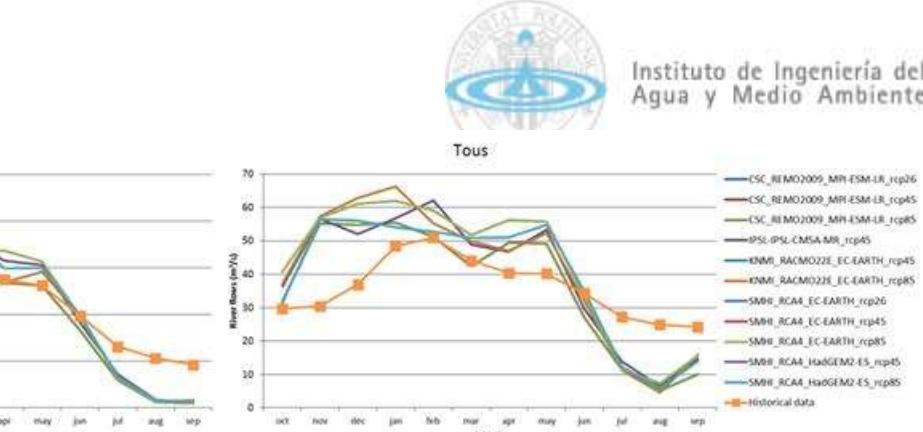
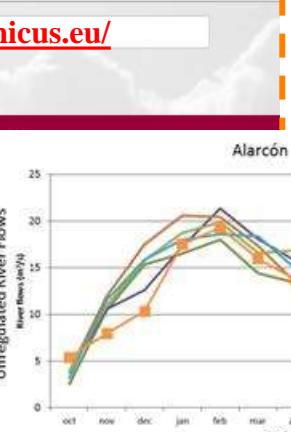
Garantía anual

DEMANDAS	Esc. 0	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5
Nombre de la demanda urbana						
Valencia	100.0	100.0	100.0	95.4	92.3	84.6
Sagunto	98.5	95.4	99.0	84.6	69.2	53.8
Albacete	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Demanda industrial						
CN Cofrentes	98.5	96.9	96.0	84.6	75.4	56.9
Nombre de la demanda agrícola						
Ribera Alta						
Acequia Real Júcar (citricos)	96.9	89.2	93.0	53.8	17.0	5.0
Acequia Real Júcar(arroz)	96.9	90.8	92.0	55.4	20.0	4.6
Escalona y Carcagente	96.9	89.2	93.0	53.8	24.6	8.0
Ribera Baja						
Sueca (citricos)	98.5	95.4	98.0	62.2	46.2	24.6
Sueca (arroz)	98.5	95.4	96.0	63.1	36.9	15.4
Cullera (citricos)	98.5	93.8	92.0	58.5	27.7	9.2
Cullera (arroz)	98.5	93.8	93.0	60.0	52.3	10.8
Cuatro Pueblos (citricos)	98.5	96.9	98.0	64.6	52.3	24.6
Cuatro Pueblos (arroz)	98.5	96.9	98.0	73.8	52.3	23.1
Canal Jucar Turia						
Riegos Canal Júcar-Turia	98.5	93.8	93.0	58.5	26.2	9.2
Mancha Oriental						
Sustitucion Mancha	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Bombeos Ac Mancha (lejos río)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Bombeos Ac Mancha (cerca río)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

• Ojo! Todo esto sería en caso de no aplicar medidas de ningún tipo

Menos del 70 % de Garantía anual

→ En realidad, los descensos de niveles piezométricos harían inviables las extracciones en muchos casos



SWICCA Service for Water Indicators in Climate Change Adaptation

SWICCA offers readily available climate-impact data to speed up the workflow in climate-change adaptation of water management across Europe.

Getting started

Maps, graphs and
downloads

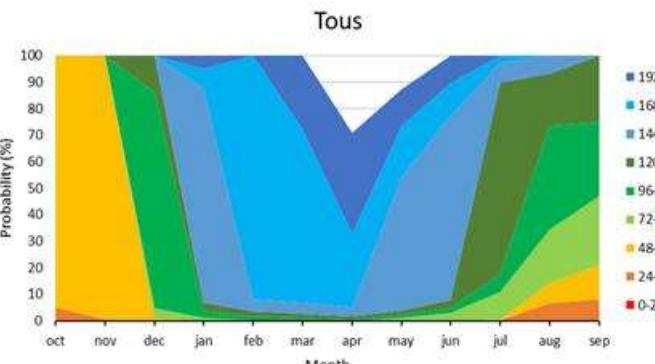
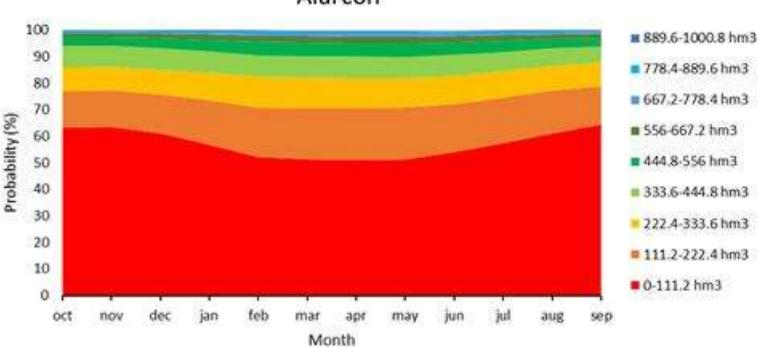
About SWICCA
data

Showcases

Table 1. Characteristics of the 11 RCMs data provided by E-HYPE hydrological model. (Modified from:
http://swicca.climate.copernicus.eu/wp-content/uploads/2016/10/Metadata_Precipitation_catchment.pdf)

Model input/forcing

RCP	GCM	RCM	Period	Institute
2.6	EC-EARTH	RCA4	1970-2100	SMHI
	MPI-ESM-LR	REMO2009	1951-2100	CSC
4.5	EC-EARTH	RCA4	1970-2100	SMHI
	EC-EARTH	RACMO22E	1951-2100	KNMI
	HadGEM2-ES	RCA4	1970-2098	SMHI
8.5	MPI-ESM-LR	REMO2009	1951-2100	CSC
	CM5A	WRF33	1971-2100	IPSL
	EC-EARTH	RCA4	1970-2100	SMHI
	EC-EARTH	RACMO22E	1951-2100	KNMI
	HadGEM2-ES	RCA4	1970-2098	SMHI
	MPI-ESM-LR	REMO2009	1951-2100	CSC





ABOUT • SECTORS • CASE STUDIES • INNOVATION • RESOURCES • VIDEOS •

CONTACT



STORY
~

HOME STORY

“ LEARN FROM TODAY TO ANTICIPATE TOMORROW



IMPREX WILL MAKE THE

BRIDGE BETWEEN NOW AND

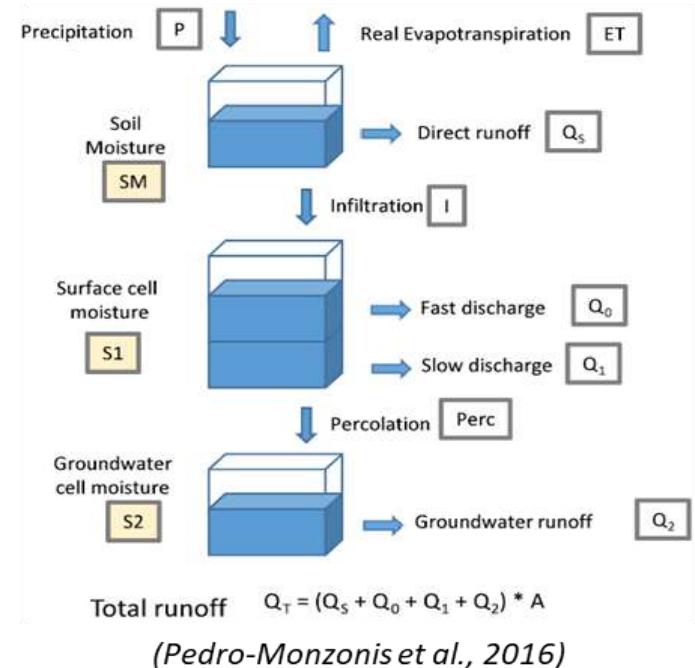
LATER

Recent hydrological extreme events demonstrate the vulnerability of European society to water-related natural hazards, and there is strong evidence that climate change will worsen these events in the coming years.

Module EVALHID

- The EVALHID module (Paredes-Arquiola et al., 2012) is used to develop a hydrological model in complex basins
- Its main goal is to evaluate the amount of water resources generated in each basin
- It has integrated several rainfall-runoff models and all of them have been aggregated with semi distributed applications at the sub-basin scale
- Currently, we work with the HBV model (Hydrologiska Byråns Vattenbalans-avdelning) (Bergström and Forsman, 1973) due to its versatility and the obtained results in comparison with other models in the case study

Rainfall-runoff model: HBV



Future scenarios

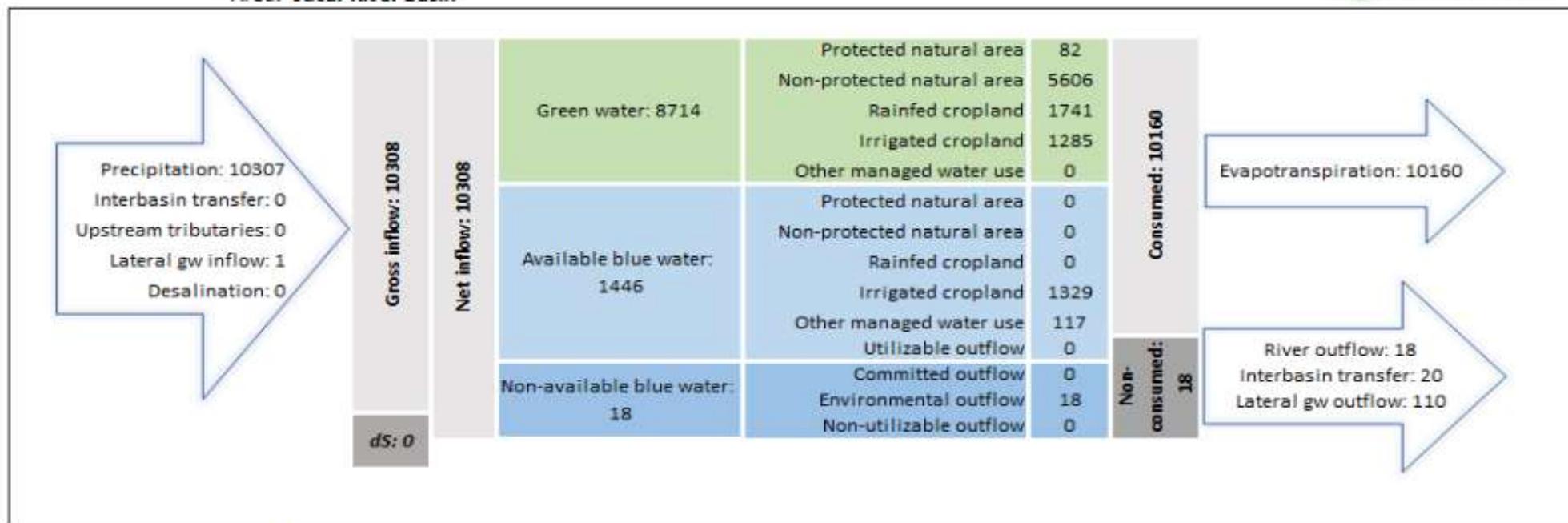
- Results from the CEDEX Technic Report of Impact Assessment on Climate Change of Water Resources and Droughts in Spain (2017) for the Ministry of Agriculture and Fisheries, Food and Environment
- Official data for the JRB
- They took 12 projections, 6 for the RCP 4.5 and 6 for the RCP 8.5 and made an ensemble for 4.5 scenario and other for 8.5 scenario
 - Coming from the GCM of the AR5, IPCC
 - Downscaled by AEMET (Meteorological Agency of Spain)
 - Selection criteria:
 - » Projections of RCP 4.5 and 8.5, more probable taking into account the actual evolution of greenhouse gases
 - » Daily values of PP, Tmin, Tmean and Tmax
 - » GCM coming from different institutions
 - » Good reproduction of observed data
 - » Future periods: 2010-2040, 2040-2070, 2070-2100

INPUTS, STORAGE and OUTPUTS

Period: 2040-2070

Scenario: Future4.5_avg

Area: Jucar River Basin



Future period 2040-2070 (scenario 4.5):

- -3% of PP, -2% in ET
- The demand of agriculture sector can be maintained
- The water of the river is only the environmental outflow

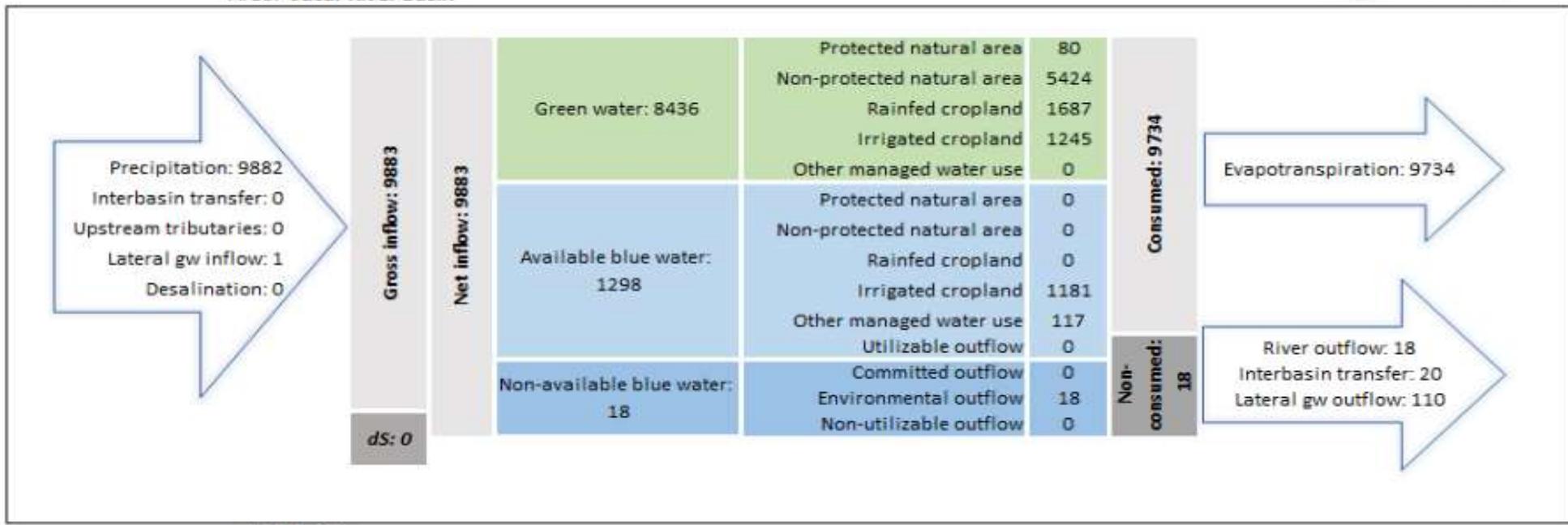


INPUTS, STORAGE and OUTPUTS

Period: 2040-2070

Scenario: Future8.5_avg

Area: Jucar River Basin



Unit hm³/yr

Future period 2040-2070 (scenario 8.5):

- 7% of PP, -5% in ET
- 11% water allocation for agriculture sector (blue water)
- The water of the river is only the environmental outflow

INPUTS, STORAGE and OUTPUTS

Period: 2070-2100

Scenario: Future4.5_avg

Area: Jucar River Basin



Unit hm³/yr

Future period 2070-2100 (scenario 4.5):

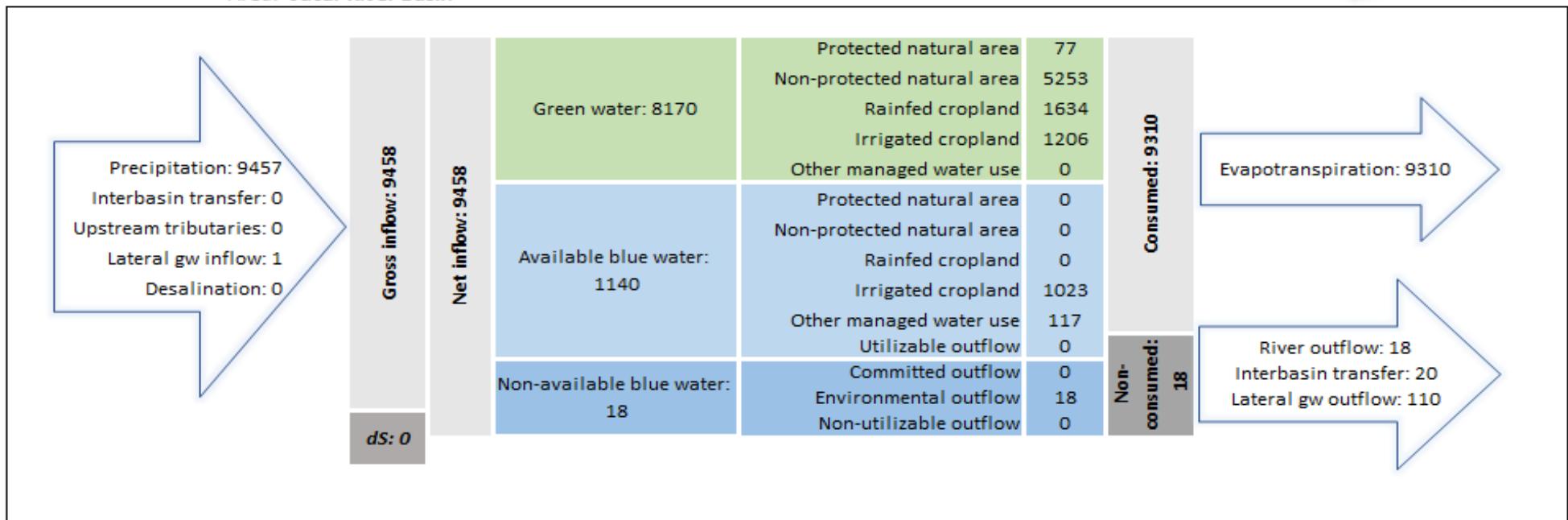
- 6% of PP, -4% in ET
- 10% water allocation for agriculture sector (blue water)
- The water of the river is only the environmental outflow

INPUTS, STORAGE and OUTPUTS

Period: 2070-2100

Scenario: Future8.5_avg

Area: Jucar River Basin



Future period 2070-2100 (scenario 8.5):

- 11% of PP, -8% in ET
- 23% water allocation for agriculture sector (blue water)
- The water of the river is only the environmental outflow

INDICATORS

- The system is stressed and the efficiency in the use of water is high

Despite all water is used and there is no dependency on external resources, this system will find an alternative to not decrease the demands of different uses, so these 0 values may change in the future

Indicator name	Abbreviation	Non-optimal value	Optimal value	Baseline_avg	Baseline_dry	Future4.5_avg	Future8.5_avg	Future4.5_avg	Future8.5_avg
Sustainable Development Goal indicator 6	SDG_6.4.2	3	0.75	0.81	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00
Consumed fraction	CF	0.3	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Non-utilized fraction	NUF	0.1	0	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Dependency on external resources	DepEx	0.1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Non-renewable fraction	NRF	0.25	0	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Inflow Variability	InVar	0.75	0	NA	0.83	NA	NA	NA	NA
Agricultural withdrawal fraction	AgWF	NA	NA	0.74	0.87	0.92	0.91	0.91	0.90
Relative consumption agriculture	AgRel	0.3	0.6	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.41
Relative consumption cropland: rainfed	AgRain	0.3	0.6	0.40	0.41	0.40	0.41	0.41	0.42
Relative consumption cropland: irrigated	AgIrr	0.3	0.6	0.60	0.59	0.60	0.59	0.59	0.58
Blue water dependency irrigated cropland	AgBlue	1	0.4	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.46
Agricultural Exposure to Water Stress	AgWS	0.2	0	NA	0.08	NA	NA	NA	NA
Impact consumption by agriculture	AgCons	0.1	0	0.00	NA	0.01	0.07	0.06	0.13

We considered that for future periods there is no gw overexploitation as in the dry year, but this may be not real in the future, so these 0 values also will change

The impact of water consumption by agriculture will be worst in the future, mostly in the 8.5 scenario

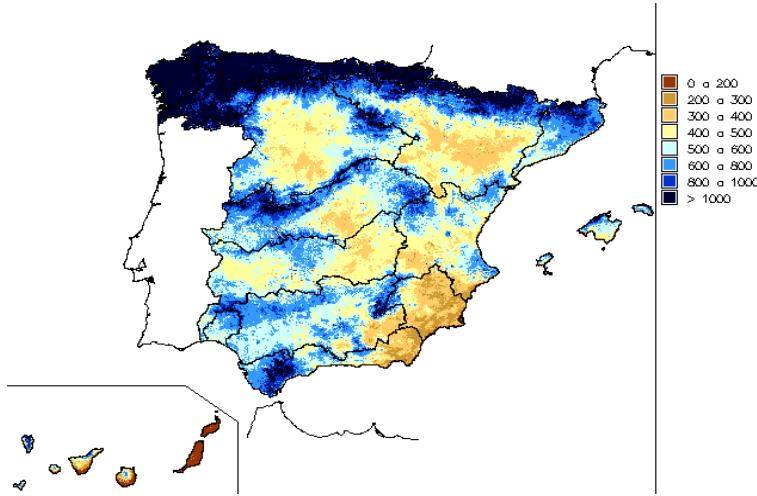
New Sheet of Indicators Workshop W11

The agricultural sector may suffer an important impact in the future due to Climate Change:

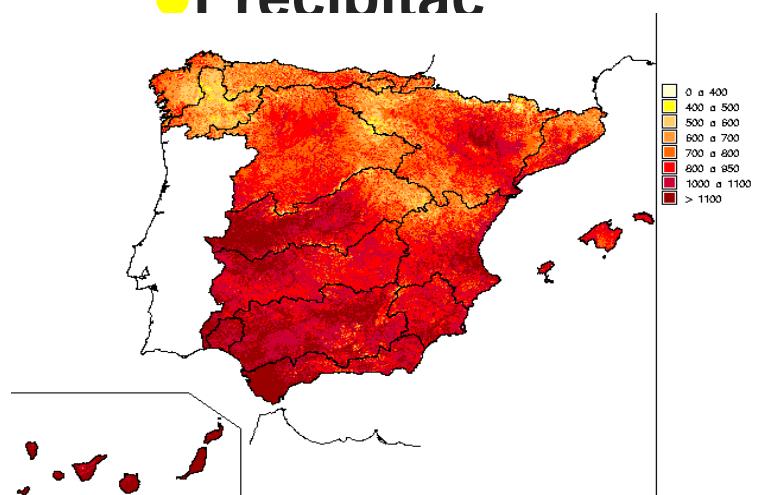
- The blue water availability decrease for future periods
- The consumption of green water in the agricultural sector decease:
 - Between 2% and 5% in the period 2040-2070
 - Between 4% and 8% in the period 2070-2100
- The consumption by agriculture will decrease in the future due to the lack of inflows and the huge deficits for the current demand of this sector
 - Between 1% and 7% in the period 2040-2070
 - Between 6% and 13% in the period 2070-2100

Indicator name	Unit	Abbreviation	Baseline_avg	Baseline_dry	NF_avg	FF_avg	NF_avg	FF_avg
Blue water availability	%		16%	7%	15%	15%	15%	14%
Sustainable Development Goal indicator 5.4.2	-	SDG_5.4.2	0.83	2.11	0.91	0.90	0.90	0.89
Dependency on external resources	-	DepEx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Inflow Variability	-	InVar	NA	83%	NA	NA	NA	NA
Green water consumption agriculture	MCM		3087	2863	3025	2963	2933	2840
Change in green water consumption agriculture	-		0%	0%	-2%	-4%	-5%	-8%
Total water consumption agriculture	MCM		4416	4065	4354	4162	4114	3863
Agricultural Exposure to Water Stress	-	AgWS	NA	0.08	NA	NA	NA	NA
Impact consumption by agriculture	%	AgCons	0%	NA	-1%	-6%	-7%	-13%

- CEH-CEDEX

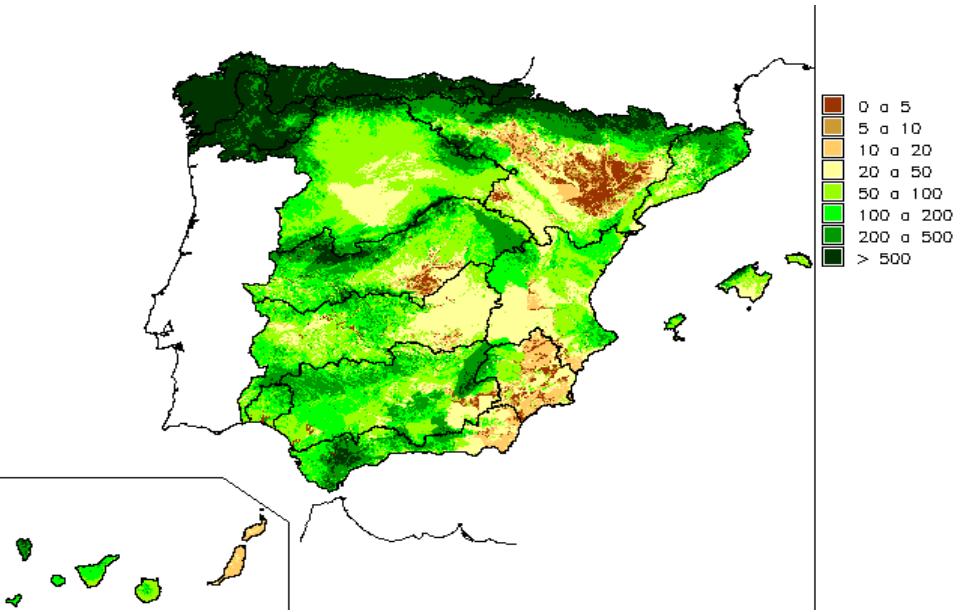


•Precipitac



•Evapotranspira

•Efecto ~~ción~~ del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural (2010)



•Escorrentía

•CEH-CEDEX

•Abastecimiento doméstico



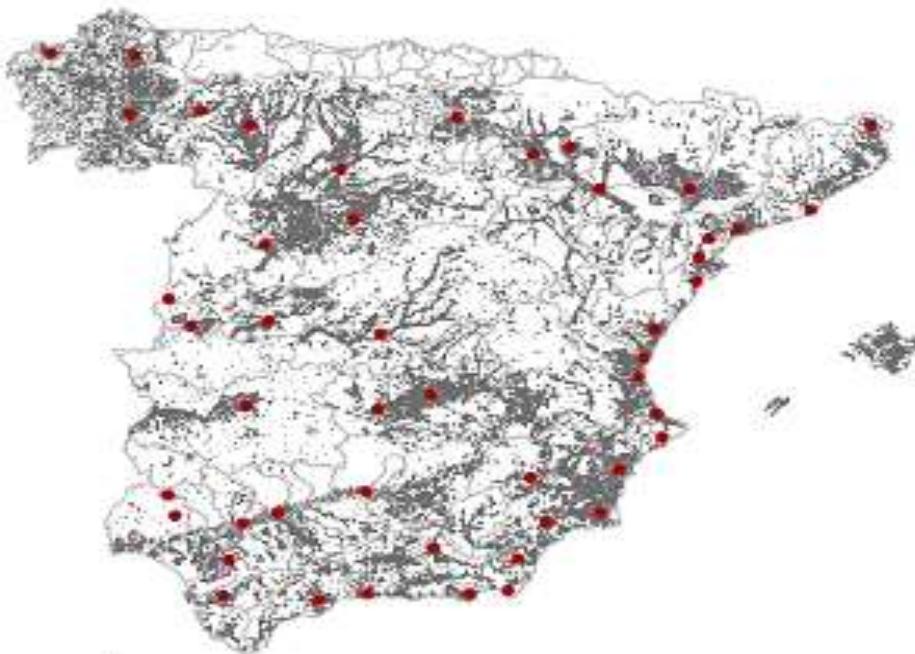
•Incremento de dotación

en viviendas unifamiliares

•Incremento de dotación (ECAAM4 A2) en viviendas

•Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua (2012) para ECAAM4 A2

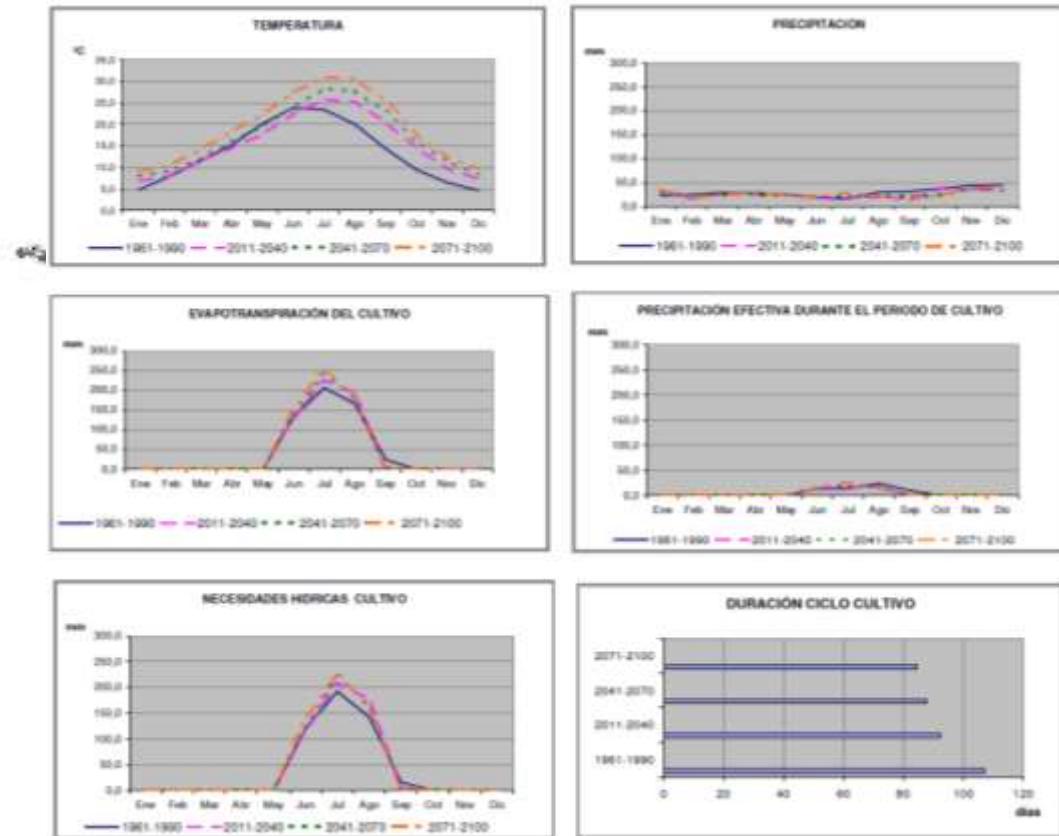
●Regadio



●Zonas de riego y
estaciones de cálculo
seleccionadas

●Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua (2012)

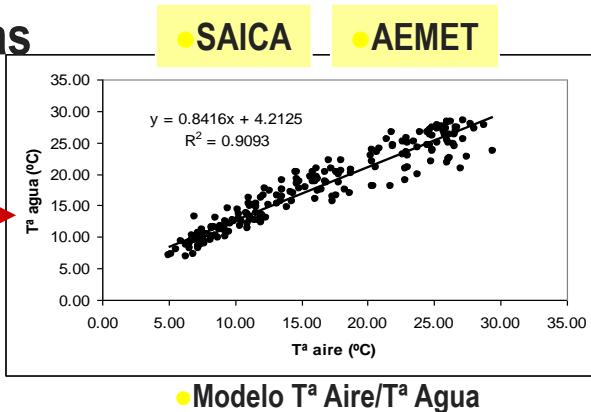
DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA:	DUERO
SISTEMA DE EXPLOTACIÓN:	PIJUELA-CARRIÓN-ARLANZA-DUERO INFERIOR
ESTACIÓN REPRESENTATIVA:	3403
CULTIVO:	MAÍZ
TÉCNICA REGIONALIZACIÓN:	ECHAM4
MODELO CLIMÁTICO:	A2
ESCENARIO EMISIÓN:	311901
ÁREA DE RIEGO:	



•CEH-CEDEX

● Proyecciones climáticas

• TEMPERATURA DEL AIRE



• PRECIPITACIÓN

● Modelo hidrológico

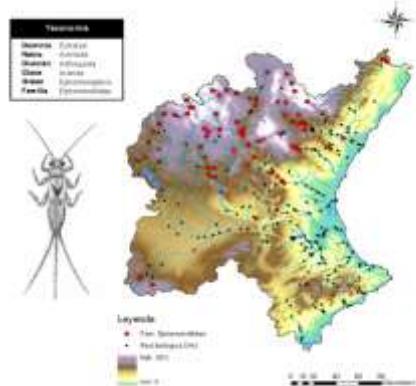
• TEMPERATURA DEL AGUA

- **VARIABLES**
- **AMBIENTALES**
- **FUTURAS**

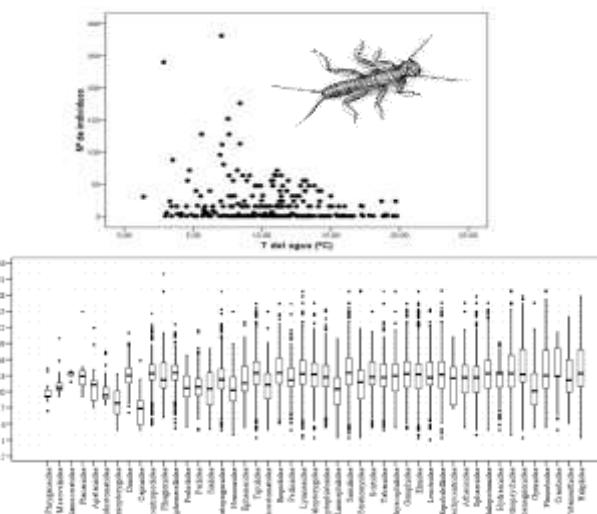
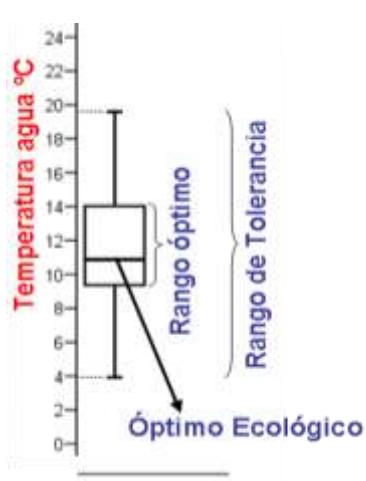
• MODELOS

- PREDICTIVOS DE
- DISTRIBUCIÓN DE
- ORGANISMOS

- ÓPTIMOS
- ECOLÓGICOS DE
- ORGANISMOS
- PARA
- VARIABLES
- AMBIENTALES

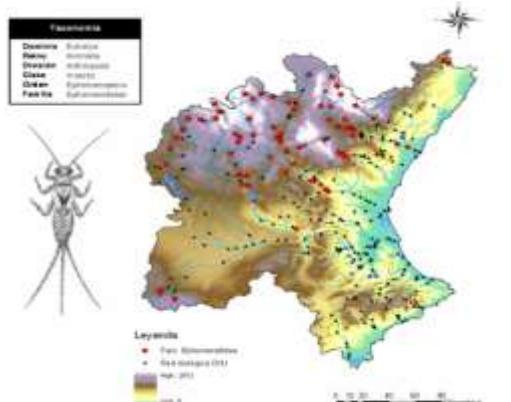


- Distribución actual
- organismos + variables

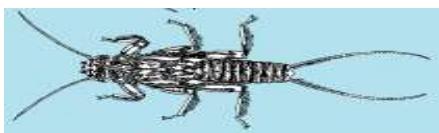


•Efectos del cambio climático en el estado de las masas de agua (2012)

•MODELOS PREDICTIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS



- Distribución futura organismos
(Probabilidad de ocurrencia)



- Selección de indicadores sensibles para detección precoz del cambio climático (ej. Fam. Taeniopterygidae)

- Efectos del cambio climático en el estado de las masas de agua (2012)

•Proyecciones climáticas



- Cambios en localización
de tipos de masas de agua

METRICA	CR	MB/B	B/M	M/D	D/M
IBMWP	178	149	112	74,7	37,3
RCE	1	0,84	0,63	0,42	0,21
IPS	19,8	19,4	14,4	9,7	4,7
RCE		0,98	0,73	0,49	0,24
Mult.Esp.	6,026	5,60	4,21	3,01	1,50
RCE	1	0,93	0,7	0,5	0,25

- Cambios en condiciones de referencia de los tipos y en límites de clases de estado ecológico (ej: Tipo de río 25)

●CEH-CEDEX

●Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y las sequías en España (2017)

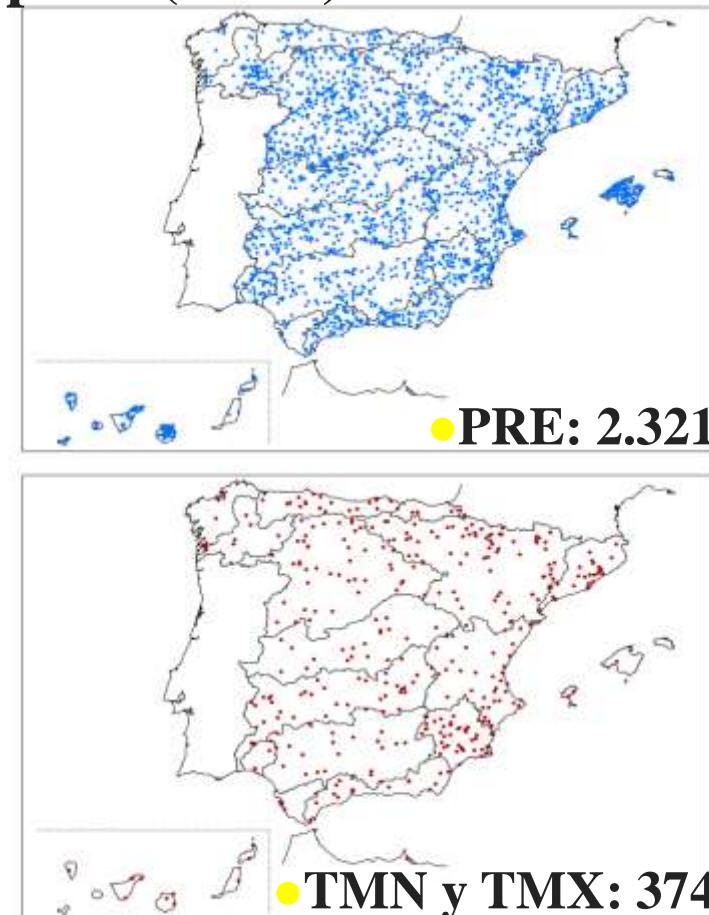


Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente

●Información de partida

●Agencia Estatal de Meteorología

Sigla	Sigla	RCP	MCG
FA	F4A	4.5	CNRM-CM5 (Francia)
	F8A	8.5	
MA	M4A	4.5	MPI-ESM.MR (Alemania)
	M8A	8.5	
NA	N4A	4.5	inmcm4 (Rusia)
	N8A	8.5	
QA	Q4A	4.5	bcc-csm1-1 (China)
	Q8A	8.5	
RA	R4A	4.5	MIROC.ESM (Japón)
	R8A	8.5	
UA	U4A	4.5	MRI.CGCM3 (Japón)
	U8A	8.5	



- 55.242 ficheros con valores diarios para:
 - 1961-2000
 - 2006-2100

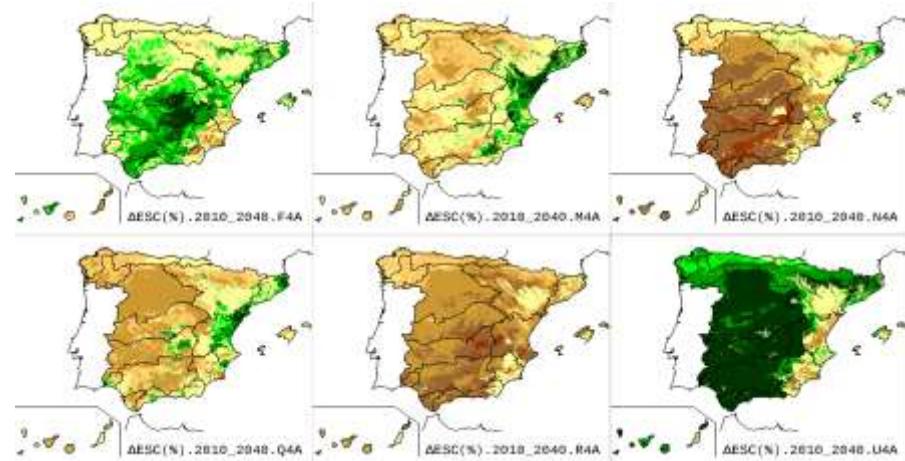
•CEH-CEDEX

•Cambios en escorrentía

•Periodos 30 años / 1961-2000

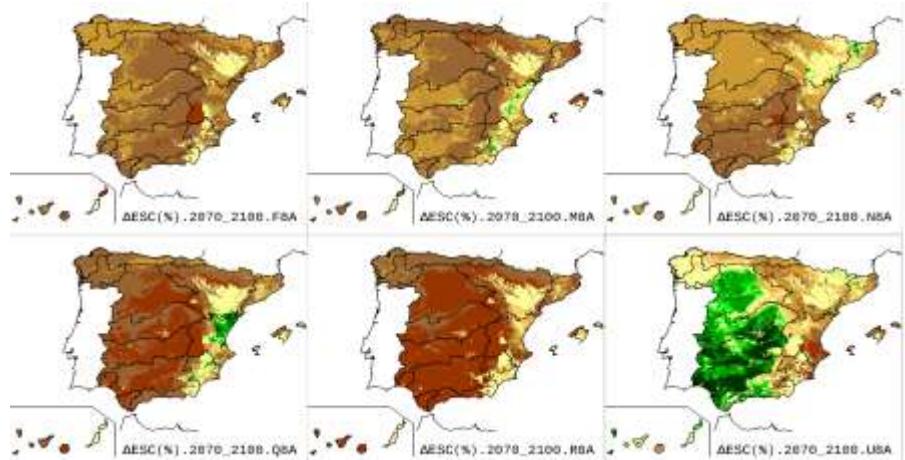
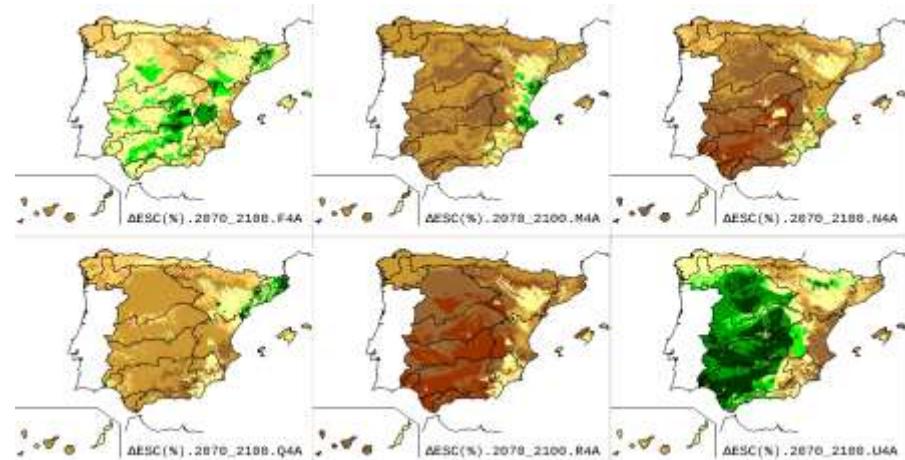
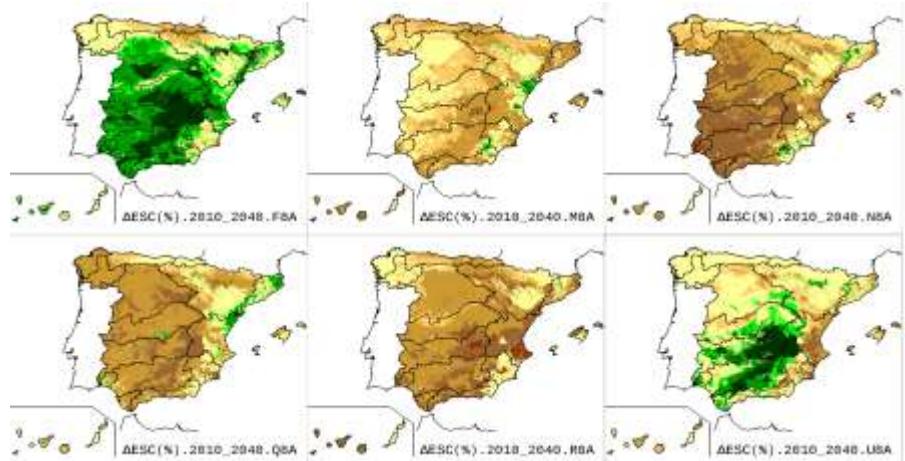
•2010-40

•RCP 4.5

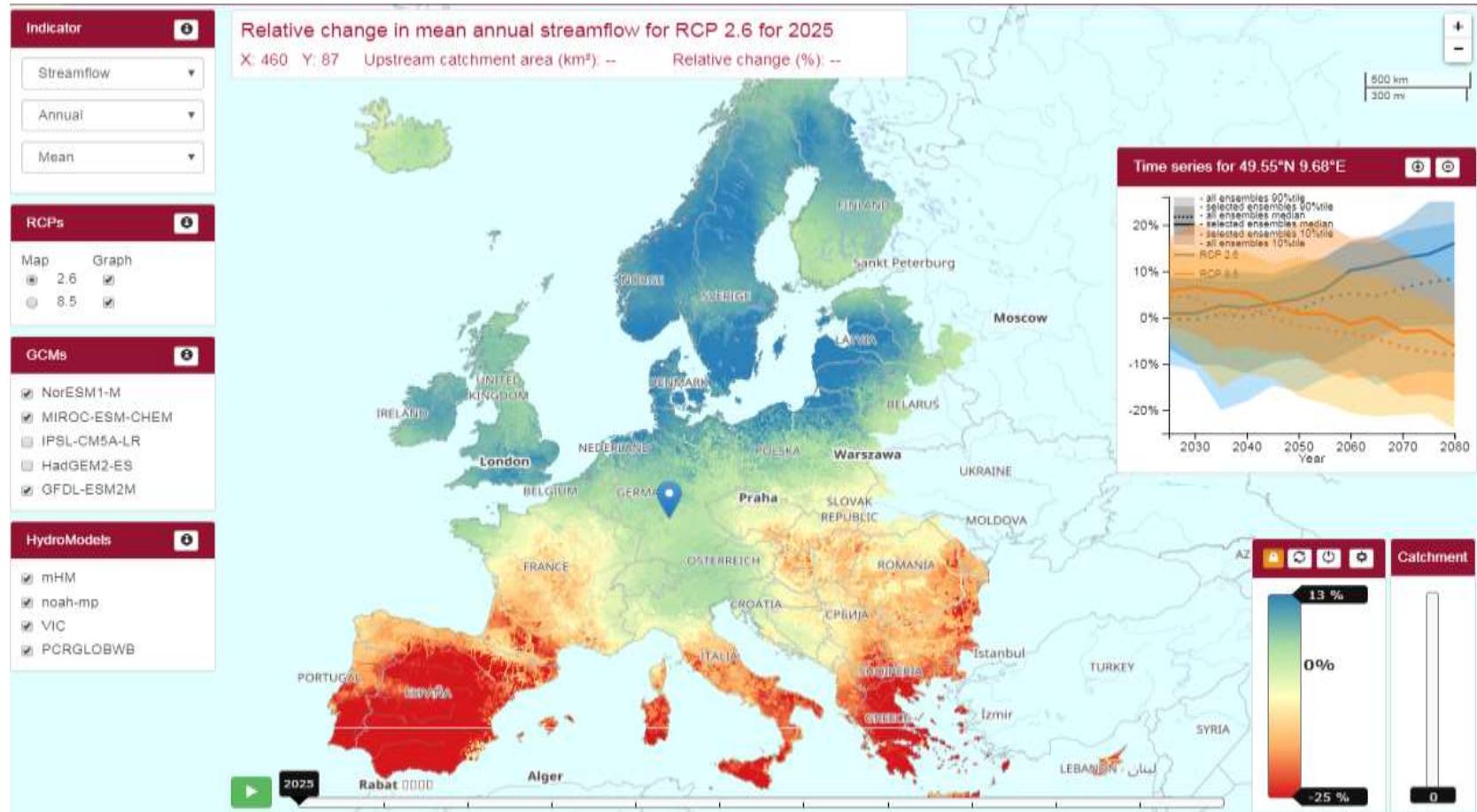


•2070-00

•RCP 8.5

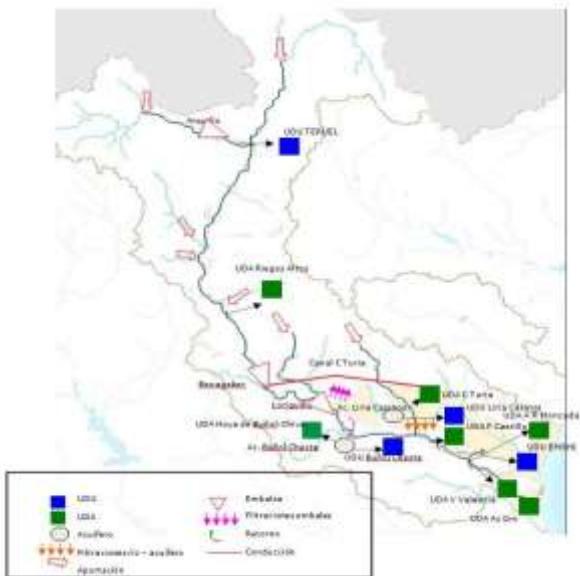


● Escenarios climáticos e hidrológicos del proyecto EDGE del Programa COPERNICUS Clima de la UE



● <http://edge.climate.copernicus.eu/>

●CHJ: Estudios de impacto del CC en los sistemas de explotación: el sistema Turia



- El WEI+ en situación actual es de 0,8. En el escenario de cambio climático se incrementa a 0,9.
- Las medidas de mejora de la eficiencia e incremento de la oferta no palian el efecto de reducción de aportaciones (12%) para el año 2033, no cumpliéndose los criterios de garantía de las demandas.

Escenario	Criterios de garantía	Máximo déficit	Cumplimiento
Reservas en situación actual	1 año	24,9%	Cumple
	2 años	49,9%	Cumple
	10 años	92,7%	Cumple
Reservas con cambio climático	1 año	31,9%	Cumple
	2 años	58,5%	Cumple
	10 años	151,4%	No cumple

CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS



Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente

◆ IPH y CC:

- Horizonte 2027: coeficientes no capturan el cambio de patrones: en próximo ejercicio de planificación es necesario ir a generación de series con CC
- Horizonte 2027: hay que incluir cambios por CC en otros aspectos (demandas, ...)
- Horizonte 2027: el análisis, aparentemente, es meramente informativo, no influye en decisiones asignaciones y reservas, ...
- Incluir análisis de repercusión en otras facetas (cumplimiento de hábitats, ...)

REPERCUSIONES DEL CC EN PGRH



- ◆ Hemos visto CC y sus repercusiones sobre Hidrología y RRHH (incluyendo calidad de aguas)
- ◆ Se han estimado Repercusiones sobre Sistemas de Recursos Hídricos mediante el uso de SSD:
 - Sobre demandas
 - Sobre calidad de aguas
 - Sobre ecosistemas y servicios ecosistémicos de las cuencas
 - Sobre economía
 - ...
- ◆ Análisis de las repercusiones y conclusiones sobre si hay necesidad de actuar o no. Si hay que actuar, entonces:
- ◆ Programas de medidas: **NECESIDAD DE SSD PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LOS P. MEDIDAS FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

CONSIDERACIONES SOBRE LAS REPERCUSIONES DEL CC EN LOS SRH



- ◆ En principio, para los escenarios que nos proporcionan, la incidencia es en general negativa (menos aportaciones, más ETP, ...)
- ◆ Cuencas mediterráneas ya tienen una situación de estrés hídrico (escasez, sequías, índice de utilización próximo a 1...)
- ◆ Son de prever efectos negativos sobre garantías de demandas, ecosistemas, ...
- ◆ **YA SE ESTÁ TRABAJANDO EN ESTAS CONDICIONES EN LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE CUENCA. NO HACE FALTA ESPERAR AL CC PARA COMPROBAR CUAL SERÁ EL AMBIENTE DE TRABAJO EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

¿Cambio climático en la cuenca del río Júcar?

- Disminución de aportaciones históricas en régimen natural al río Júcar

- Ya se ha producido un cambio en el clima.
- ¿Seguirán disminuyendo los recursos en el futuro?
- ¿cuánto? ¿cómo?

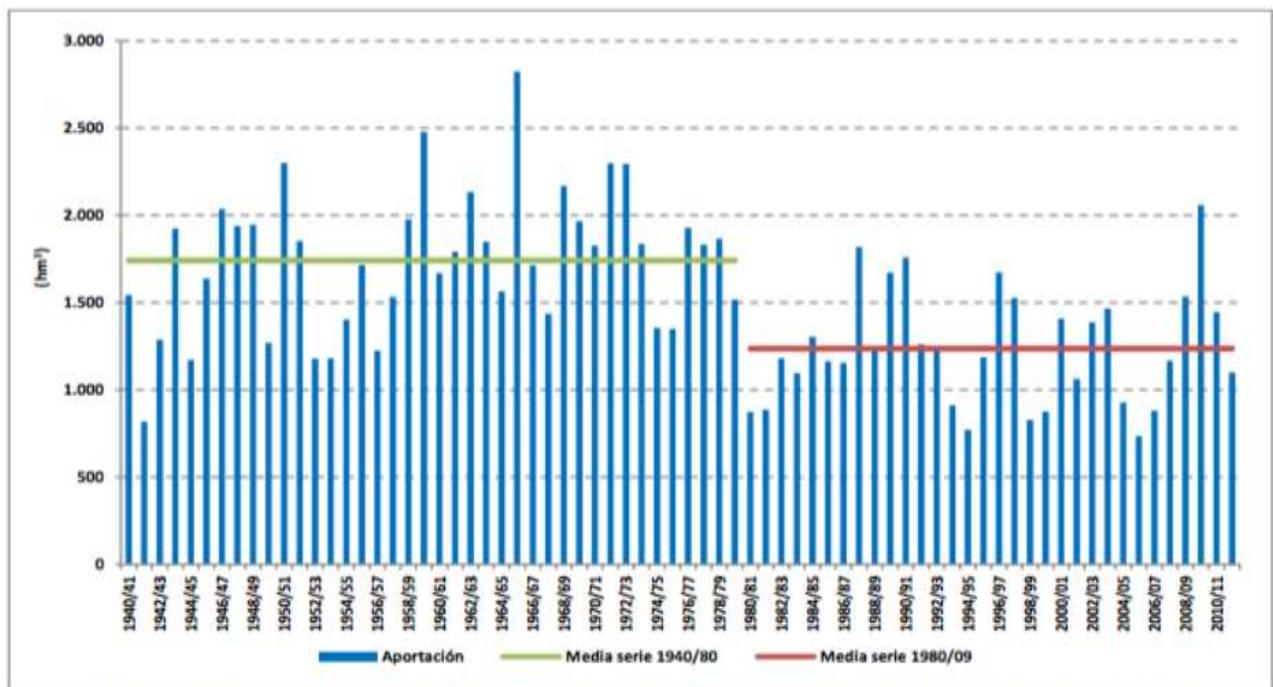


Figura 117. Aportación anual total en el modelo de simulación del sistema de explotación Júcar.
La aportación total del sistema (detallada en el anexo 2) tiene un valor medio de 1.517 $\text{hm}^3/\text{año}$ en el periodo completo 1940/41-2011/12 y de 1.237 $\text{hm}^3/\text{año}$ para la serie

• (fuente) Plan Hidrológico del Júcar 2015-21 Anejo 6

• http://www.chj.es/Descargas/ProyectosOPH/Consulta%20publica/PHC-2015-2021/PHJ1521_Anejo06_SE-Balances_151126.pdf

Decisión de utilizar en planificación solo los datos posteriores a 1980

CONSIDERACIONES SOBRE LAS SOLUCIONES

(Enfoque parecido al ya utilizado para gestión de sequías y planificación de escasez)



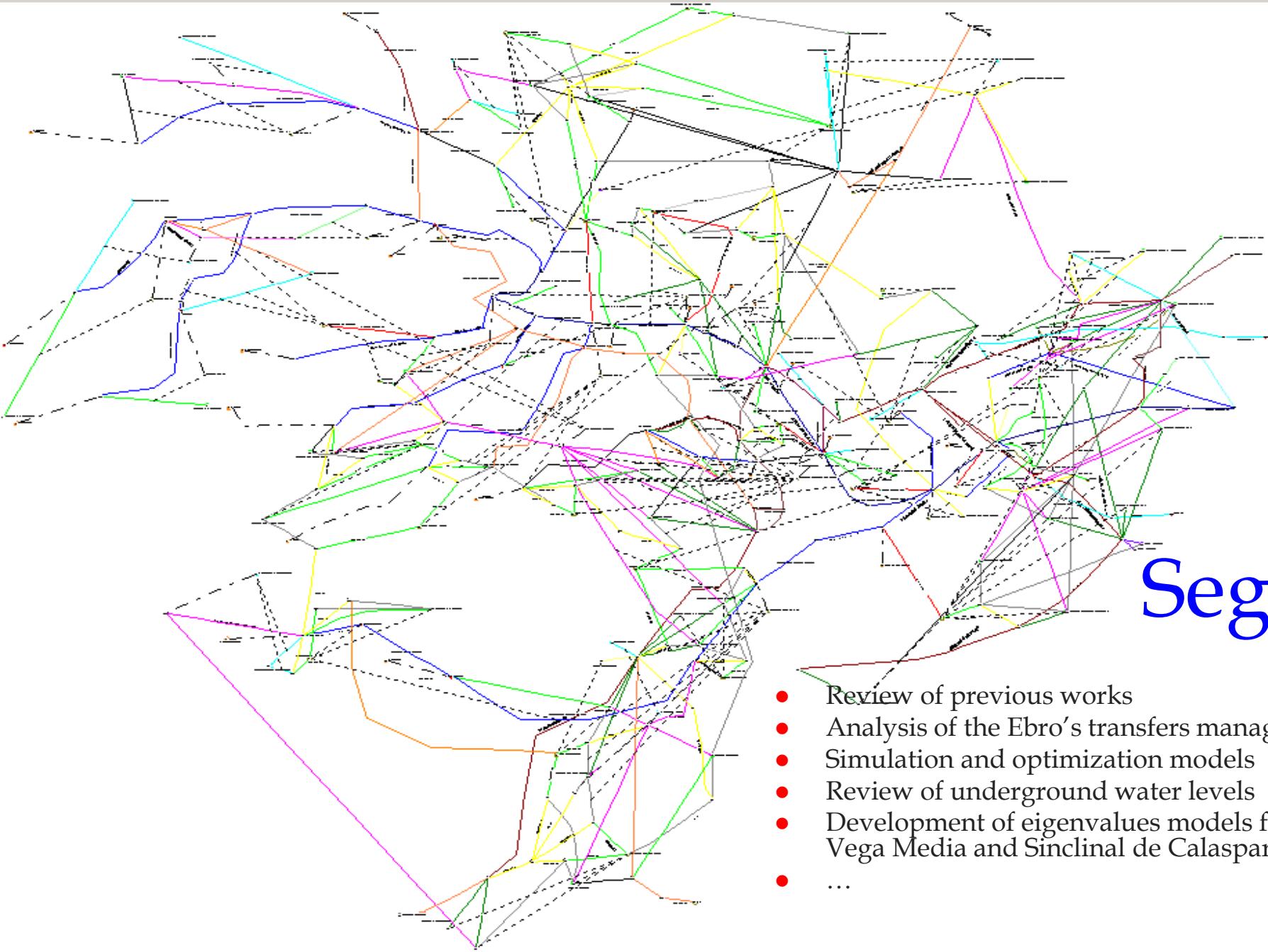
Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente

- ◆ **ADAPTACIÓN**
- ◆ **PARTICIPACIÓN y CORRESPONSABILIDAD (grupos y sectores)**
(experiencias en gestión de sequía en el Júcar)
- ◆ **Colaboración entre instituciones**
- ◆ Mayor énfasis en:
 - ◆ Gestión de la demanda: **Eficiencias** técnica y económica
 - ◆ Mejora de la calidad: **depuración** máxima posible
 - ◆ **Utilización conjunta** de recursos superficiales y subterráneos
 - ◆ **Reutilización directa** de aguas regeneradas
 - ◆ Reutilización de excedentes de riego en sequías (**rebombeos**)
 - ◆ **Desalación**
 - ◆ **Mercados de derechos de agua**
 - ◆ Mejoras de la **conectividad**, ...

CONCLUSIONES



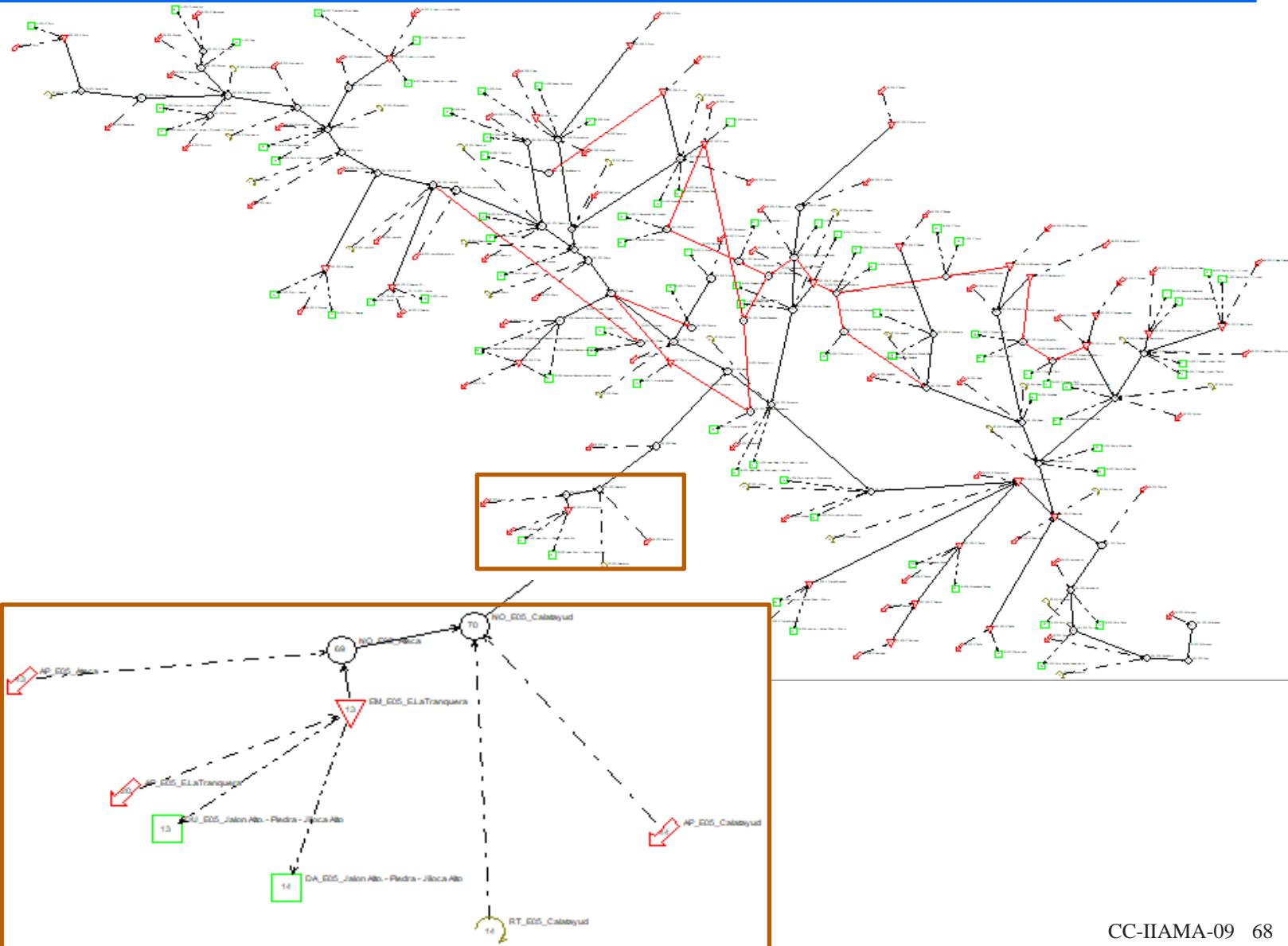
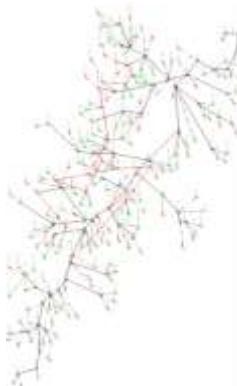
- ◆ Los **SSD** se demuestran como **herramientas útiles** para la evaluación de las **repercusiones del CC en los SRH**
- ◆ También para la **evaluación de los posibles programas de medidas** frente al CC, y para la el **análisis participativo**
- ◆ No hay que obsesionarse con el año 2100, sino ir diseñando **políticas FLEXIBLES y ADAPTATIVAS**, para obtener sistemas **ROBUSTOS**.
- ◆ Si se actúa con **ANTICIPACIÓN** suficiente, se dispone de **soluciones** que pueden hacer frente de forma eficaz a las posibles consecuencias negativas del CC sobre los SRH



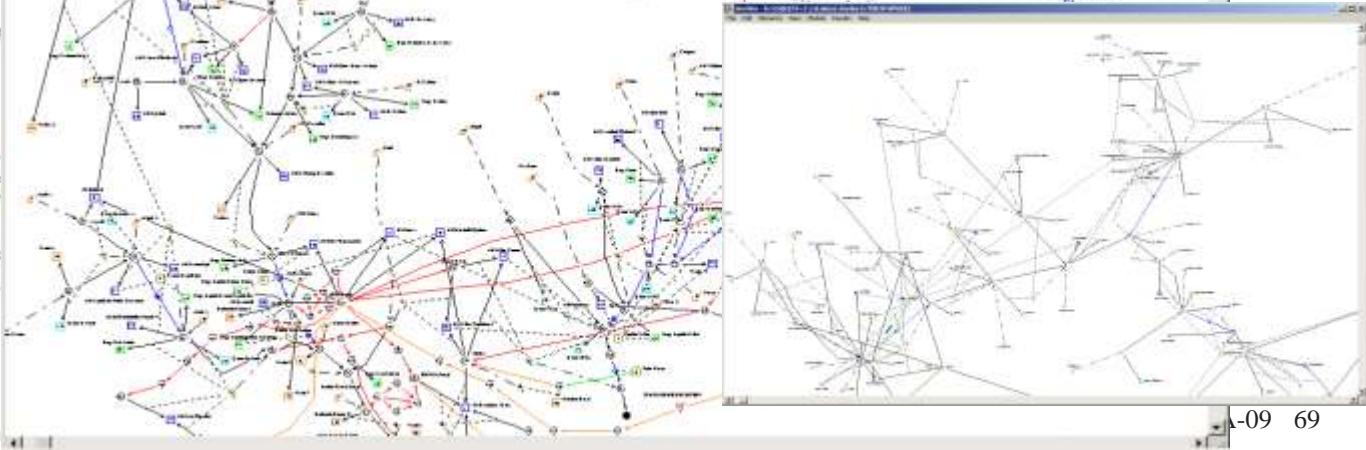
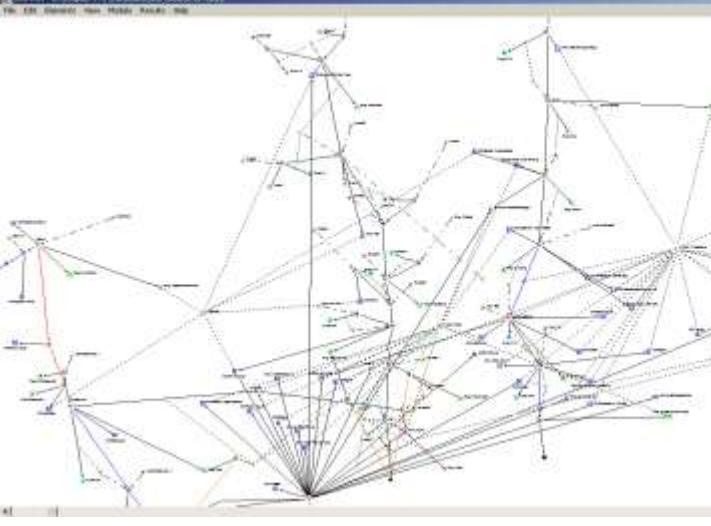
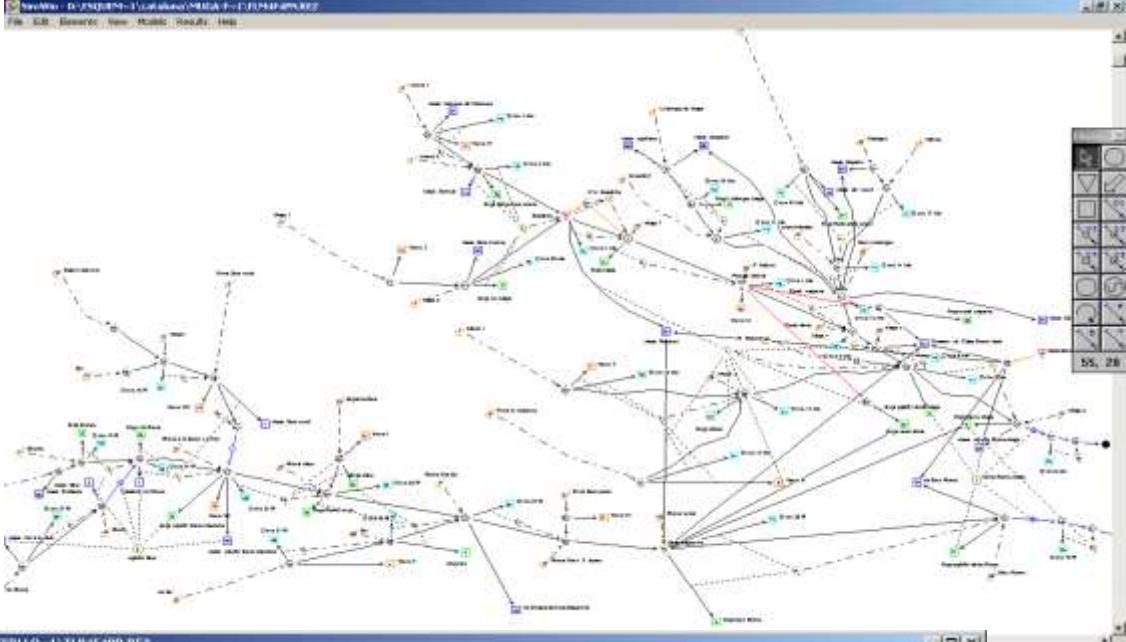
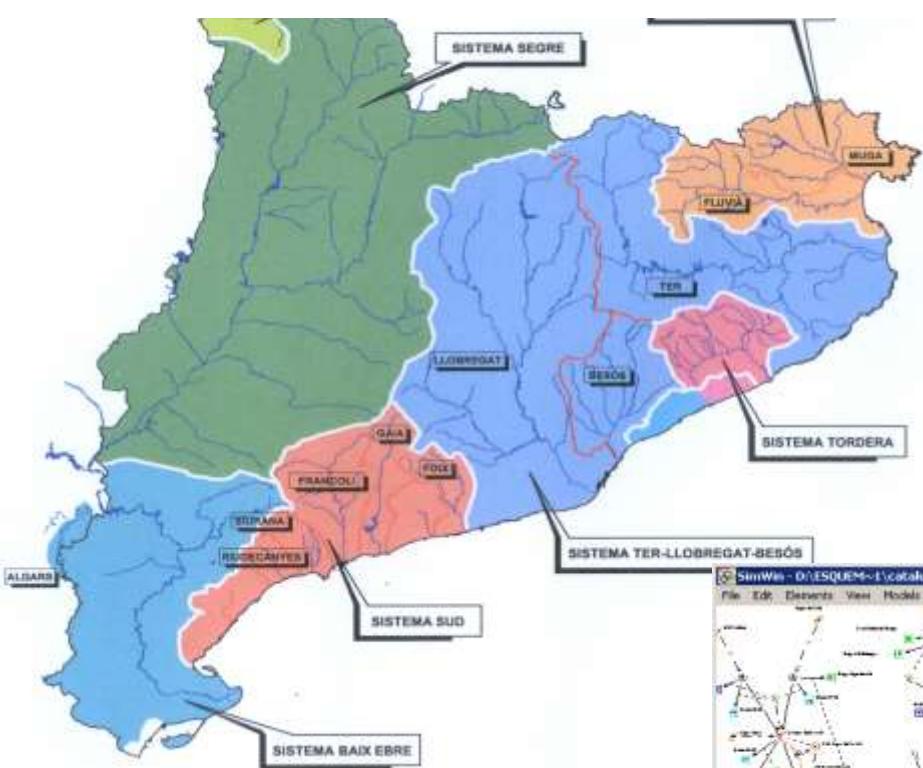
Segura

- Review of previous works
- Analysis of the Ebro's transfers management
- Simulation and optimization models
- Review of underground water levels
- Development of eigenvalues models for Vega Alta, Vega Media and Sinclinal de Calasparra aquifers
- ...

EBRO



Cuencas internas de Cataluña





FIN

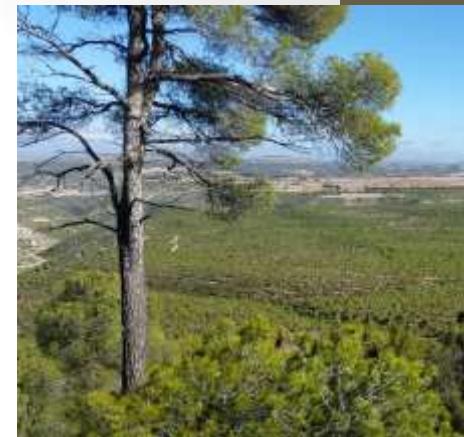
¡Muchas gracias por su atención!

**ADAPTANDO EL USO DEL AGUA EN EL
MEDITERRÁNEO
(Experiencia en la cuenca del Júcar)**

Joaquín Andreu Álvarez

Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) Universidad Politécnica de Valencia
e-mail: ximoand@upv.es www.upv.es/iiama/ www.upv.es/aquatool/

Abel Solera Solera, Javier Paredes Arquiola



Respuestas de los bosques mediterráneos al cambio climático: retos científicos y de gestión

Fernando Valladares



Universidad
Rey Juan Carlos

AGUA

Recurso limitante en los ecosistemas mediterráneos

Recurso clave en el mantenimiento de los procesos que componen su dinámica



Múltiples funciones



Servicios ecosistémicos que éstos prestan

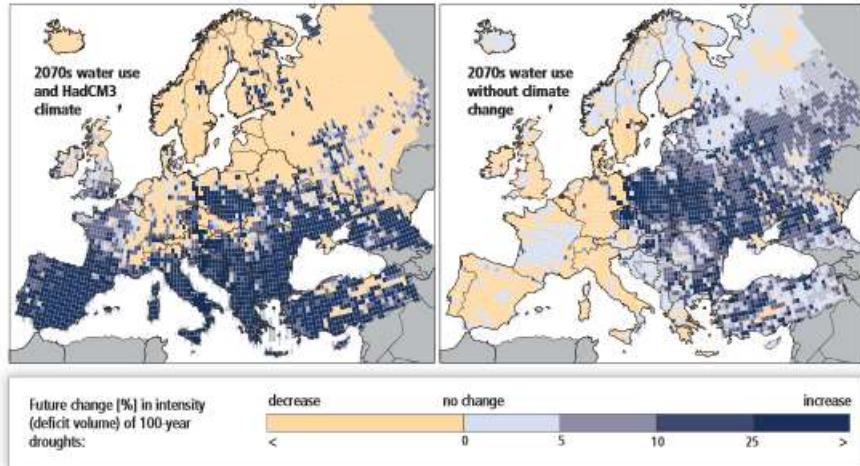
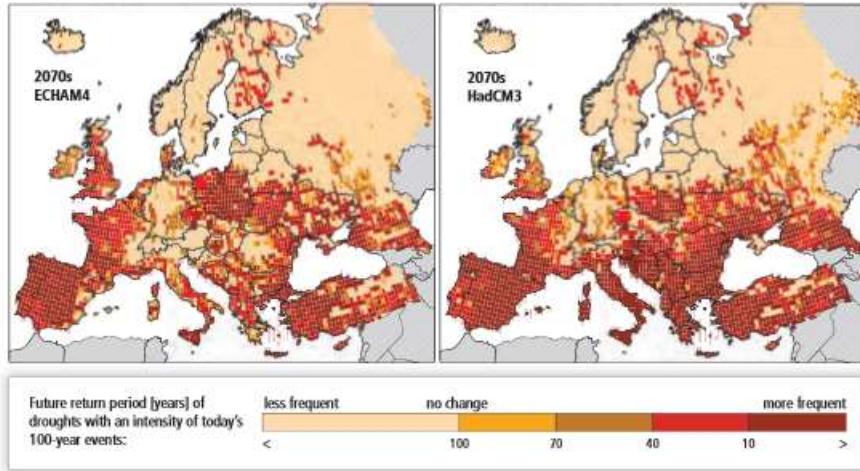
Actividad fotosintética-crecimiento

Transporte y reciclado de nutrientes

Formación del suelo



Mayor frecuencia e intensidad de sequías extremas



Adaptado a sequías moderadas



Estrés hídrico



↓ Capacidad de respuesta y aclimatación

↓ Resiliencia

Pocos estudios en condiciones naturales donde se analice alteración funcional de los árboles durante sequías extremas

Disminución del crecimiento y de la conductividad hidráulica

Gran mortalidad

Pinus sylvestris

Martínez-Vilalta y Piñol 2002.
For Ecol and Manage

Defoliación y decaimiento

Incremento eficiencia en el uso del agua



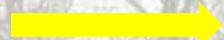
Quercus ilex

Peñuelas et al. 2000. Biol Plant

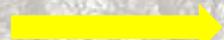
CAUSAS DECAIMIENTO Y MORTALIDAD



Fallo hidráulico



Ψ muy bajos – pérdida conductividad hidráulica



Umbral de tolerancia – depende de la especie y condiciones ambientales

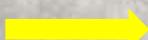
Martínez-Vilalta et al. 2002. Oecologia
Urli et al. 2013 Tree Physiol



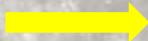
Inanición por falta de carbono



Cierre estomático – consumo carbohidratos almacenados



C almacenado – depende de la especie, edad, tamaño, época del año



Accesibilidad y transporte C durante sequía

Zwieniecki y Secchi 2015. Plant Cell Environ

Sala et al. 2012. Tree Physiol

Bosques mediterráneos: alta resistencia y resiliencia a las perturbaciones

Lloret et al. 2012. Glob Change Biol



Especies
Características sequía



Rasgos funcionales relacionados con la sequía



Hojas esclerófilas

Salleo y Lo Gullo 1990. Ann Bot



Incremento ratio raíz/tallo

Peña-Rojas et al. 2005. Funct Plant Biol



Osmoregulación

Meinzer et al. 2014. Plant Cell Environ



Raíces más profundas

David et al. 2007. Tree Physiol



Incremento eficiencia en el uso del agua Gulías et al. 2003. Ann Bot



Resistencia del sistema hidráulico McDowell et al. 2008. New Phytol



Respuesta funcional de especies coexistentes con contrastadas estrategias hídricas bajo condiciones de sequía extrema

Mediterranean trees coping with severe drought: avoidance might not be safe

Forner A, Valladares F, Aranda I

Envir Exp Botany (enviado)

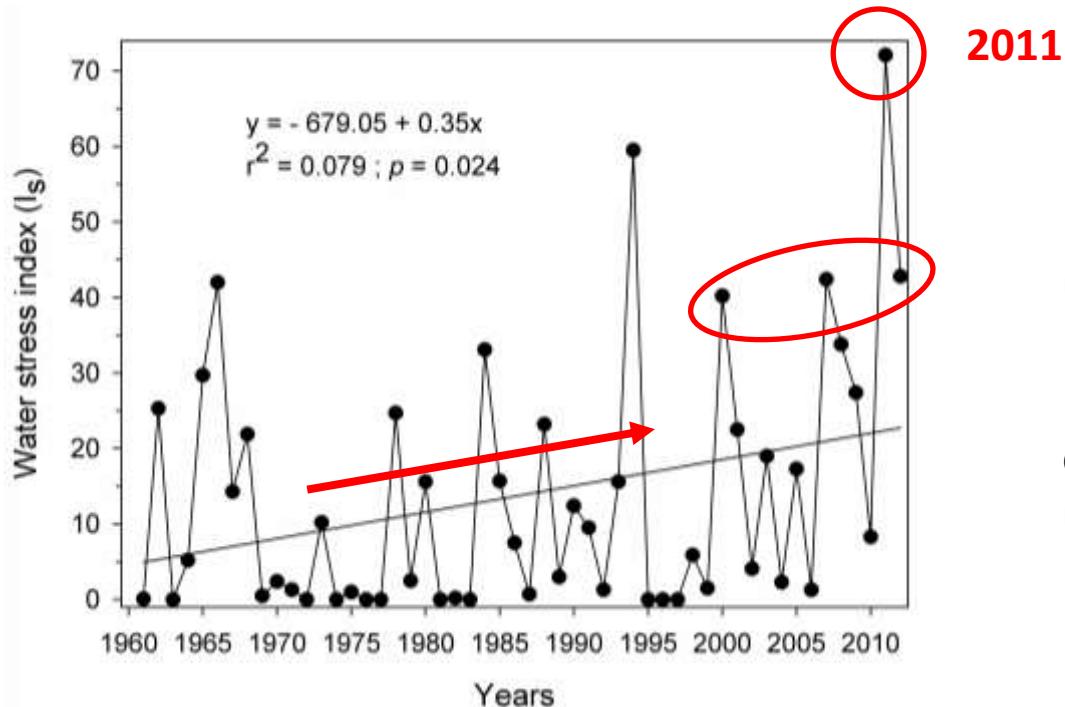
Tree Physiology 00, 1–11
doi:10.1093/treephys/tpy022

Research paper

Extreme droughts affecting Mediterranean tree species' growth and water-use efficiency: the importance of timing

Alicia Forner^{1,7}, Fernando Valladares^{1,2}, Damien Bonal³, André Granier³, Charlotte Grossiord⁴ and Ismael Aranda^{5,6}

P. Natural del Alto Tajo



El estrés hídrico ha aumentado en los últimos 50 años

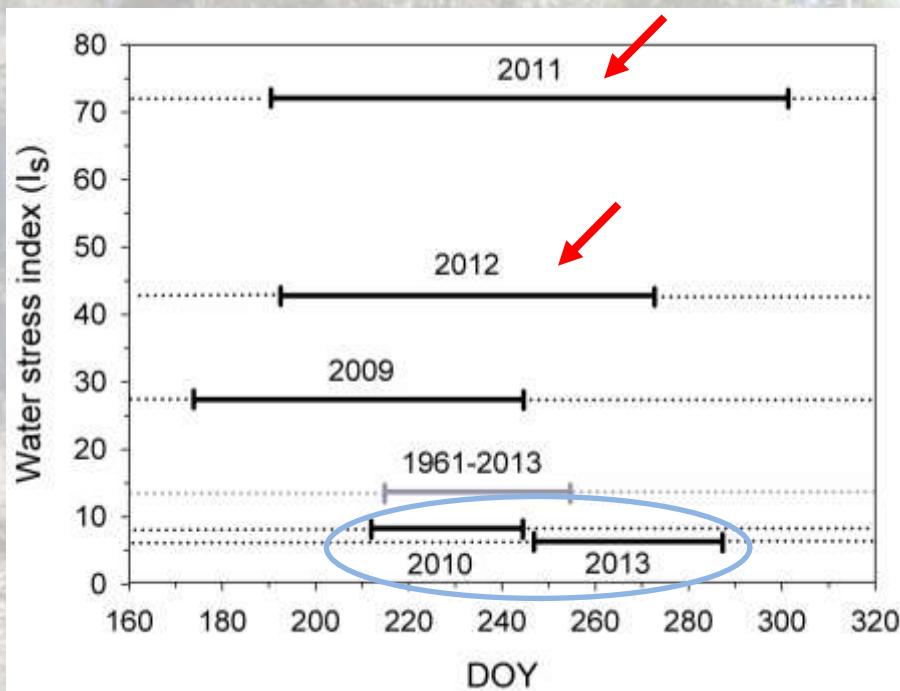
La frecuencia de las sequías extremas ha aumentado en la última década

$$REW = \frac{\text{Agua disponible}}{\text{Agua máx. extraíble}}$$

$$I_s = \frac{\text{Suma} (REW - REW_c) \text{ when } REW < REW_c}{REW_c}$$

$REW_c = 0.4$ Estrés hídrico (Granier et al. 1999)

RESULTADOS

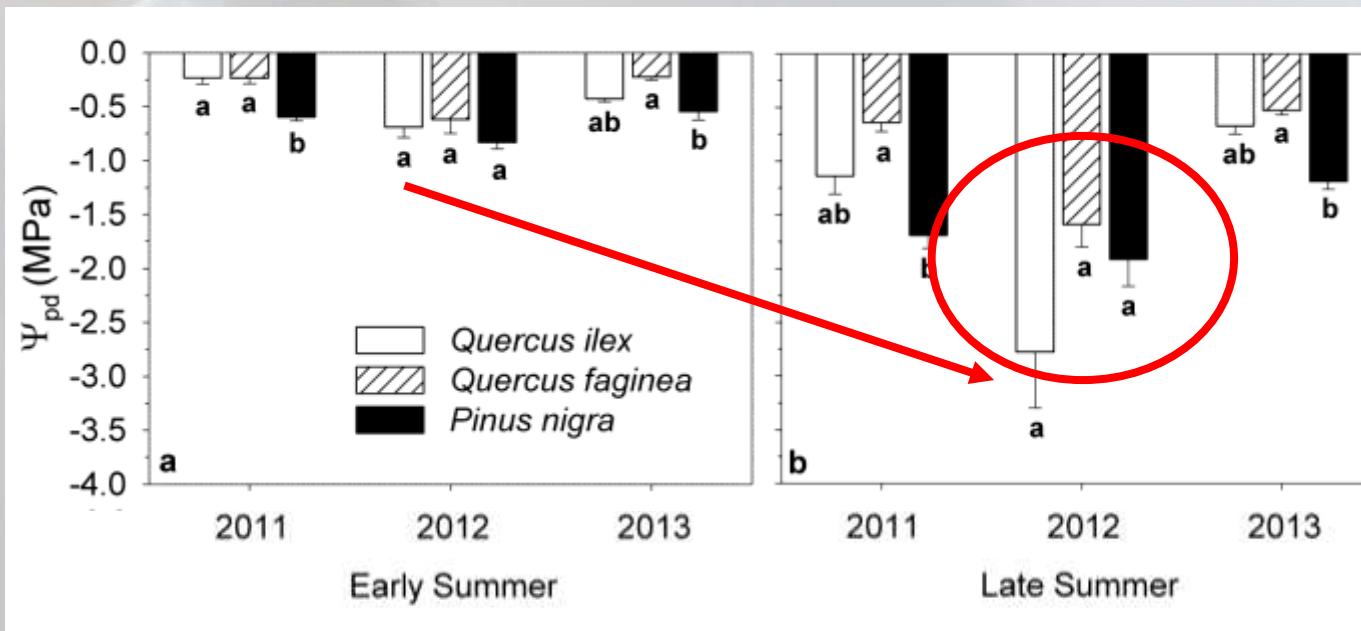


2011 presentó una sequía muy intensa, prolongada y temprana

2010 y 2013 tuvieron I_s inferior a la media

2012 tiene aprox. el triple que la media

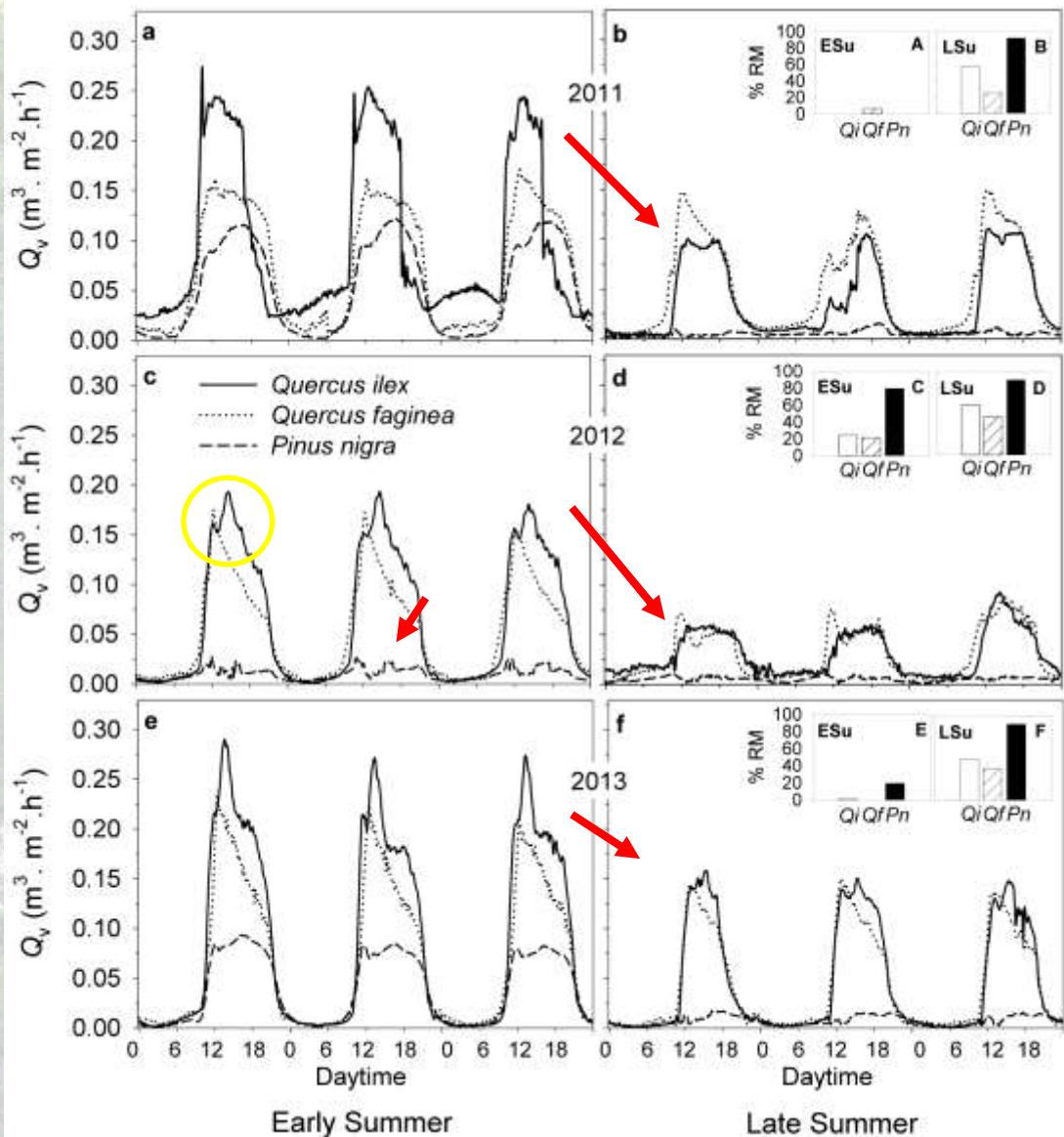
Potencial hídrico



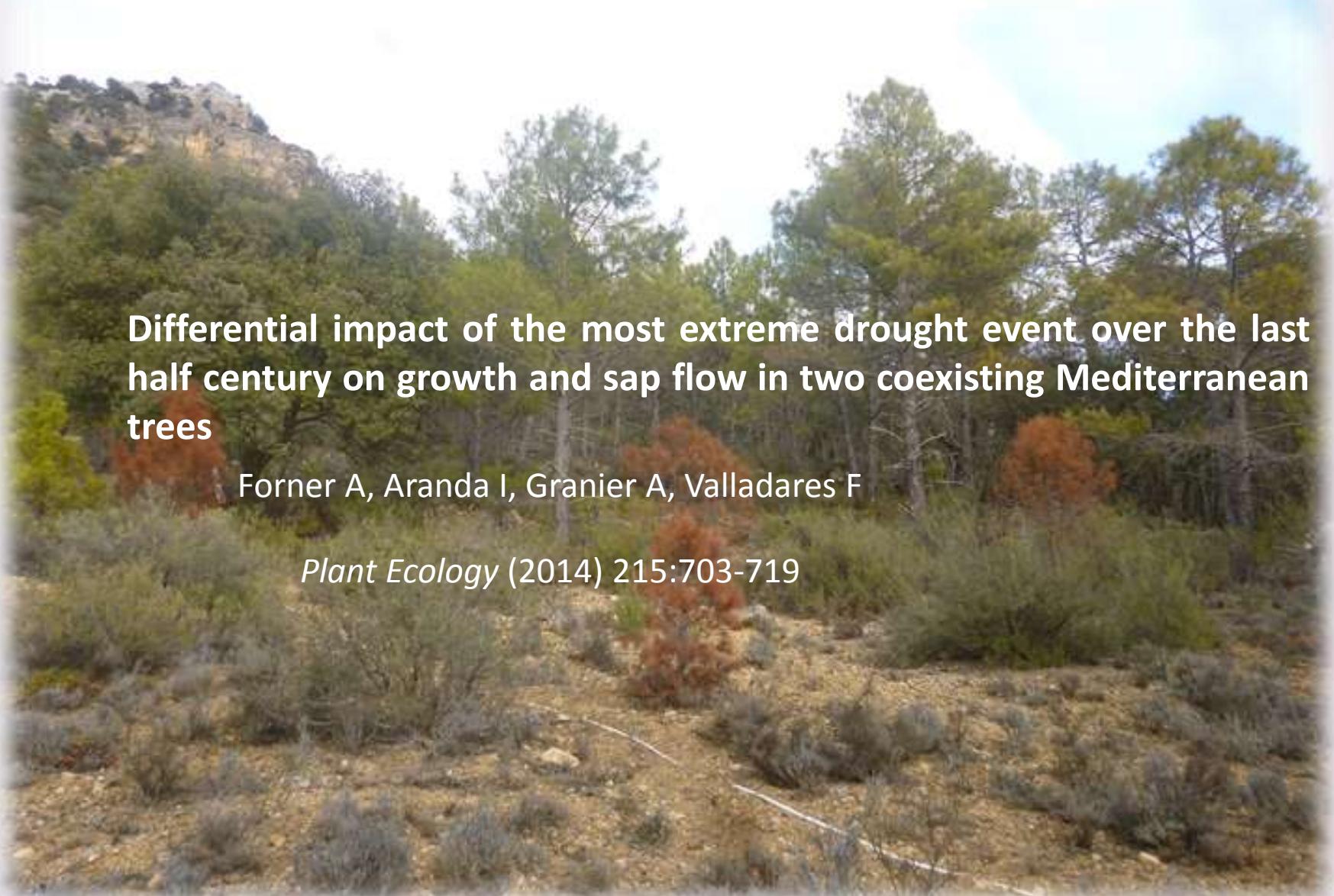
Caída potencial hídrico a lo largo del verano (*Q. ilex* en 2012)

General: $P. nigra < Q. ilex \sim Q. faginea$

RESULTADOS



Papel modulador del **microclima** en la respuesta ecofisiológica de las especies bajo condiciones de sequía extrema



Differential impact of the most extreme drought event over the last half century on growth and sap flow in two coexisting Mediterranean trees

Forner A, Aranda I, Granier A, Valladares F

Plant Ecology (2014) 215:703-719

Al contrario de lo esperado: *P. nigra*, especie evitadora, alcanzó niveles de estrés hídrico cercanos a su umbral crítico



Potenciales hídricos bajos

Fotorespiración

Consumo agua mínimo ya al inicio del verano
(Cierre estomático - fijación C mínima/nula
todo verano)

Sequía
severa 2012



+ Acumulación efectos
sequía extrema 2011



SIN EMBARGO sin síntomas claros decaimiento ni mortalidad

- 1- Mayor impacto sequías severas consecutivas que sequías extremas puntuales**
- 2- Alta resiliencia de las especies en el lugar de estudio, aunque ligera pérdida**
- 3- Aunque no muy lejos de su umbral crítico de no retorno**

- ➡ Estudios a largo plazo
- ➡ Medir y entender la recuperación





Ligeras diferencias en la humedad del suelo atenúan efecto sequía extrema

Microclima claro efecto modulador sequías extremas, incluso en 2012

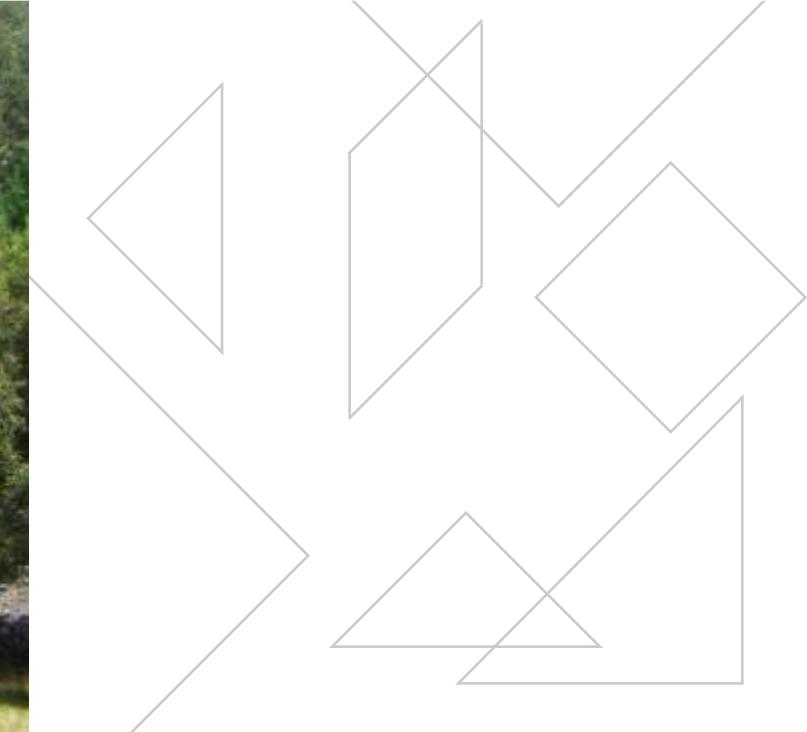
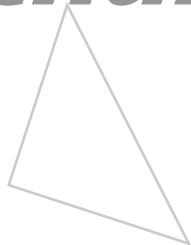
(ej. laderas umbría) Peñuelas et al. 2001. For Sci

- Importante considerar factores locales cuando se comparan diversos ámbitos geográficos
- Posibilidad de gestión local para evitar/paliar efectos sequías extremas



Avila, nevada del 23 de marzo de 2017

Juniperus thurifera

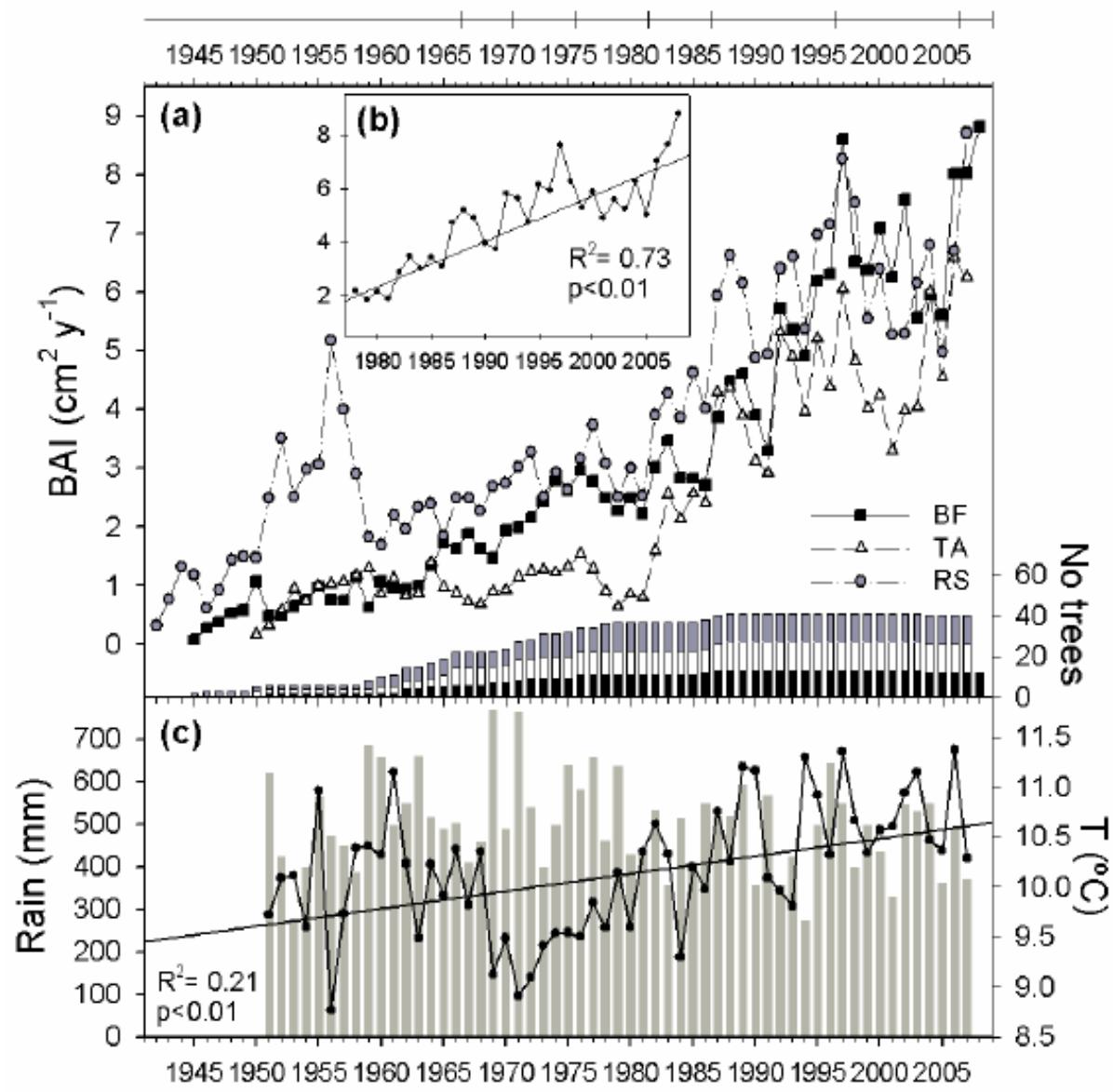


Continental conditions

- ◆ Cold in winter (and over night), which adds to heat and drought



Warming temperatures, increased growth



Long- and short-term radial growth dynamics and ecophysiology evidence high resistance of *Juniperus thurifera* to a warmer climate

Teresa E. Gimeno, Jesús J.
Camarero, Elena Granda, Beatriz
Pías, Fernando Valladares

For *Juniperus thurifera*:

- i. Growth is negatively affected by the increased warming-induced water-stress due to climate change
- ii. Males and females differ in their growth dynamics
- iii. Seasonal evolution of carbon gain and water use efficiency underlay climate-growth relationships and growth dynamics.

Change in Habitat Use in Mediterranean Continental areas

Forest expansion a special case of habitat change that involves natural woodland expansion into former grasslands and increased tree density in open, partially degraded woodlands





Spatial pattern and growth of juvenile and adult trees reveal different ecological processes in mature versus expanding Spanish-juniper woodlands

Teresa E. Gimeno, Beatriz Pías,
Jesús Martínez-Fernández, David
L. Quiroga, Adrián Escudero,
Fernando Valladares

Biodiversity

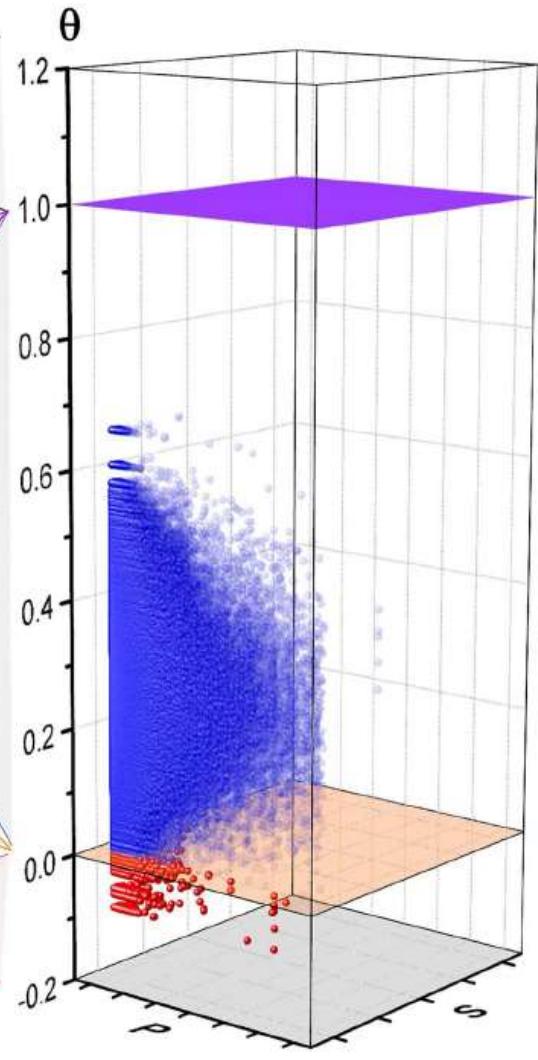
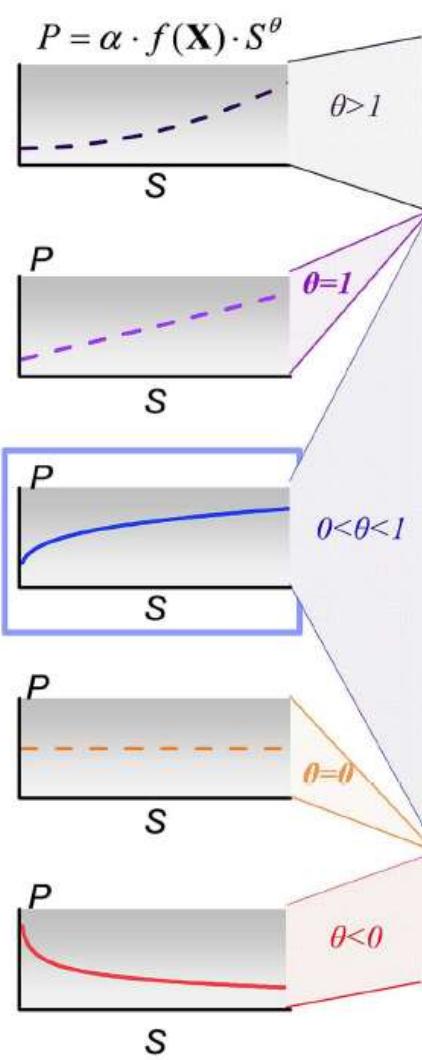
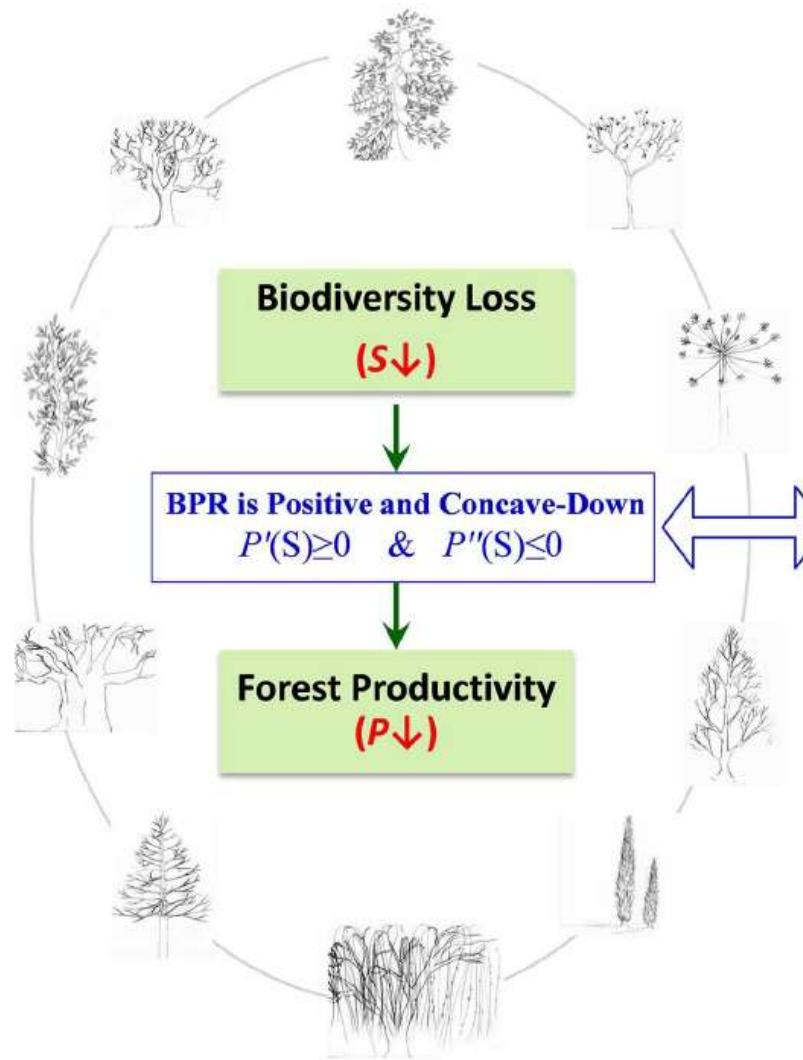
- Species, the bricks of biodiversity, can be seen as **alternative solutions** to changing challenges.
- Biodiversity also encapsulates the notion of intraspecific variability and population differentiation including, thus, a range of **alternatives on local adaptation and plasticity** that we are just beginning to uncover.

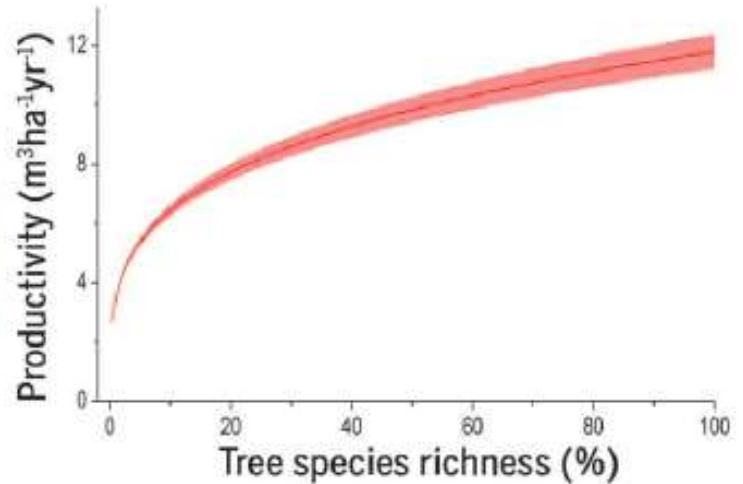
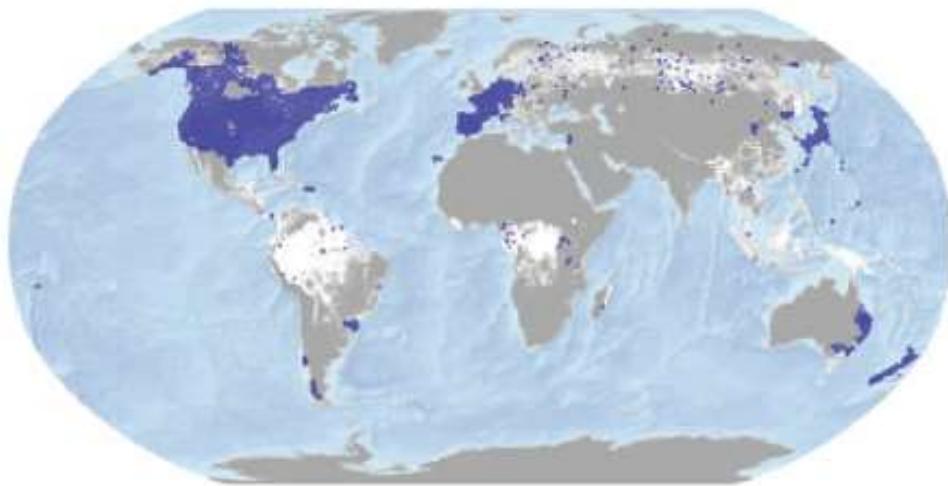


FOREST ECOLOGY

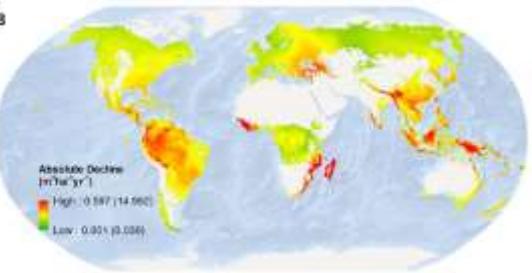
Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests

Jingjing Liang,^{1*} Thomas W. Crowther,^{2,3†} Nicolas Picard,⁴ Susan Wiser,⁵ Mo Zhou,¹ Giorgio Alberti,⁶ Ernst-Detlef Schulze,⁷ A. David McGuire,⁸ Fabio Bozzato,⁹ Hans Pretzsch,¹⁰ Sergio de-Miguel,^{11,12} Alain Paquette,¹³ Bruno Héault,¹⁴ Michael Scherer-Lorenzen,¹⁵ Christopher B. Barrett,¹⁶ Henry B. Glick,³ Geerten M. Hengeveld,^{17,18} Gert-Jan Nabuurs,^{17,19} Sebastian Pfautsch,²⁰ Helder Viana,^{21,22} Alexander C. Vibrans,²³ Christian Ammer,²⁴ Peter Schall,²⁴ David Verbyla,²⁵ Nadja Tchekabakova,²⁶ Markus Fischer,^{27,28} James V. Watson,¹ Han Y. H. Chen,²⁹ Xiangdong Lei,³⁰ Mart-Jan Schelhaas,¹⁷ Huicui Lu,¹⁹ Damiano Gianelle,^{31,32} Elena I. Parfenova,²⁶ Christian Salas,³³ Eungul Lee,³⁴ Boknam Lee,³⁵ Hyun Seok Kim,^{35,36,37,38} Helge Bruelheide,^{39,40} David A. Coomes,⁴¹ Daniel Piotto,⁴² Terry Sunderland,^{43,44} Bernhard Schmid,⁴⁵ Sylvie Gourlet-Fleury,⁴⁶ Bonaventure Sonké,⁴⁷ Rebecca Tavani,⁴⁸ Jun Zhu,^{49,50} Susanne Brandl,^{10,51} Jordi Vayreda,^{52,53} Fumiaki Kitahara,⁵⁴ Eric B. Searle,²⁹ Victor J. Neldner,⁵⁵ Michael R. Ngugi,⁵⁵ Christopher Baraloto,^{56,57} Lorenzo Frizzera,³¹ Radomir Bałazy,⁵⁸ Jacek Oleksyn,^{59,60} Tomasz Zawiła-Niedźwiecki,^{61,62} Olivier Bouriaud,^{63,64} Filippo Bussotti,⁶⁵ Leena Finér,⁶⁶ Bogdan Jaroszewicz,⁶⁷ Tommaso Jucker,⁴¹ Fernando Valladares,^{68,69} Andrzej M. Jagodzinski,^{59,70} Pablo L. Peri,^{71,72,73} Christelle Gonmadje,^{74,75} William Marthy,⁷⁶ Timothy O'Brien,⁷⁶ Emanuel H. Martin,⁷⁷





- the opposite to be true – a decline in biodiversity would result in an accelerating decline in forest productivity.



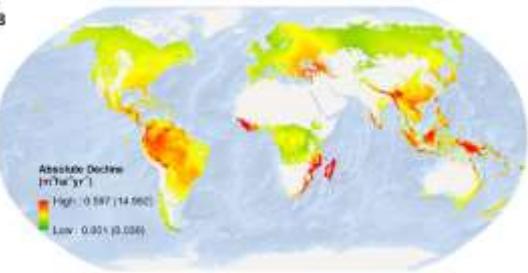
- Scientists from 90 institutions consolidated field-based data forming one of the largest global forest inventory databases in the history of forestry research.
- Tens of thousands of forestry professionals collected the underpinning data, which extended over a period of 150 years.
- In total, data was collected from more than 770,000 plots consisting of more than 30 million trees across more than 8,700 species.
- The study took into account all major global forest ecosystems across 44 countries and territories. It included some of the most distinct forest conditions on Earth, such as the northernmost in Siberia; the southernmost in Patagonia; the coldest in Oimyakon, Russia; the warmest in Palau, an archipelago in the western Pacific Ocean; and the most diverse in Bahia, Brazil

As forests go, so goes the economy



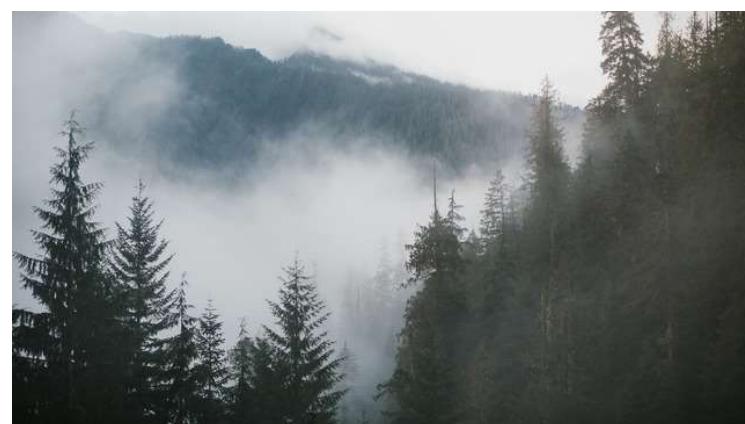
- The amount of loss in productivity that is associated with the loss of tree species richness would have an economic value of up to a \$500 billion per year across the world.
- That amounts to **more than double what it would cost to implement effective conservation** for all of Earth's ecosystems on a global scale.
- The strongest economic message of this study is that the economic **benefit of forest species diversity far exceeds the cost of preserving it**, even when we only consider its role in maintaining the global commercial productivity of forests.



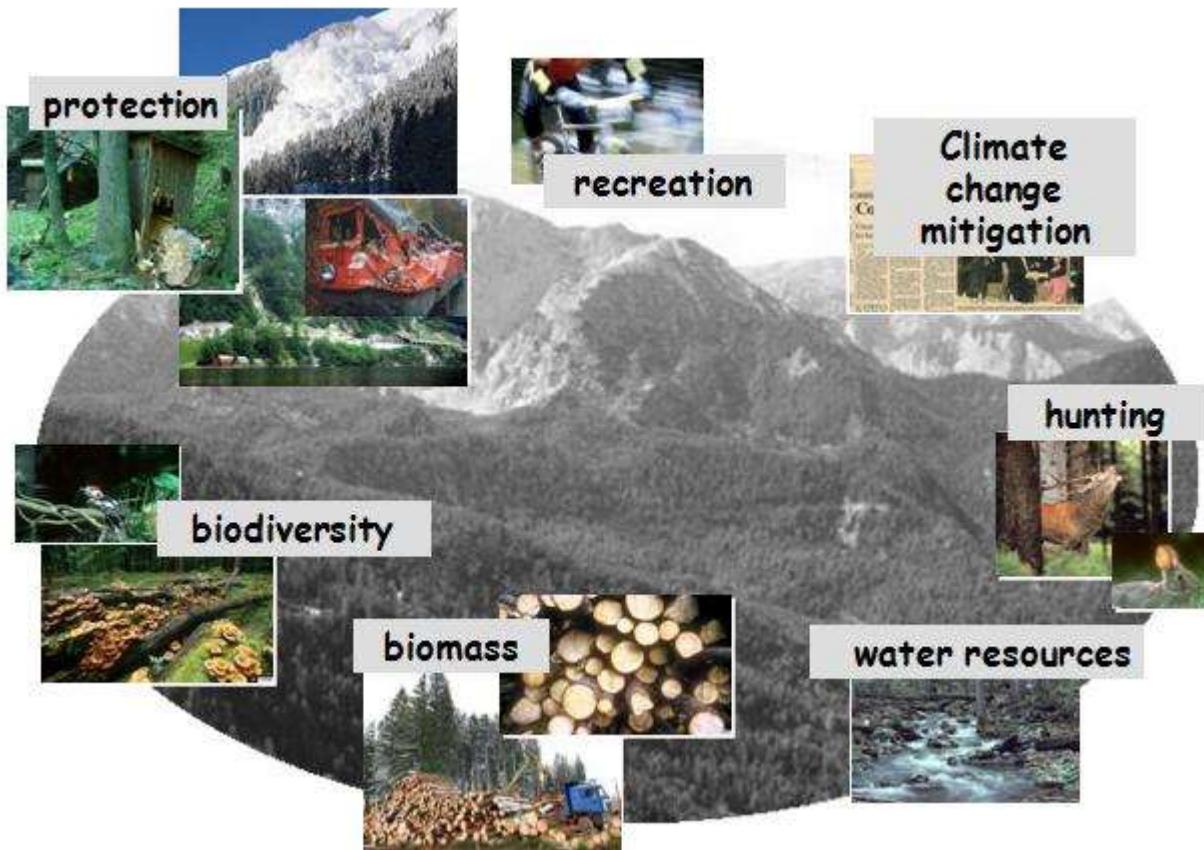


The ongoing species loss in global forests could substantially reduce forest productivity, thereby reducing the absorption of carbon dioxide by forests from the atmosphere.

Therefore, **conserving forest biodiversity** should be one of the important actions on **what we can do about climate change**.



Multifunctionality



In a world with less space for nature, we want ecosystems to do many things for us



What do we know about forest features that confer multifunctionality?



Not much !





ARTICLE

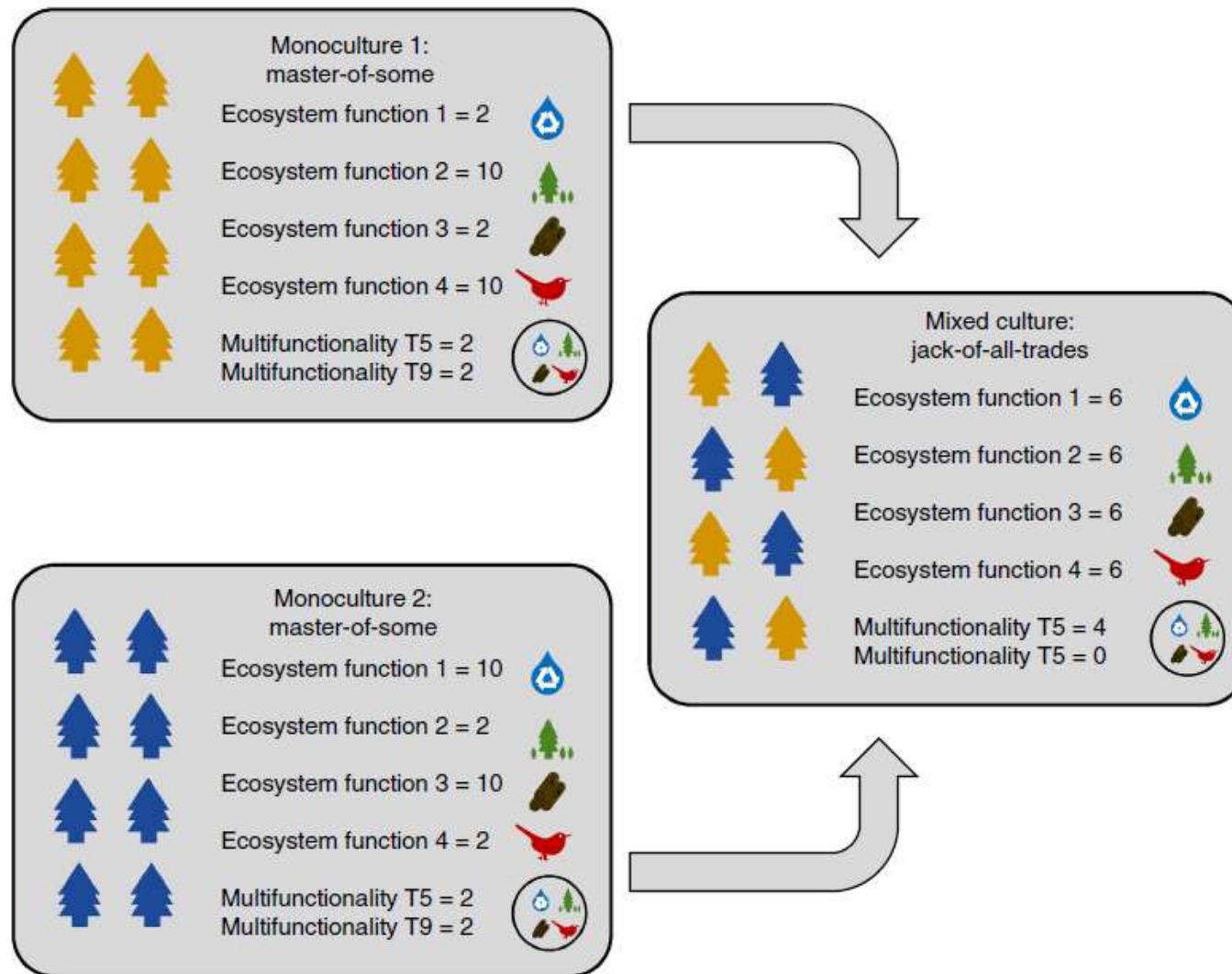
Received 8 Sep 2015 | Accepted 19 Feb 2016 | Published 24 Mar 2016

DOI: 10.1038/ncomms11109

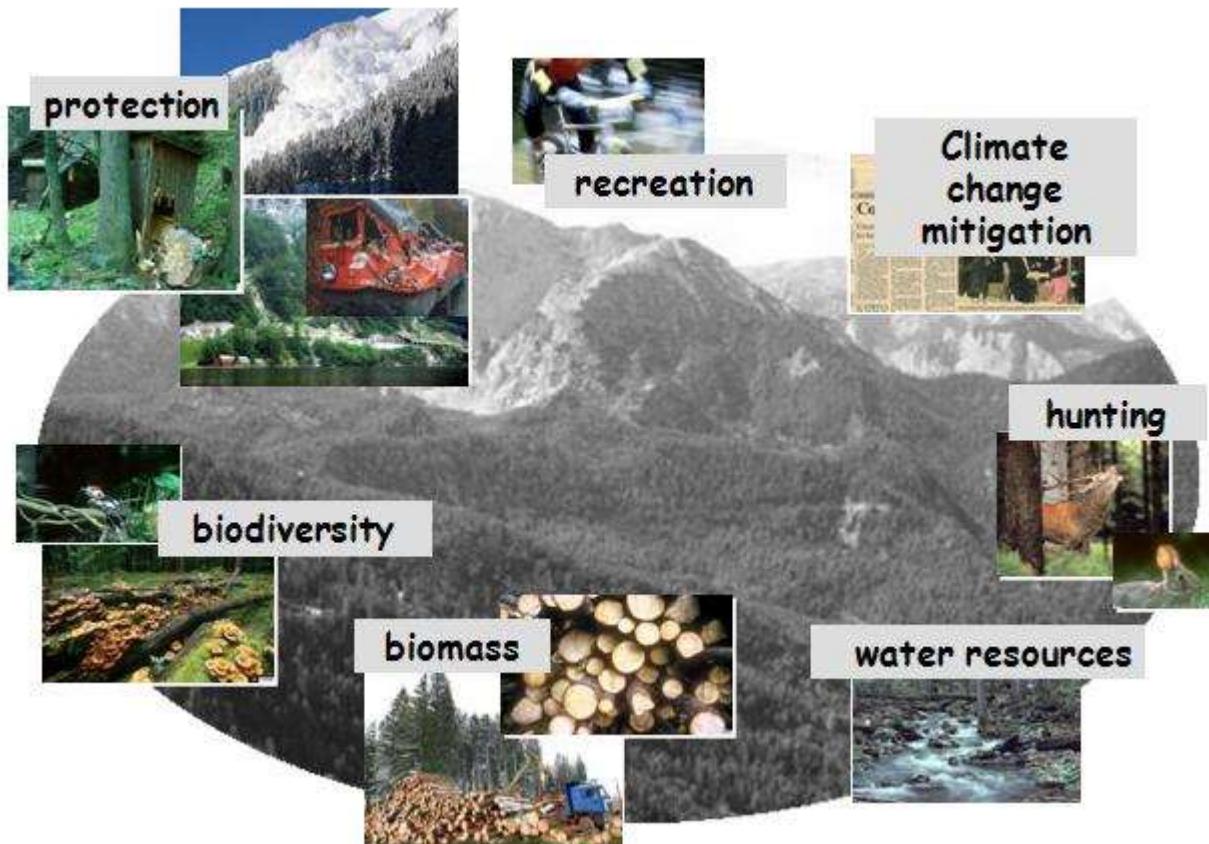
OPEN

Jack-of-all-trades effects drive biodiversity-ecosystem multifunctionality relationships in European forests

Fons van der Plas^{1,2}, Peter Manning^{1,2}, Eric Allan¹, Michael Scherer-Lorenzen³, Kris Verheyen⁴, Christian Wirth^{5,6}, Miguel A. Zavala⁷, Andy Hector⁸, Evy Ampoorter⁴, Lander Baeten^{4,9}, Luc Barbaro^{10,11}, Jürgen Bauhus¹², Raquel Benavides³, Adam Benneter¹², Felix Berthold¹³, Damien Bonal¹⁴, Olivier Bouriaud¹⁵, Helge Bruelheide^{6,13}, Filippo Bussotti¹⁶, Monique Carnol¹⁷, Bastien Castagneyrol^{10,11}, Yohan Charbonnier^{10,11}, David Coomes¹⁸, Andrea Coppi¹⁶, Cristina C. Bastias¹⁹, Seid Muhie Dawud²⁰, Hans De Wandeler²¹, Timo Domisch²², Leena Finér²², Arthur Gessler²³, André Granier¹⁴, Charlotte Grossiord²⁴, Virginie Guyot^{10,11,25}, Stephan Hättenschwiler²⁶, Hervé Jactel^{10,11}, Bogdan Jaroszewicz²⁷, François-Xavier Joly²⁶, Tommaso Jucker¹⁸, Julia Koricheva²⁸, Harriet Milligan²⁸, Sandra Müller³, Bart Muys²¹, Diem Nguyen²⁹, Martina Pollastrini¹⁶, Karsten Raulund-Rasmussen²⁰, Federico Selvi¹⁶, Jan Stenlid²⁹, Fernando Valladares^{19,30}, Lars Vesterdal²⁰, Dawid Zielinski²⁷ & Markus Fischer¹



Multifunctionality increases with biodiversity



Diverse forests do not maximize any function but performs very well all functions



Jack of all trades, master of none

Diverse forests do not maximize any function but performs very well all functions

The analogy with decathlon

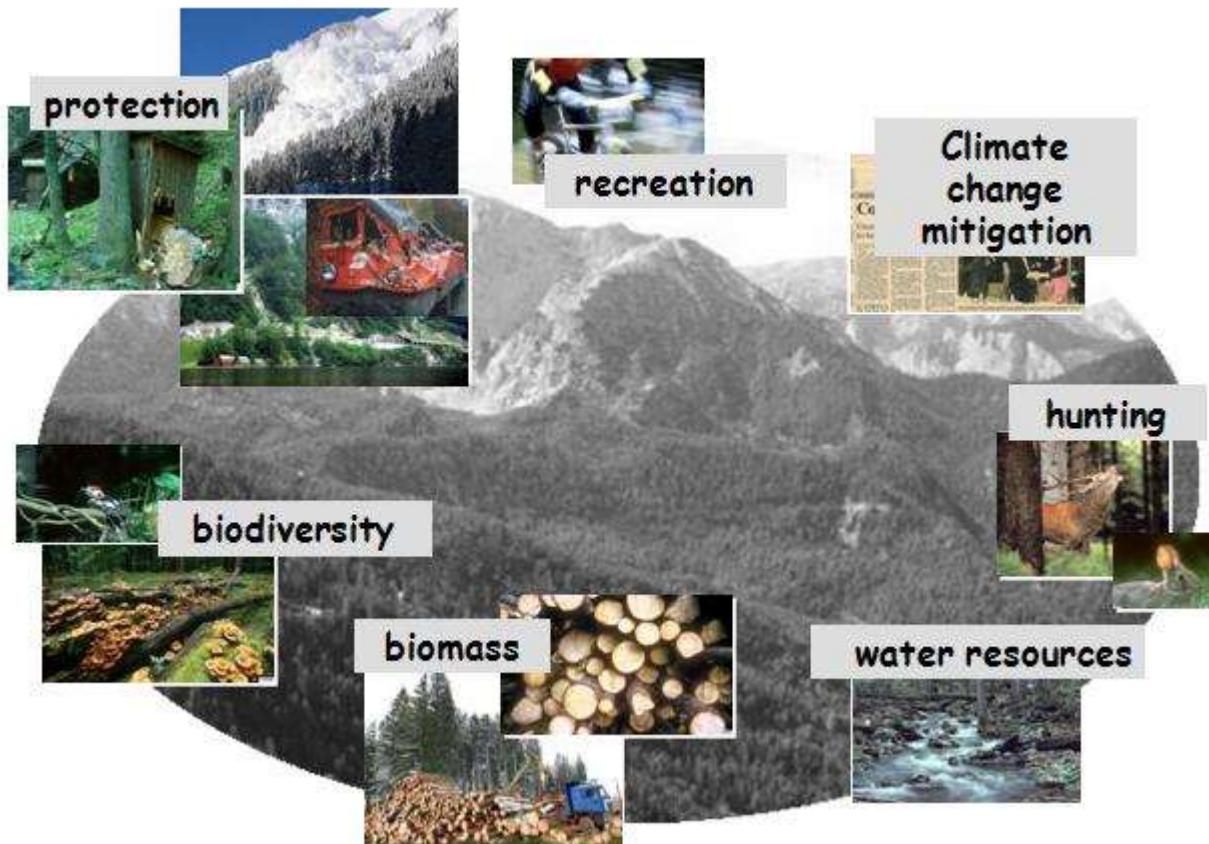


The winner is the one able to do well all 10 sports, not the one being top in one or two

The analogy with decathlon



Multifunctionality increases with biodiversity



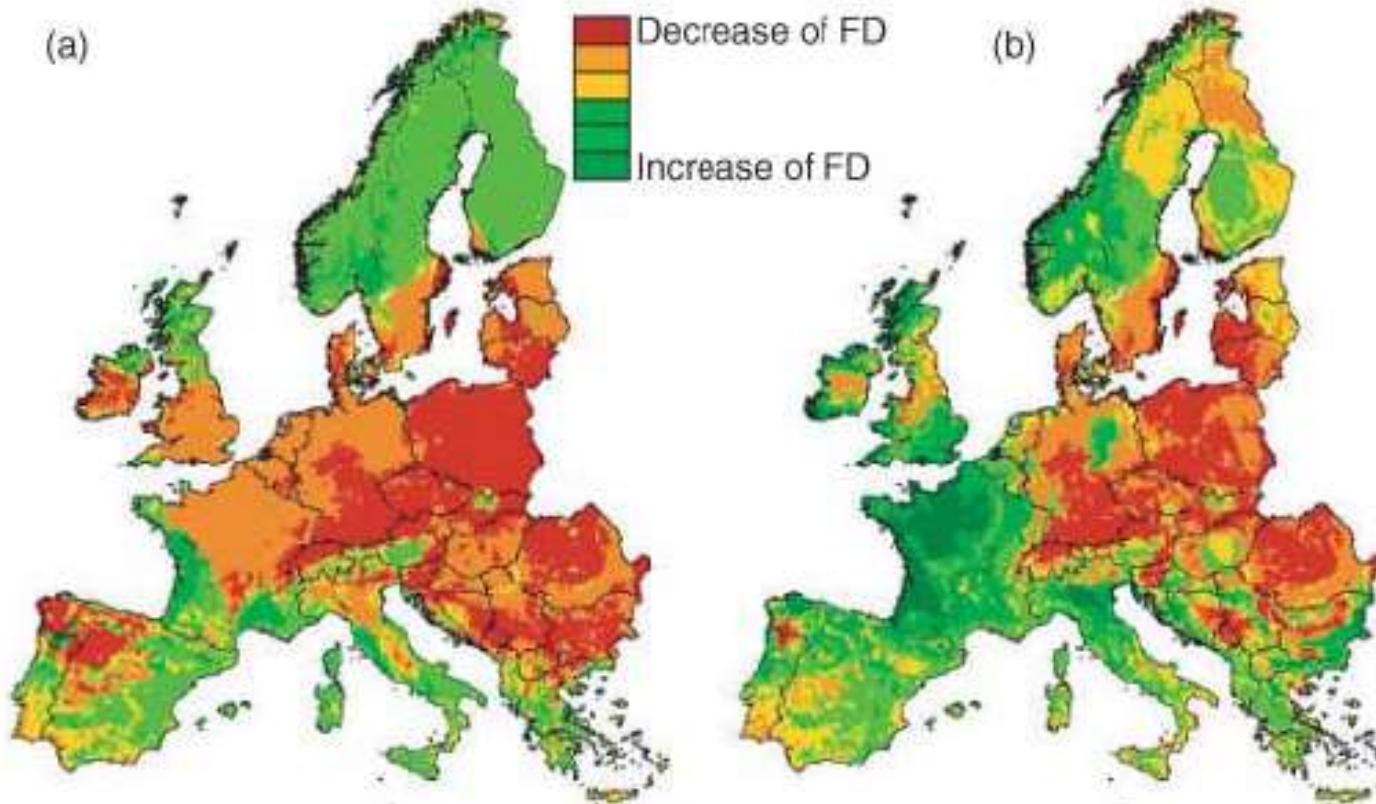
So far, three good reasons to preserve forest biodiversity

- 1- It increases productivity
- 2- Its conservation is more than paid by productivity
- 3- It increases multifunctionality

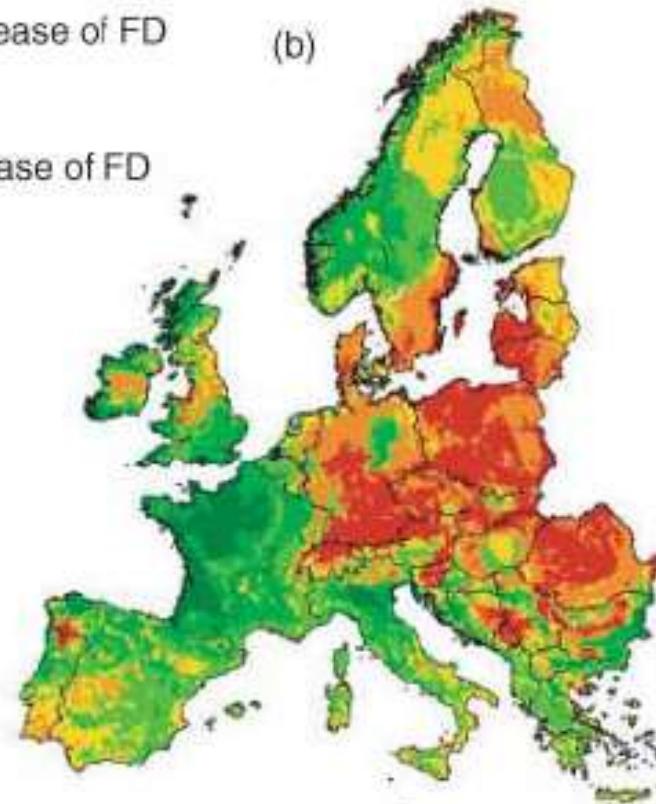


Climate change and functional diversity of European forests

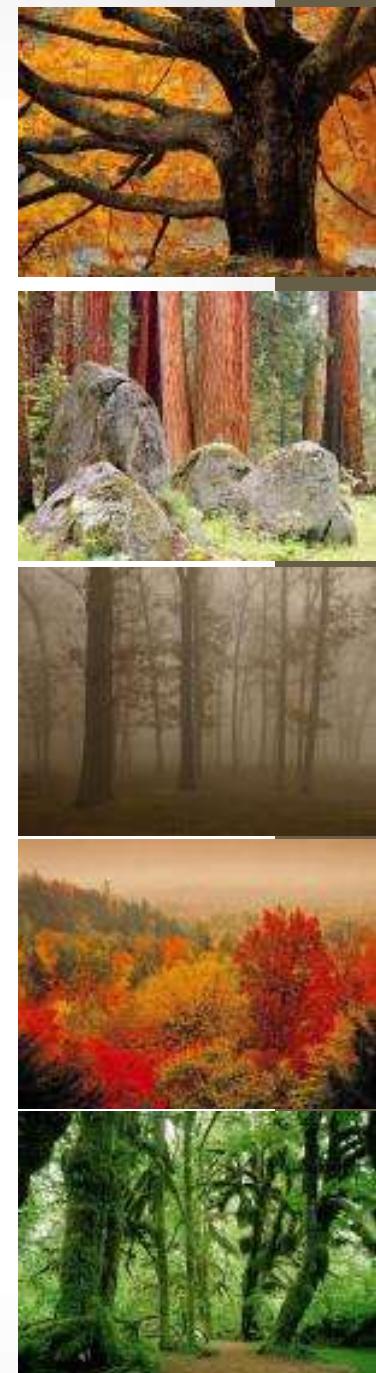
2050 (no dispersal)



2050 (with dispersal)

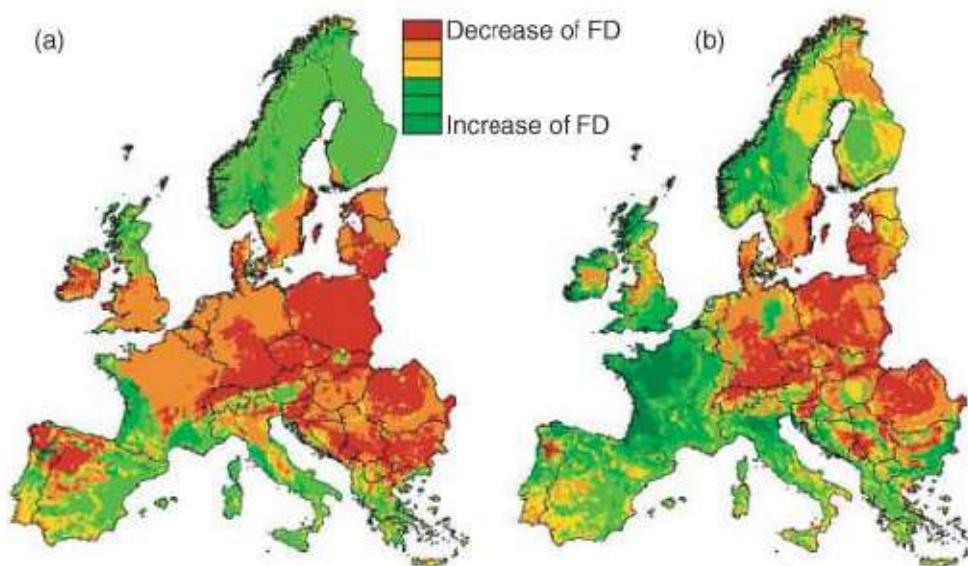


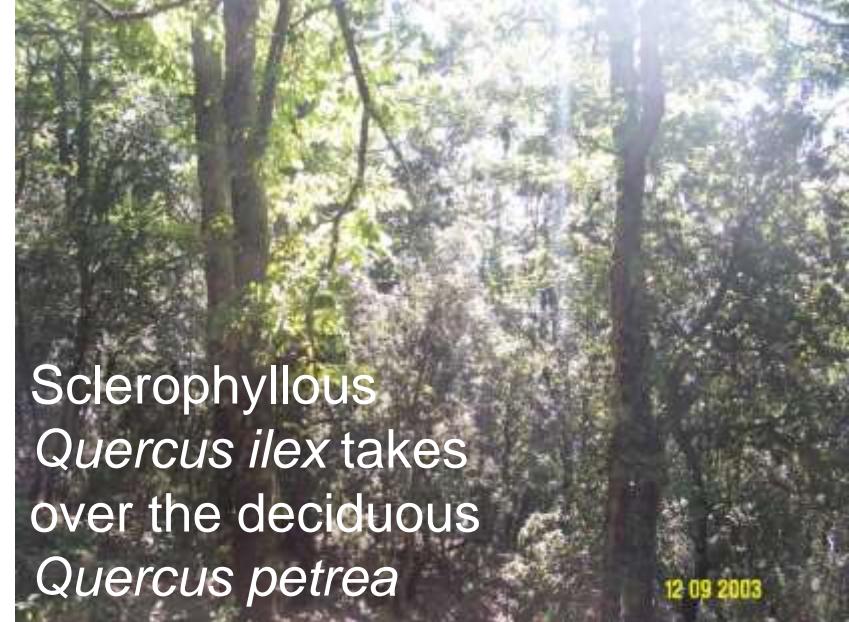
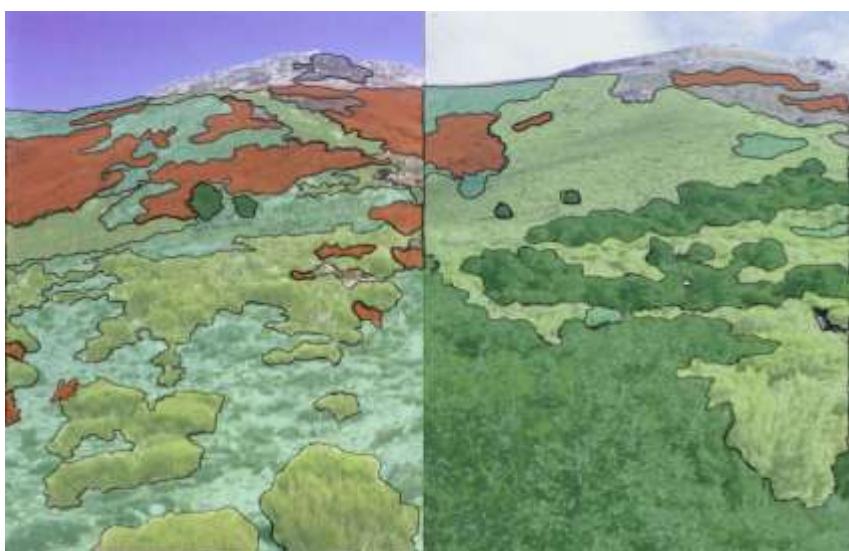
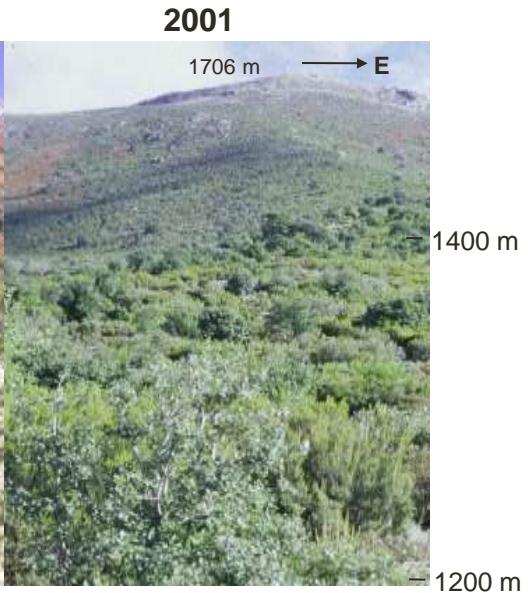
Thuiller et al. 2006



Are these maps realistic?

Is species future distribution simply a projection of current distribution as a function of climate?





Altitudinal shift of *Quercus ilex*

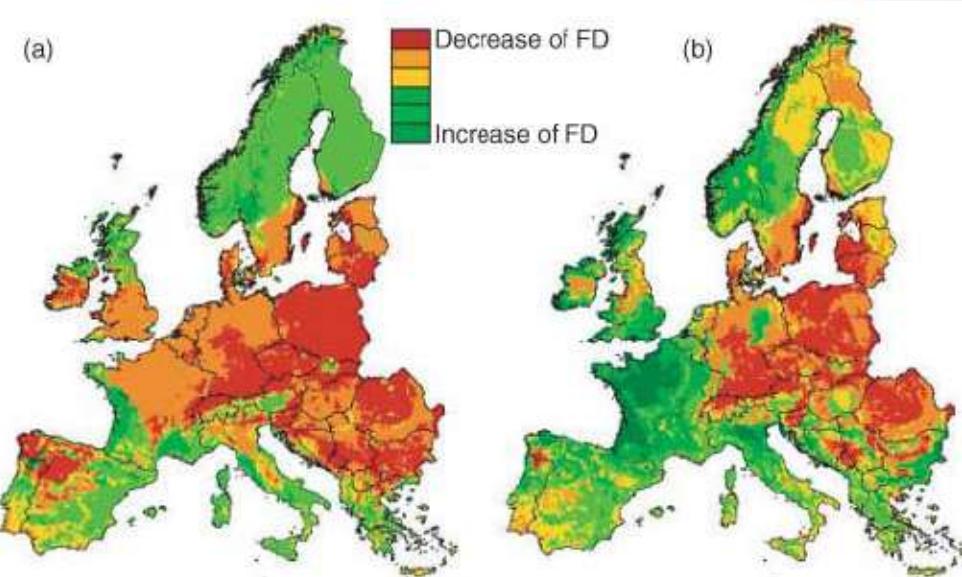
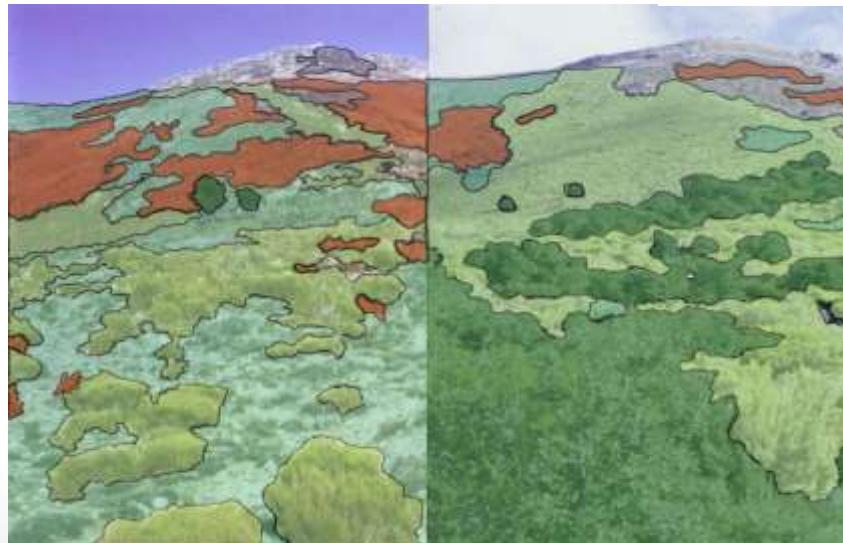
- █ *Quercus ilex* young forest
- █ *Erica scoparia* heathland
- █ *Calluna vulgaris* heathland
- █ *Pteridium aquilinum* fernland
- █ Grassland and *Cytisus scoparius*
- MS** Meteorological station

Peñuelas and Boada, 2003 *Global Change Biol*, 9, 131-140

Peñuelas et al. 2007 *Ecography*, 30, 830-838

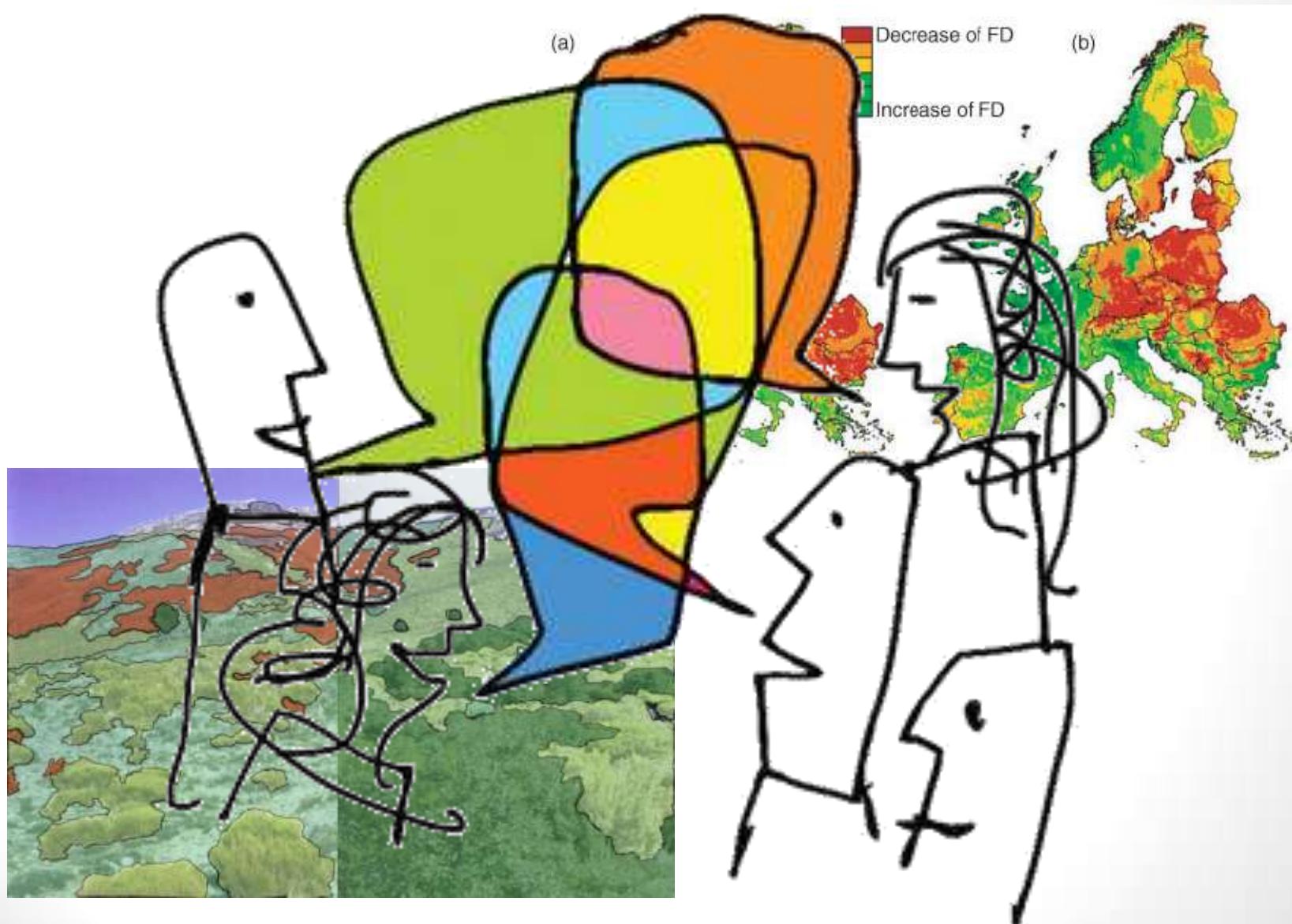
Do these maps match?

Observation and local/regional maps less pessimistic scenarios than models over large areas



Extinctions that are not seen... movements that are less extreme

Some reasons for mismatches

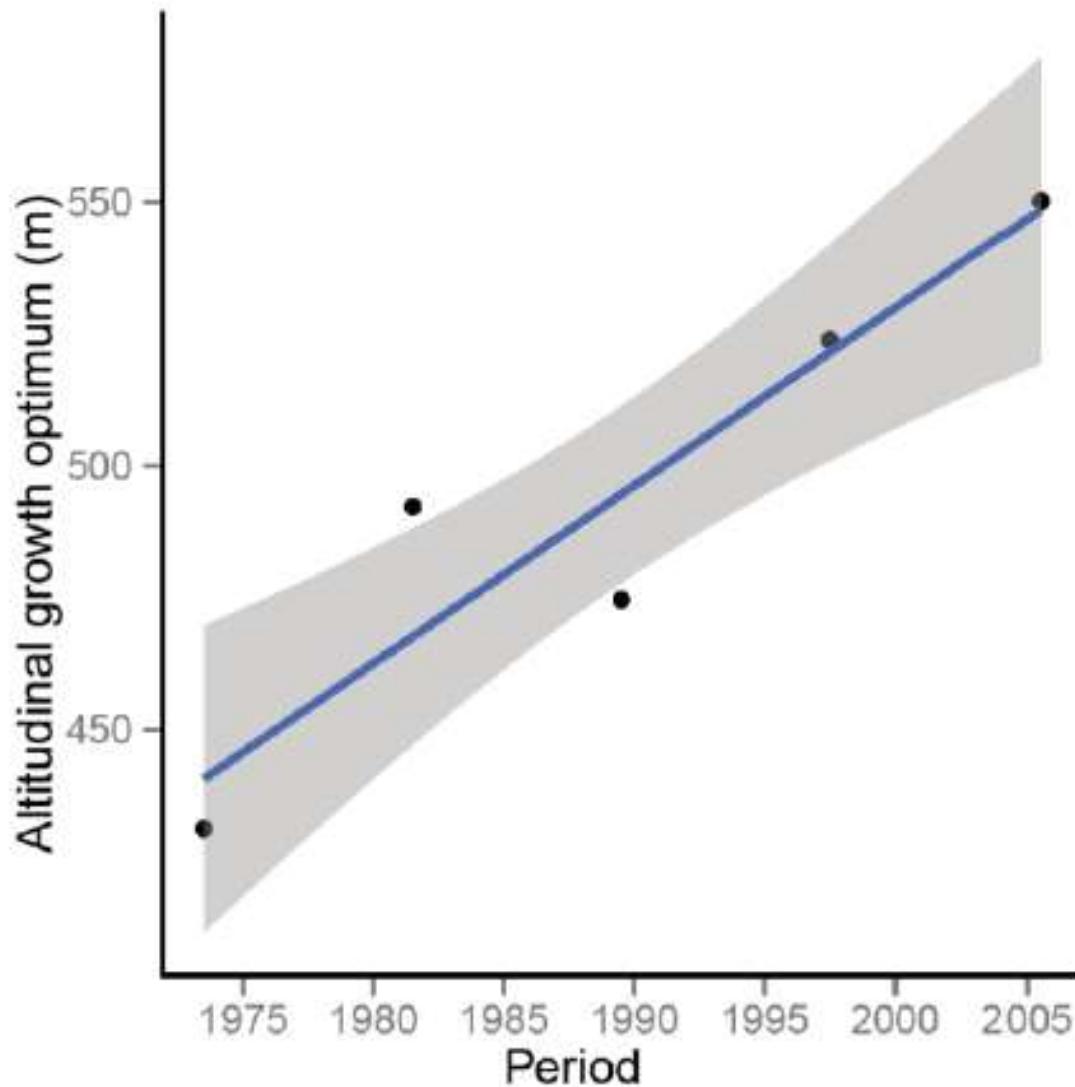


DENDROECOLOGY

Cores along elevation gradients



Beech (*Fagus sylvatica*)

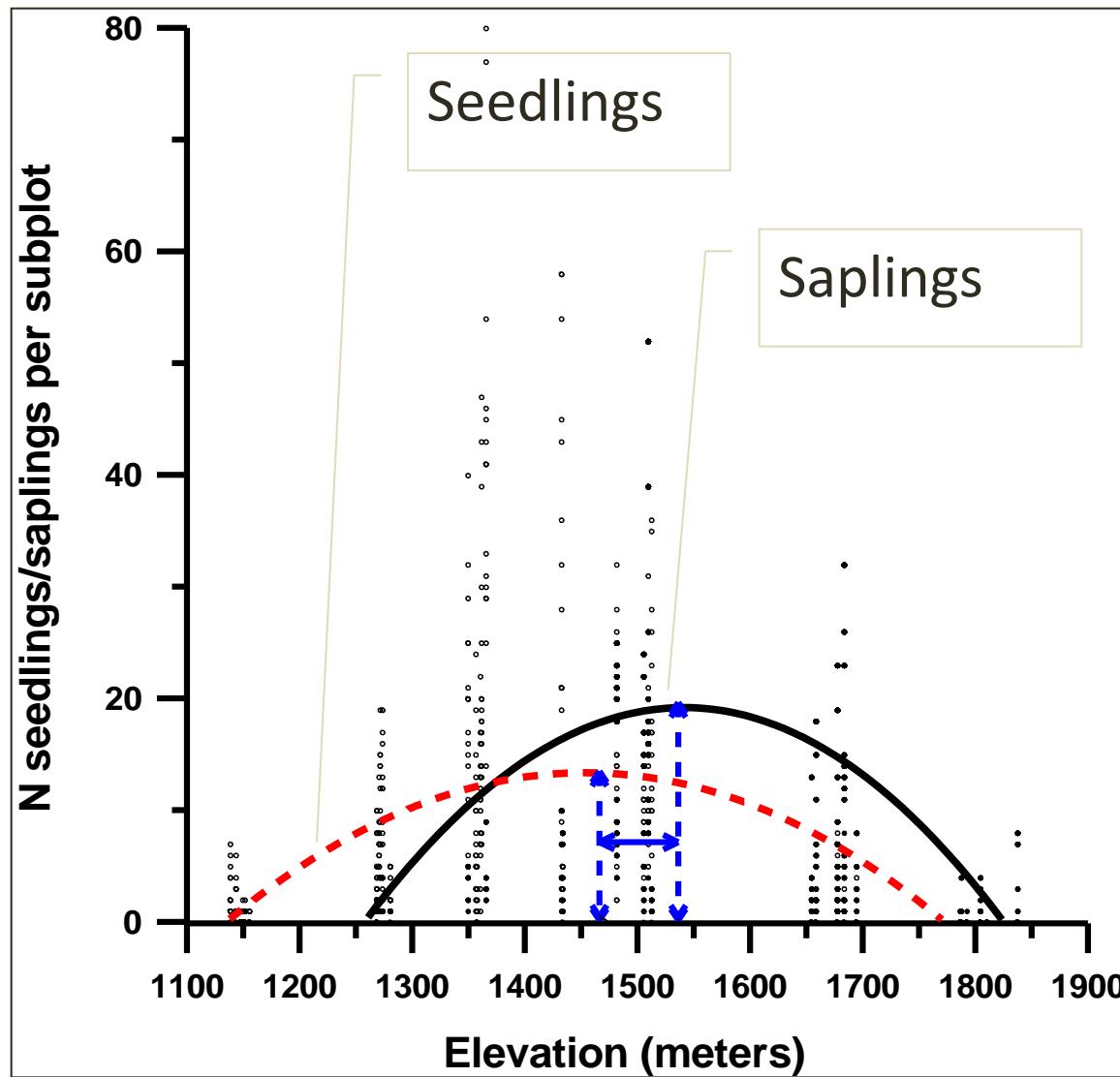


DEMOGRAPHY

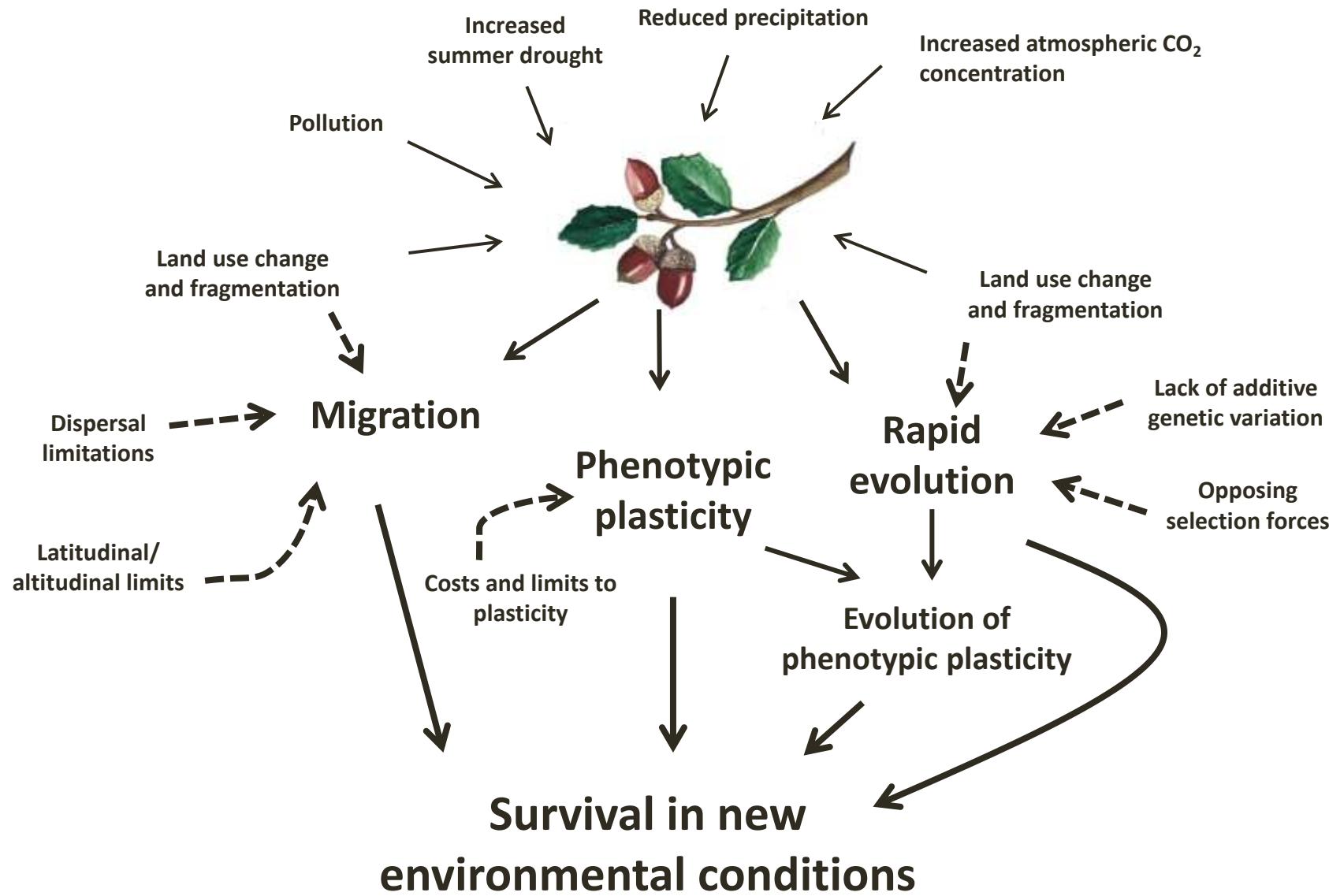
Age classes along elevation gradients



Pinus sylvestris



Global change



¿Que podemos hacer?

Ganar tiempo

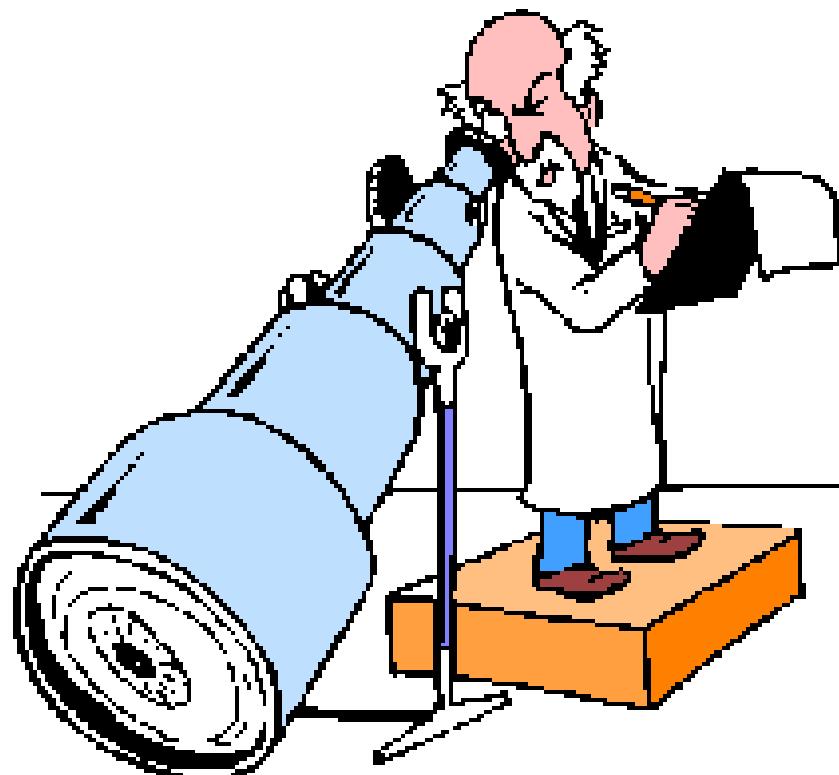
Permite

1. Atenuar impactos
2. Entender mejor
3. Avances tecnológicos
4. Adaptación
5. Evolución



¿Que podemos hacer?

Mientras actuamos... seguir estudiando!



CAMBIO USO DEL TERRITORIO

Mayor rapidez e
intensidad acción humana

Incremento fragmentación
hábitat

Modificación de los
paisajes forestales

Alados et al. 2004. Landsc Ecol;
Millennium-Ecosystem-Assessment 2005

Servicios ecosistémicos alterados

Pérdida de biodiversidad

Valladares et al. 2009. Book Chapter



Motores de Cambio Global

Doblas-Miranda et al. 2017. Glob Planet Change



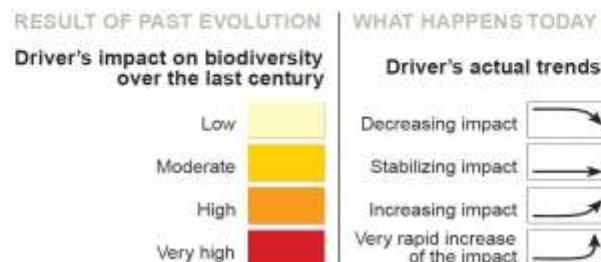
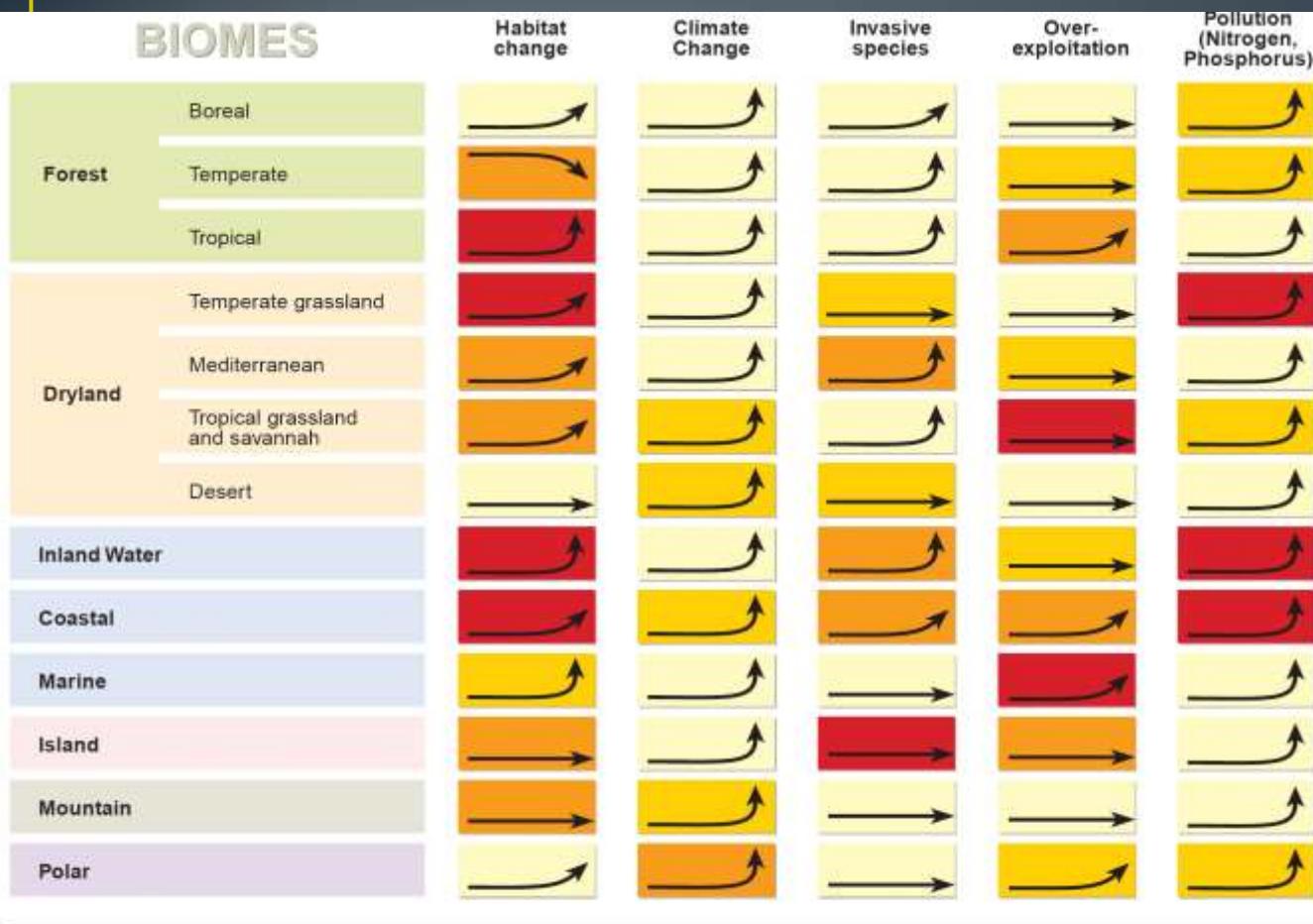
CAMBIO CLIMÁTICO

Incremento T

Disminución P

Christensen y Christensen 2003. Nature; IPCC 2014

Los motores de cambio global



- El cambio climático NO ESTA SOLO!!!



Conclusions

1. Mediterranean tree species differ in their sensitivity and responses to climate change but most are still far from their tolerance limits
2. Biodiversity increases ecosystem functions such as productivity and multifunctionality, and quite likely resilience to climate change
3. Our knowledge on genetic diversity, phenotypic plasticity, and ecophysiological performance of key Mediterranean tree species is still very limited
4. Gain time is crucial to allow adaptation, evolution, and scientific and technological knowledge
5. Climate change is not coming alone and our understanding of interactions is poor



MEDACC

Adaptant la Mediterrània
al Canvi Climàtic



Oficina Catalana
del Canvi Climàtic



El projecte LIFE MEDACC a les conques de la Muga, el Segre i el Ter: principals resultats i conclusions

Xavier Aranda

Carme Biel

Gabriel Borràs

Gemma Cantos

Immaculada Funes

Diana Pascual

Eduard Pla

Javier Retana

Salvador Samitier

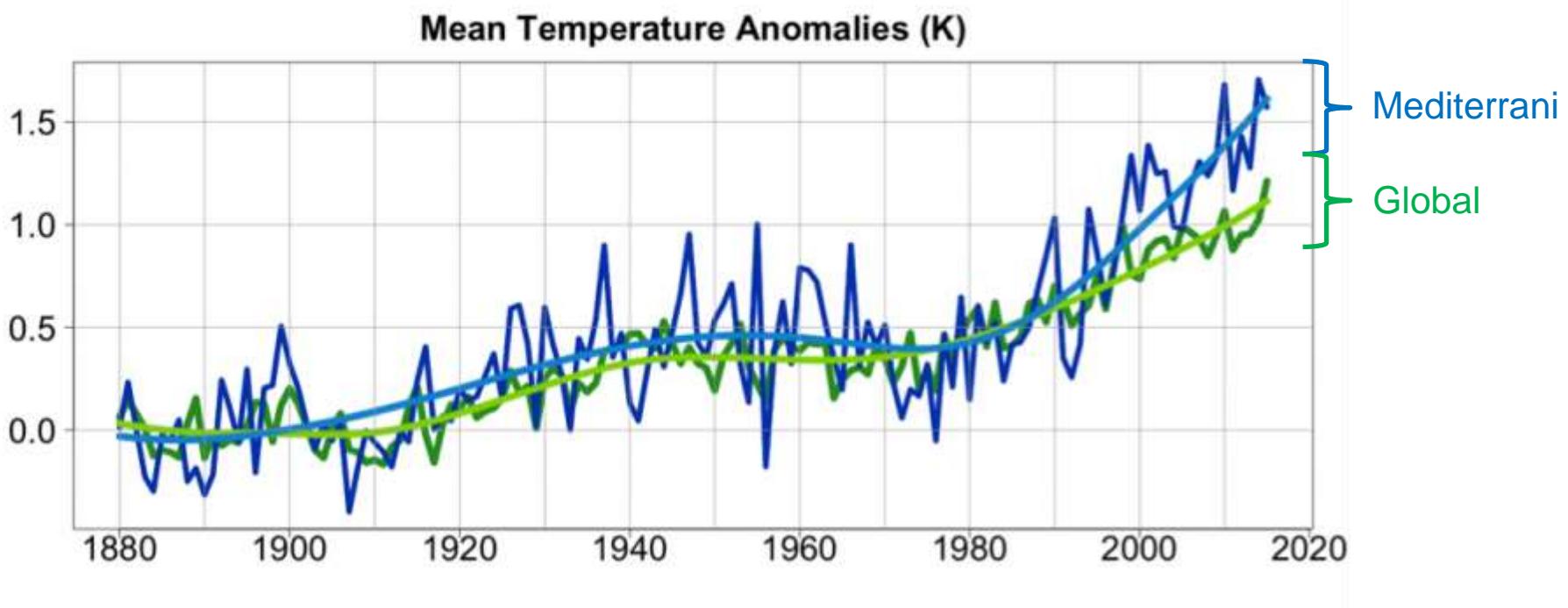
Robert Savé

Sergio M. Vicente-Serrano

Javier Zabalza

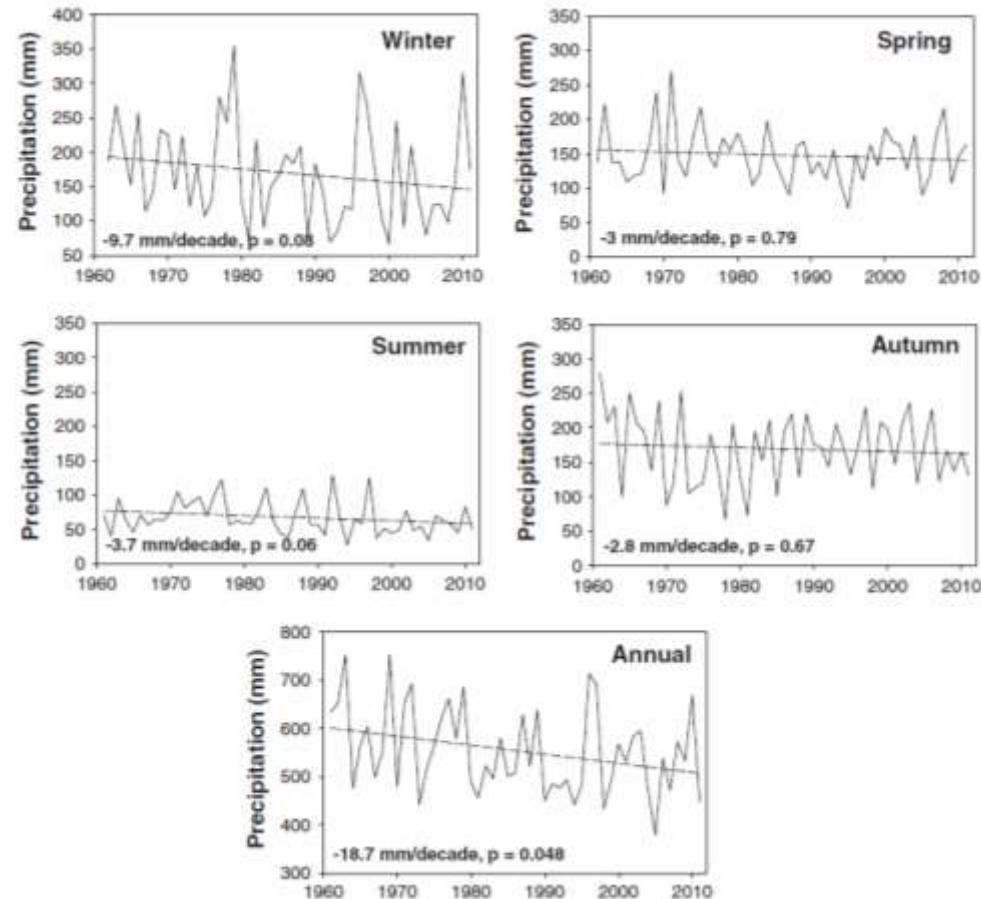
- **Context**
- **El Projecte**
- **Les Conques**
- **Metodologia**
- **Anàlisi climàtic**
- **Accions – Resultats – Adaptació**
 - Boscos
 - Cultius
 - Aigua
- **Participació**
- **Indicadors de vulnerabilitat actual**

D Context



D Context

Evolució de les precipitacions a Espanya (1961-2011)



Context

Evolució mensual i anual de la Demanda d'Aigua per part de l'Atmosfera

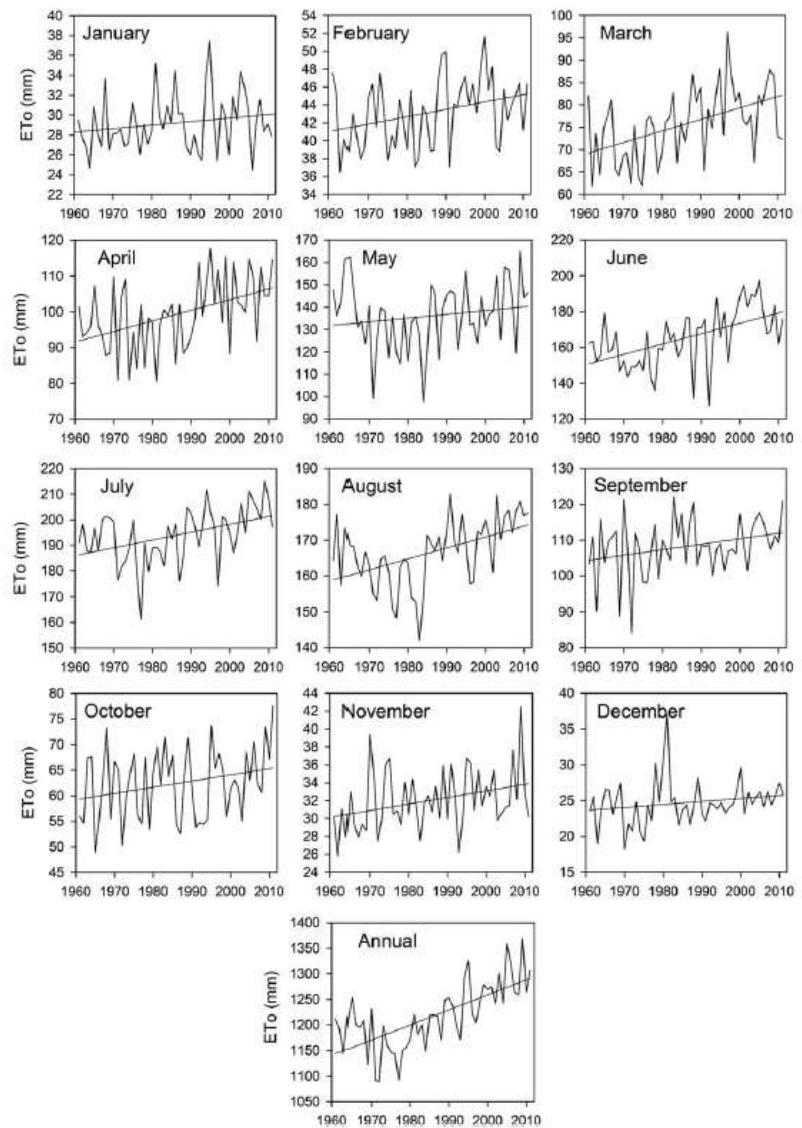
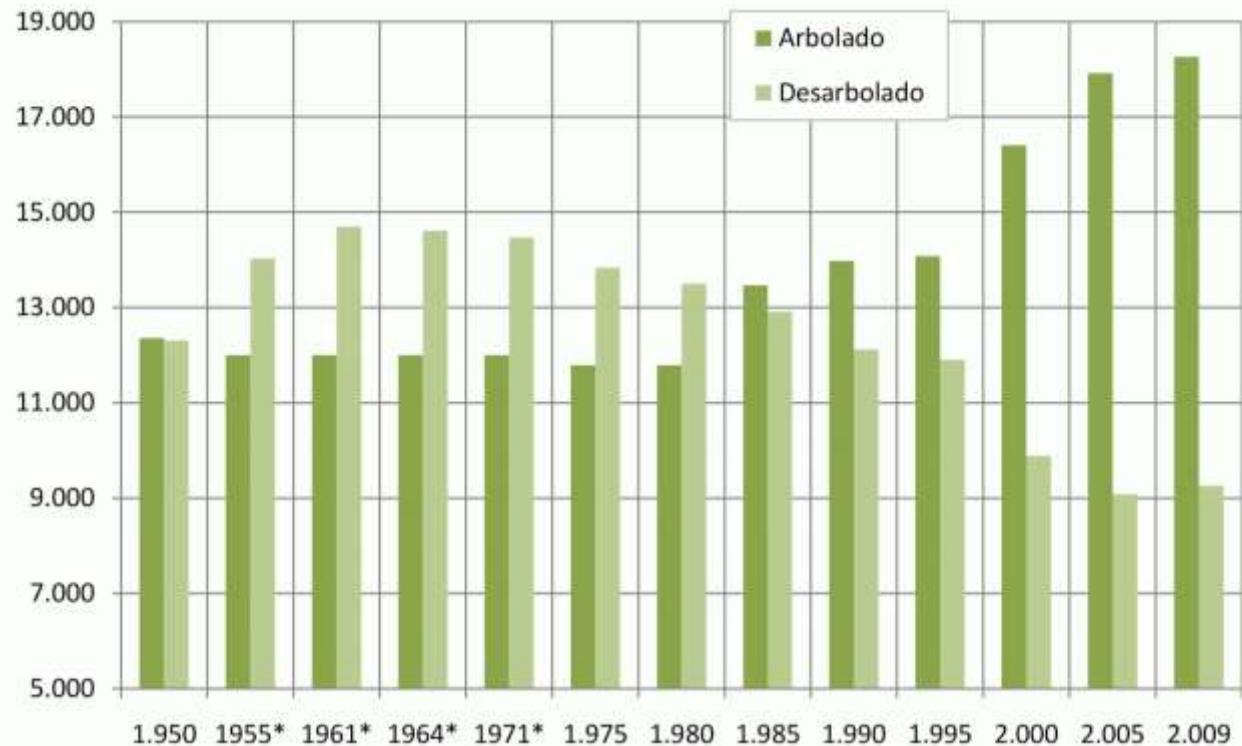


Figure 3. Evolution of monthly and annual ETo from the regional series of Spain from 1961 to 2011.

D Context

Augment de la superfície forestal.

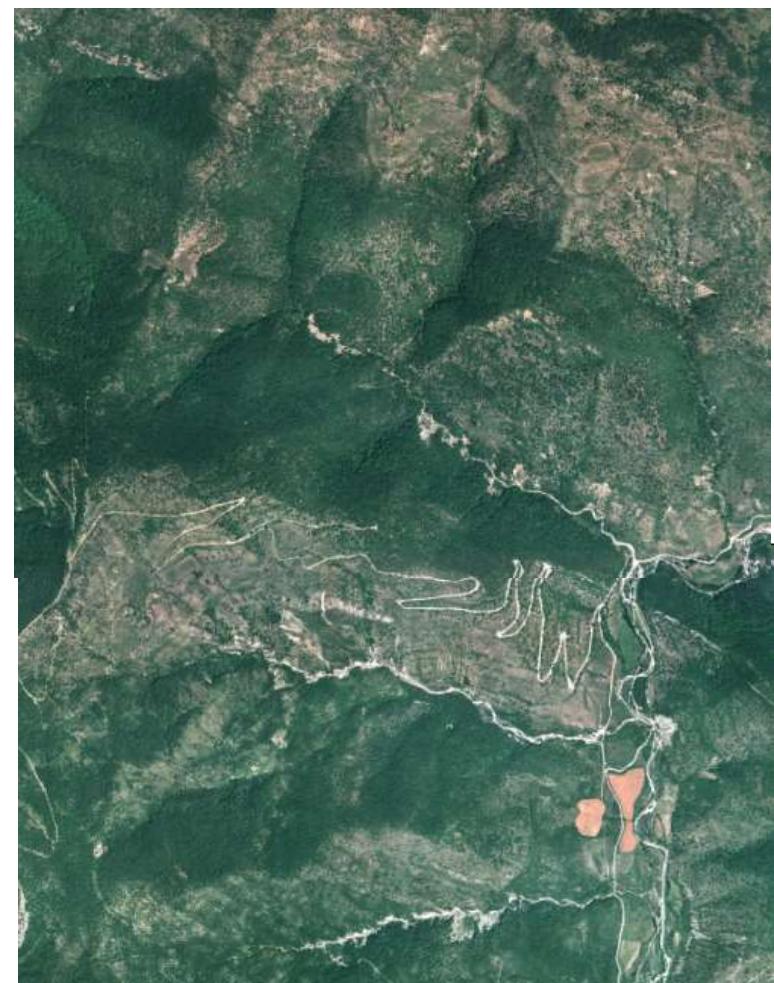


Context

Revegetació d'antics camps abandonats



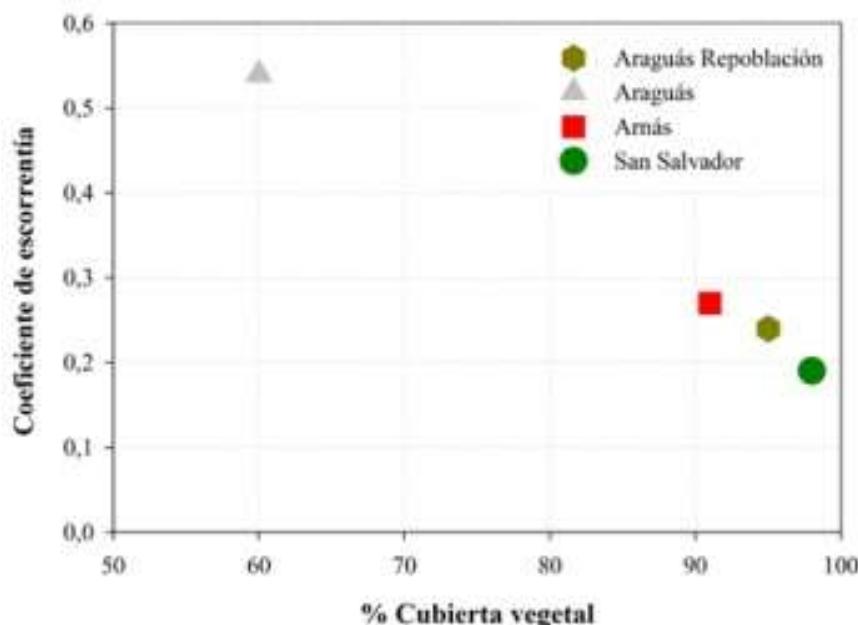
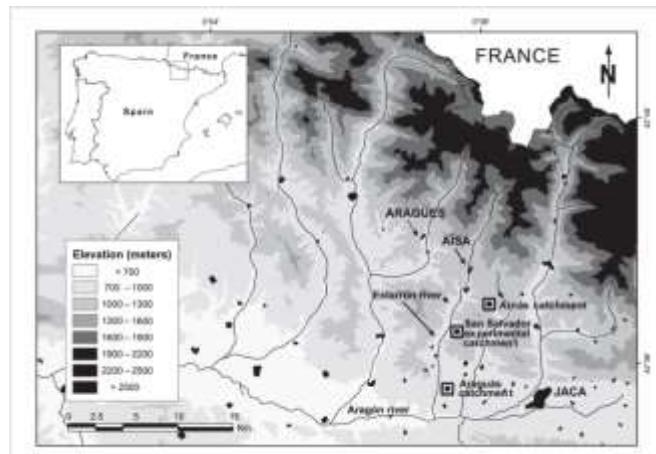
1957



2008

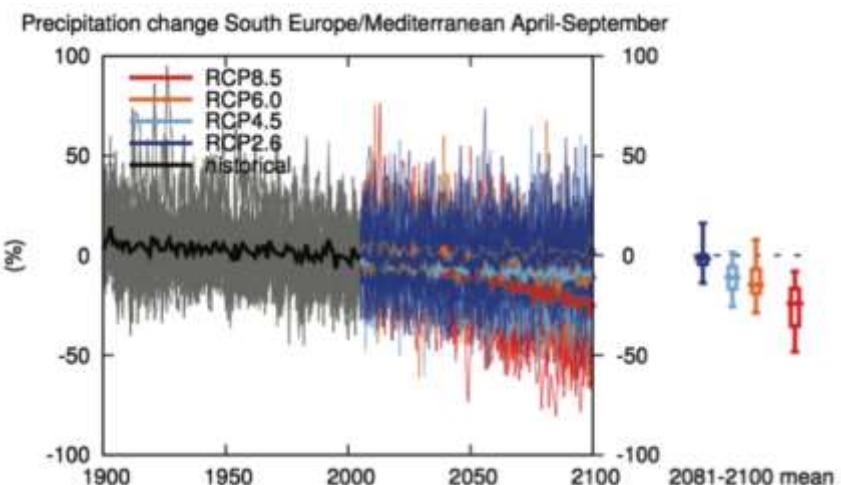
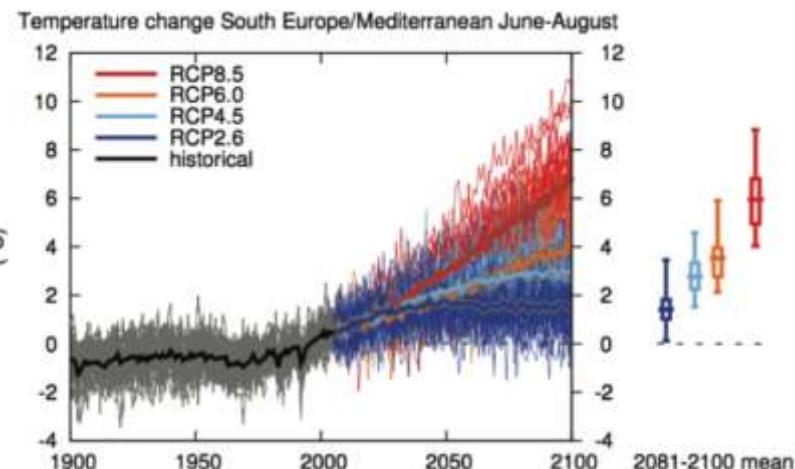
Context

Efectes de la revegetació sobre l'escorrentiu



Context

Les projeccions climàtiques preveuen un augment de les temperatures i un descens de les precipitacions en la regió mediterrània.



D Context

A Europa s'han desenvolupat varíes polítiques per a fer front als impactes del canvi climàtic.

ESCACC
2013-2020



Realitza un diagnòstic sobre l'afecció del canvi climàtic en el territori proposant més de 100 mesures generals per a reduir la vulnerabilitat dels seus impactes.

MUDACC
Adaptant la Mediterrània
al Canvi Climàtic

El projecte

MEDACC neix amb l'objectiu de **provar** solucions innovadores orientades a **adaptar** els nostres sistemes **agroforestals** i **urbans** als impactes del canvi climàtic. Per a això, s'han desenvolupat **activitats demostratives** en tres conques representatives de Catalunya (la Muga, el Ter i el Segre).

MEDACC ha estat un projecte de 5 anys de duració (2013-2018), cofinançat pel Programa **LIFE+** de la UE i desenvolupat per **4 institucions** diferents.



Oficina Catalana
del Canvi Climàtic



IRTA
RESENYA | TECNOLOGIA
AGROALIMENTARIES



MEDACC ha:

- Avaluat en detall els **impactes i vulnerabilitats** al canvi climàtic i als canvis en els usos del sòl de conques hidrogràfiques de diferents característiques.
- Identificat i valorat les **mesures d'adaptació** que ja han estat **aplicades** en aquestes conques amb anterioritat,
- Proposat una **estratègia d'adaptació** al canvi climàtic per a cada una d'aquestes conques a partir del desenvolupament d'un pla d'acció,
- Implicat als diferents **actors** vinculats a les conques a partir de la creació d'un **Comitè de Seguiment i gestió** i el desenvolupament d'activitats participatives.

Les principals accions del **MEDACC** han estat:

- ▶ **Participació** d'actors en diferents fases del projecte, aportant el seu coneixement i experiència.
- ▶ **Avaluació** dels principals impactes del canvi climàtic i les vulnerabilitats territorials de les tres conques.
- ▶ **Identificació** de les àrees, sistemes i sectors econòmics més sensibles al canvi climàtic.
- ▶ **Diagnosi** de quines Mesures d'Adaptació s'han aplicat prèviament a les conques d'estudi i quin efecte han tingut.
- ▶ **Definició** de noves Mesures d'Adaptació (gestió de l'aigua, cultius i boscos) i implementació d'algunes d'elles en proves pilot (agrícola i forestal).
- ▶ **Seguiment** dels efectes de les proves pilot en les tres conques.
- ▶ **Difusió** dels resultats en diferents xarxes i plataformes.



● Les conques



L'estudi s'ha
realitzada a
nivell de
**conca
hidrogràfica**

- ⌚ la Muga
- ⌚ el Ter
- ⌚ el Segre



Demandes d'aigua/pressions

Els cultius representen el 75% de la demanda d'aigua de la conca, mentre els usos urbans consumeixen el 20%, amb una població de 140.000 habitants i una pressió estival molt elevada. Les extraccions d'aigua per a reg afecten a la recàrrega de l'aqüífer al·luvial i els caudals del riu. La conca es troba afectada per una elevada recurrència d'episodis de sequera hidrològica.



Demandes d'aigua/pressions

El riu contribueix, conjuntament amb el riu Llobregat, al subministrament d'aigua de la Regió Metropolitana de Barcelona, amb més del 50% dels recursos hídrics transferits cada any. La demanda d'aigua és principalment per a usos urbans (74% en 2007). Aquesta situació implica, amb massa freqüència, l'incompliment dels caudals mínims definits en el curs baix del riu.



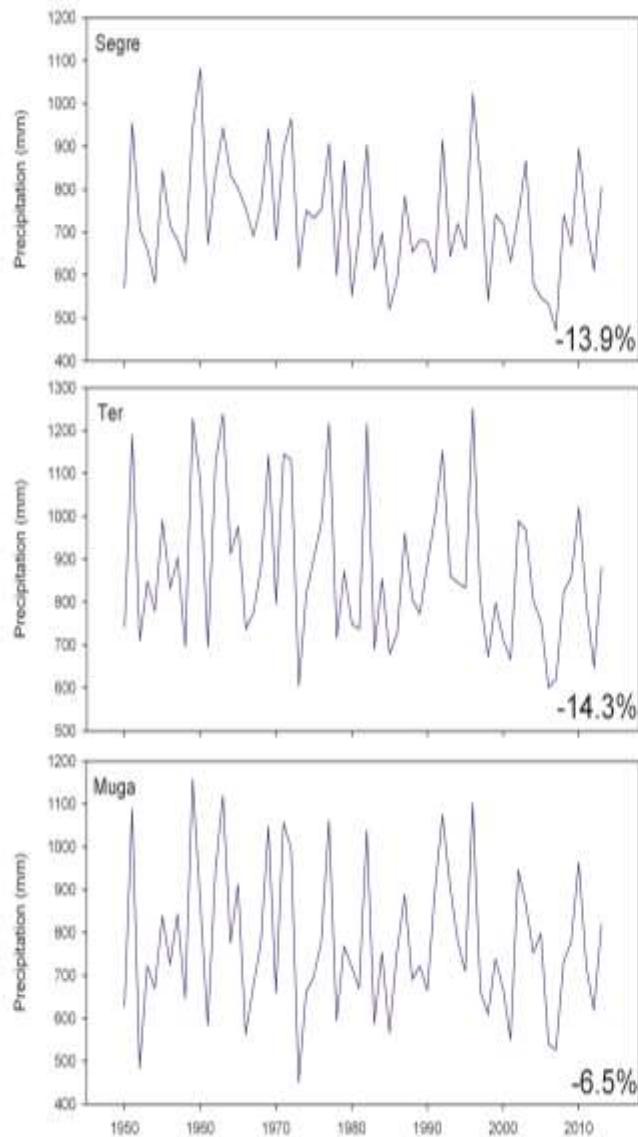
Demandes d'aigua/pressions

Aquesta conca presenta una forta pressió sobre els recursos hídrics per les demandes agrícoles (aproximadament el 95% de la demanda total d'aigua), amb implicacions sobre l'estat ecològic del riu i la qualitat de les aigües subterrànies.

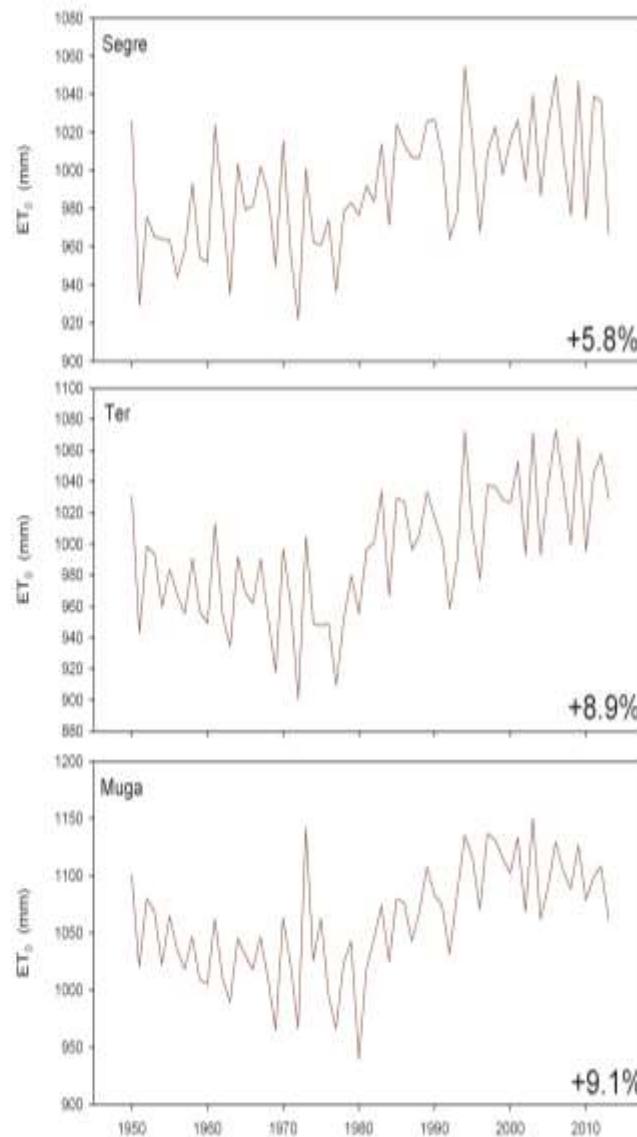
METODOLOGIA

- **Anàlisi històrica:**
 - Clima
 - Hidrologia
 - Usos del Sòl
 - Necessitats Hídriques Netes (Cultius)
- **Modelització hidrològica**
- **Escenaris**
 - Canvi Climàtic
 - Socioeconòmics: Canvis d'usos del sòl i de demandes d'aigua
- **Proves pilot**
 - Boscos
 - Cultius
- **Mesures d'adaptació** (Identificació i proposta), **plans d'acció**
- **Indicadors de vulnerabilitat**
- **Processos participatius**

Precipitació



Demanda atmosfèrica (ETo)

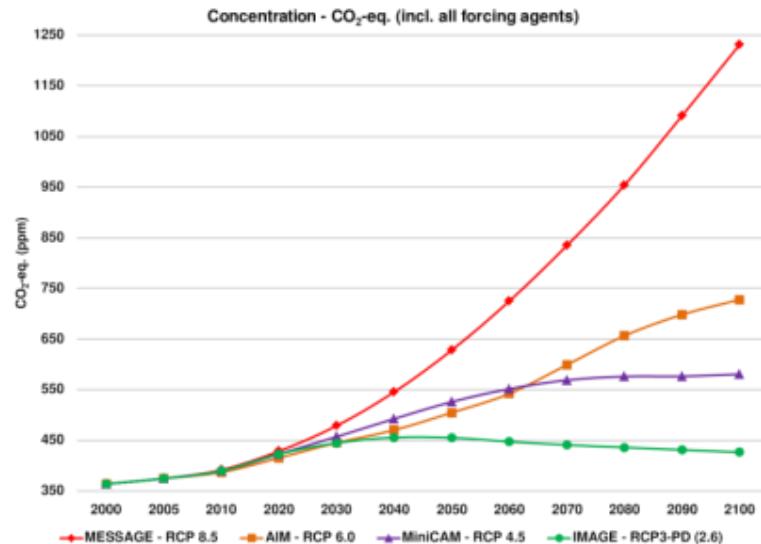




► Projeccions climàtiques

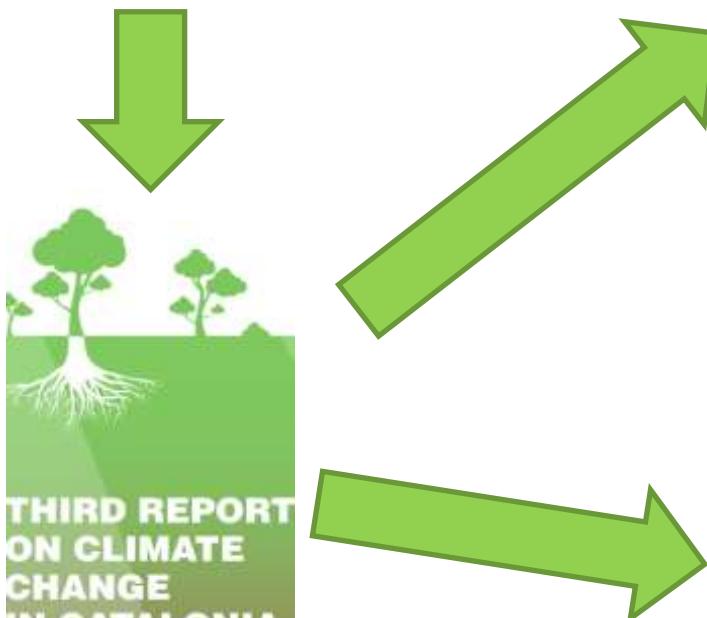


El **RCP4.5** és un **escenari moderat** d'estabilització que assumeix un màxim en les emissions de gasos cap a l'any 2040 i un descens de les mateixes des de llavors fins a final de segle.



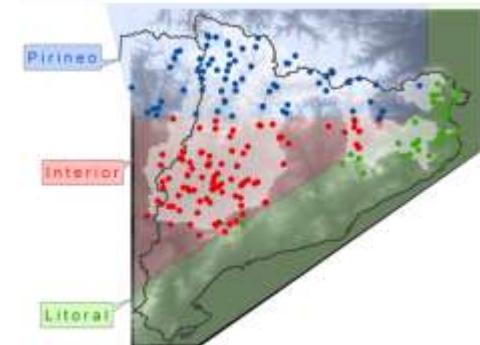


Projeccions climàtiques



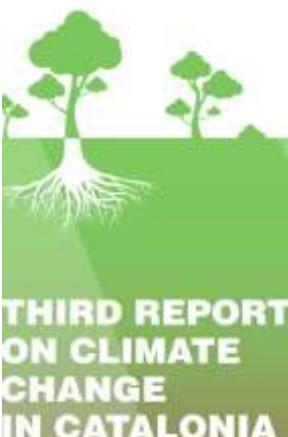
PRECIPITACION		Pirineo	Interior	Litoral
2012-2020	inv	2.7	2.1	-5.7
	prim	-1.3	-6.3	-6.9
	ver	-2.6	-1.6	-1.8
	oto	-3.1	-4.6	-8.2
2021-2030	inv	0.5	0.4	-6.0
	prim	-5.1	-9.1	-9.7
	ver	-5.8	-5.8	-6.7
	oto	-6.4	-6.9	-8.8
2031-2050	inv	-1.8	-1.3	-6.3
	prim	-8.9	-11.9	-12.5
	ver	-9.1	-9.9	-11.6
	oto	-9.7	-9.2	-9.4

TEMPERATURA		Pirineo	Interior	Litoral
2012-2020	inv	0.5	0.6	0.7
	prim	-0.1	0.1	-0.2
	ver	0.6	0.5	0.1
	oto	0.1	0.3	0.2
2021-2030	inv	0.9	0.9	1.0
	prim	0.2	0.3	0.1
	ver	1.1	1.0	0.6
	oto	0.7	0.8	0.7
2031-2050	inv	1.2	1.2	1.3
	prim	0.5	0.5	0.3
	ver	1.6	1.5	1.0
	oto	1.2	1.2	1.1

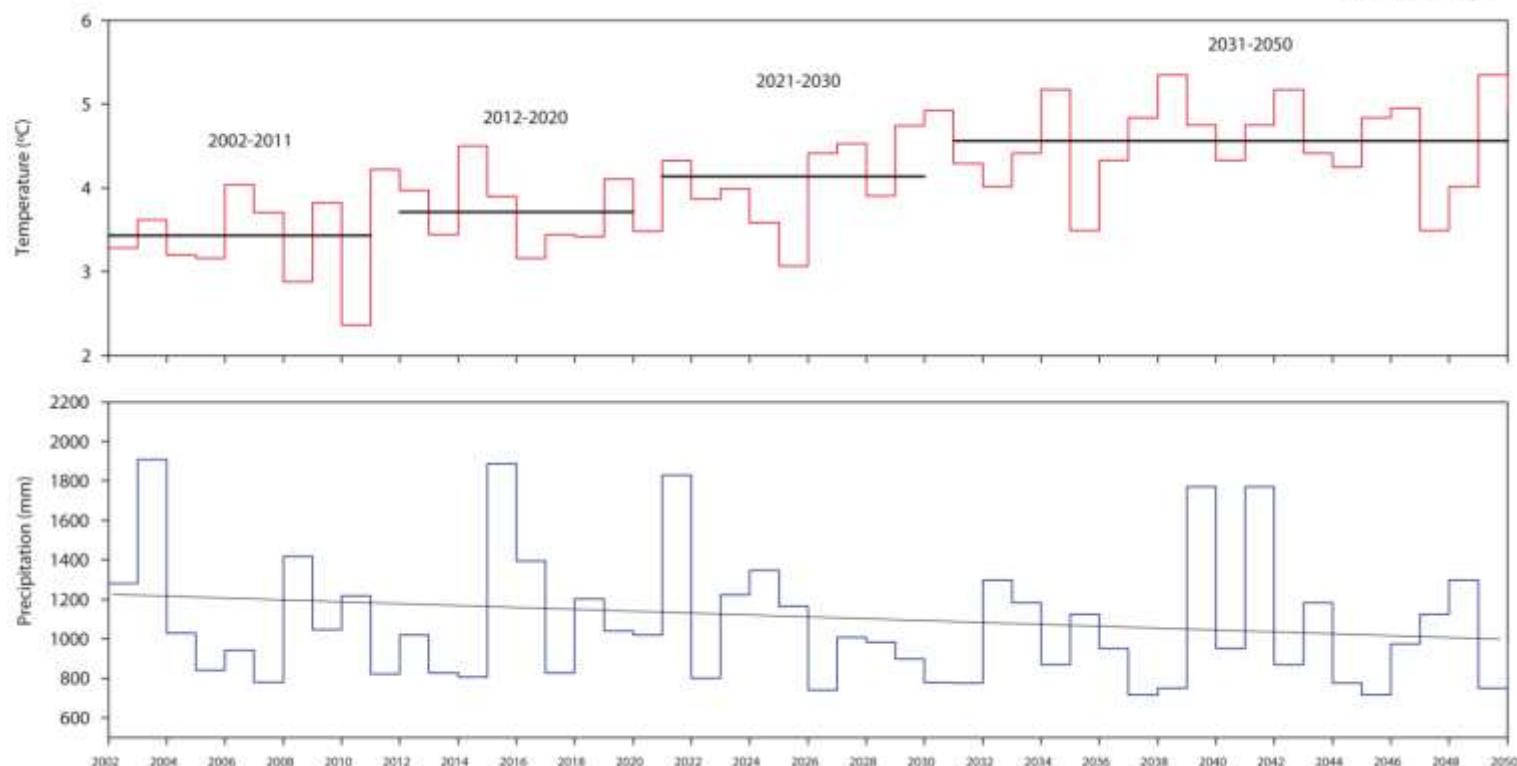




■ Projeccions climàtiques



El Port del Compte



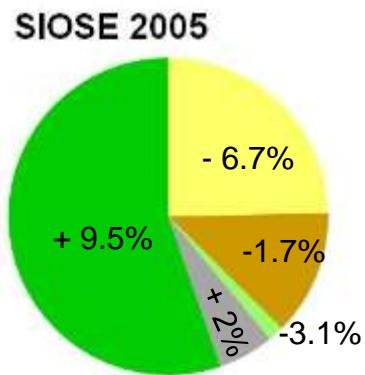
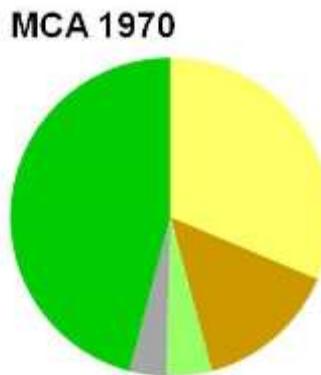
 **Boscos**

- **Canvis històrics en els usos del sòl i la superfície forestal**
- **Projeccions futures a partir de modelització 2050**
 - Creixement forestal (Model GOTILWA+)
 - Risc meteorològic d'incendi (DC Índex Canadenc)
 - Idoneïtat bioclimàtica (Bioclim)
- **Accions d'adaptació**
 - Prova pilot en alzinar a la conca de la Muga
 - Prova pilot en pi roig a la conca del Ter
 - Prova pilot en pinassa a la conca del Segre
- **Governança**
 - Indicadors d'adaptació
- **Conclusions**

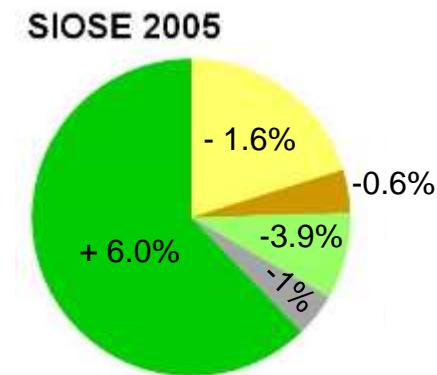
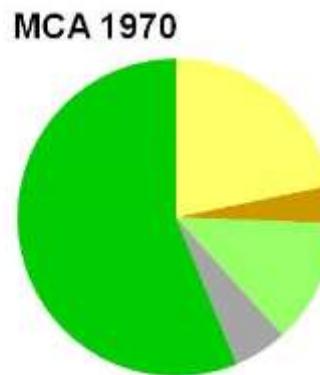


Els canvis observats en els usos del sòl entre 1970 i 2005 mostren processos **de reforestació, abandonament agrícola i expansió urbana**

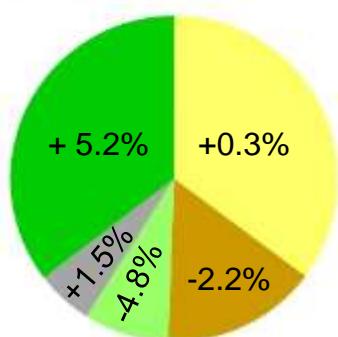
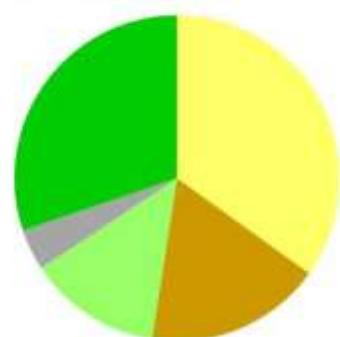
La Muga



El Ter



El Segre



- Conreus
- Matollar
- Prats - Past.
- Improductiu
- Boscos



Projeccions futures a partir de modelització 2050

- **Creixement forestal (Model GOTILWA+)**
 - Alzinar a Requesens (Muga)
 - Pi roig a Montesquiu (Ter)
 - Pinassa al Solsonès (Llobera i Madrona, al Segre)
- **Risc meteorològic d'incendi (DC Índex Canadenc)**
 - Les tres conques
- **Idoneïtat bioclimàtica (Bioclim)**
 - Alzina, surera i pi blanc (Muga)
 - Faig, roure, alzina, pi roig i pi blanc (Ter)
 - Pi negre, pi roig, pinassa, pi blanc, roure, alzina (Segre)

Creixement forestal 2050

Model GOTILWA+

Biomassa aèria

Evapotranspiració
real

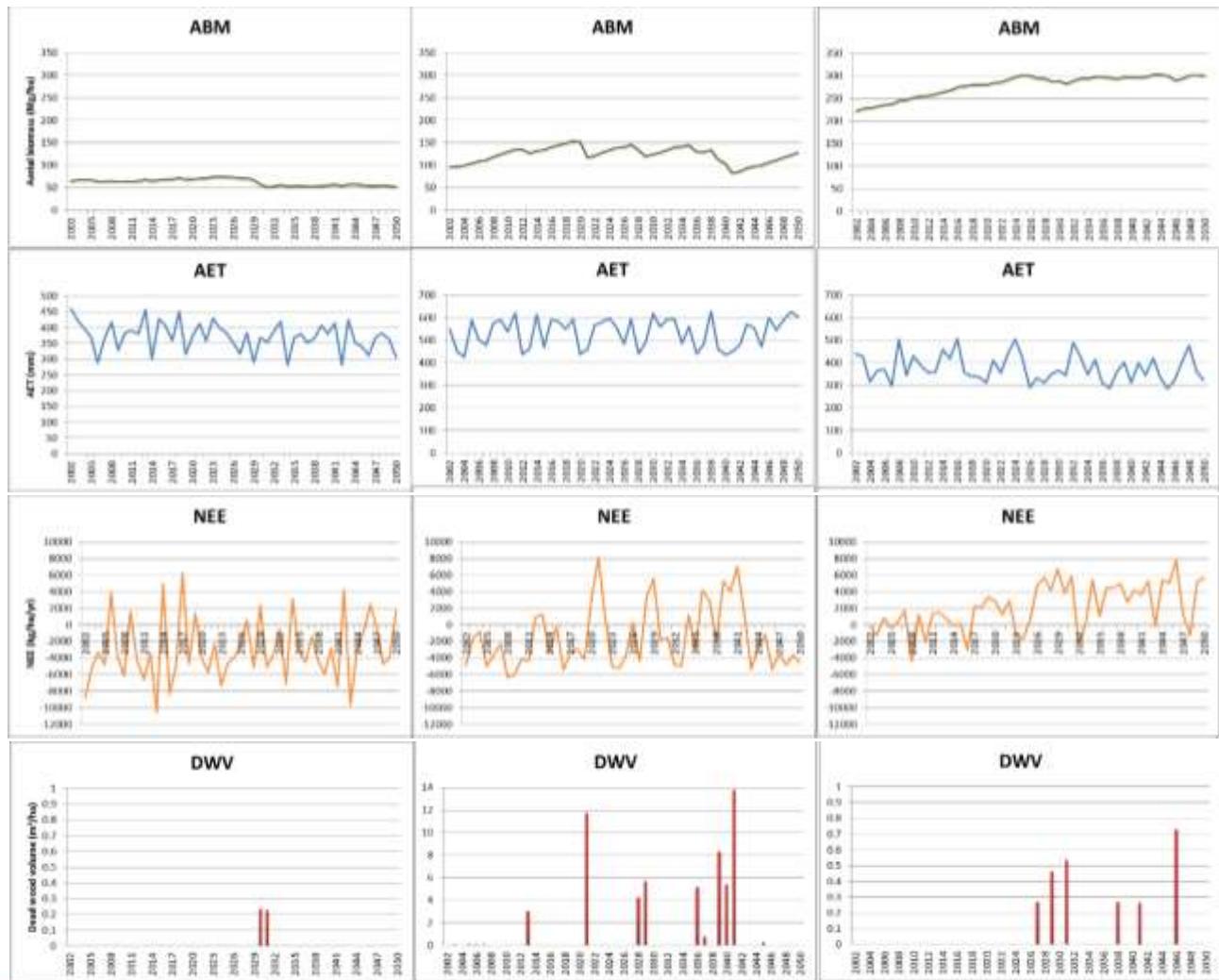
Intercanvi net de
C del bosc

Episodis de
mortalitat

Quercus ilex (Muga)

P. sylvestris (Ter)

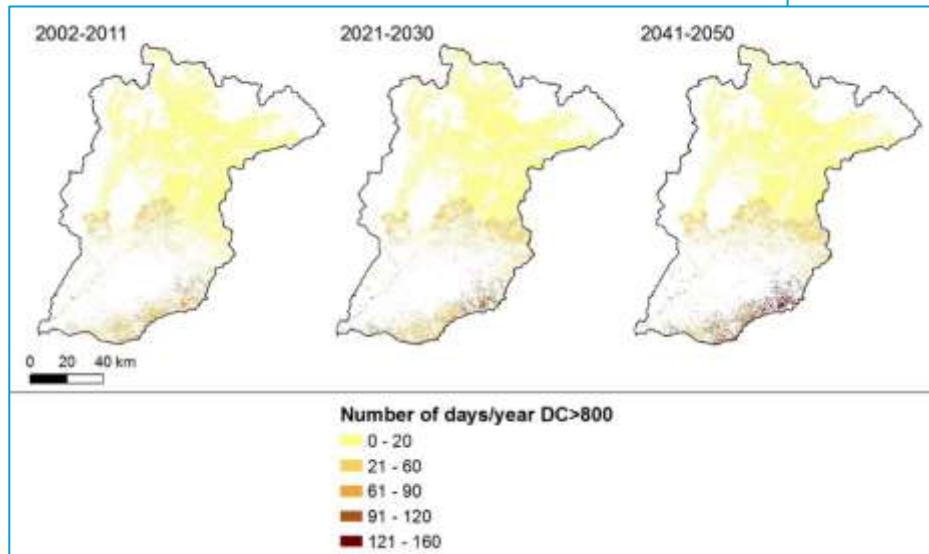
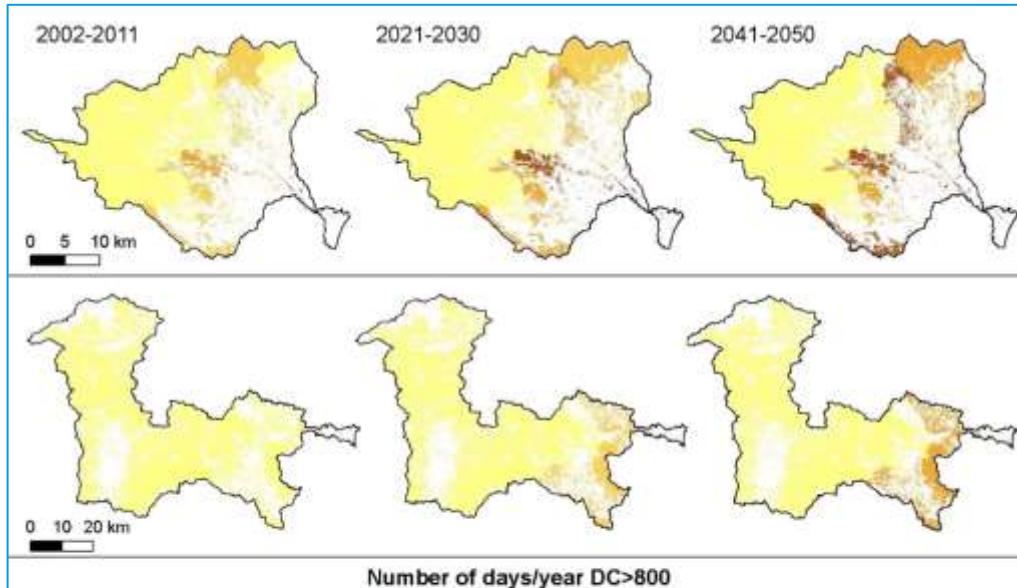
P. nigra (Segre)





Risc meteorològic d'incendi 2050

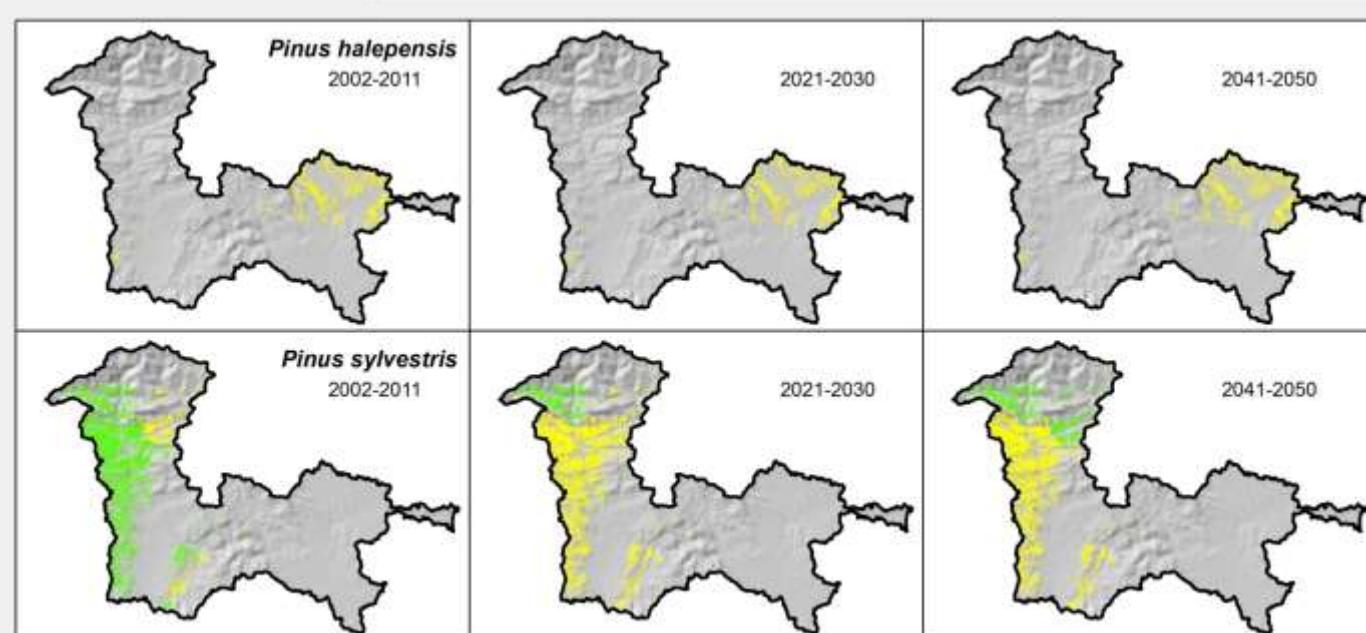
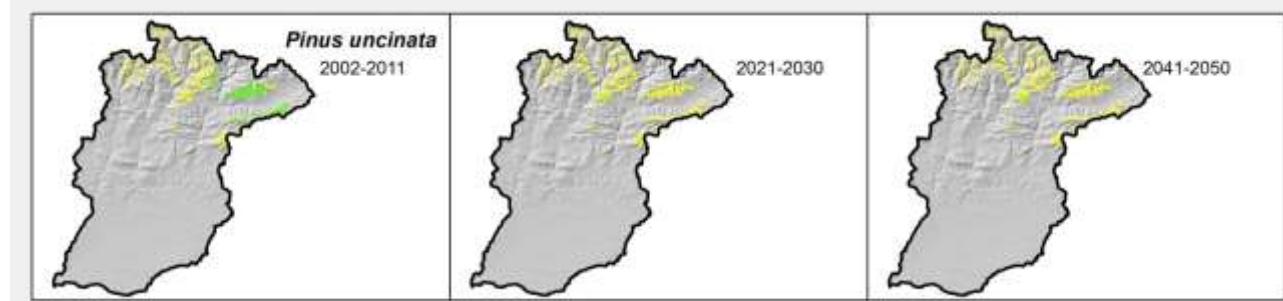
Drought Code
Índex Canadenc





Idoneïtat bioclimàtica de les espècies forestals 2050

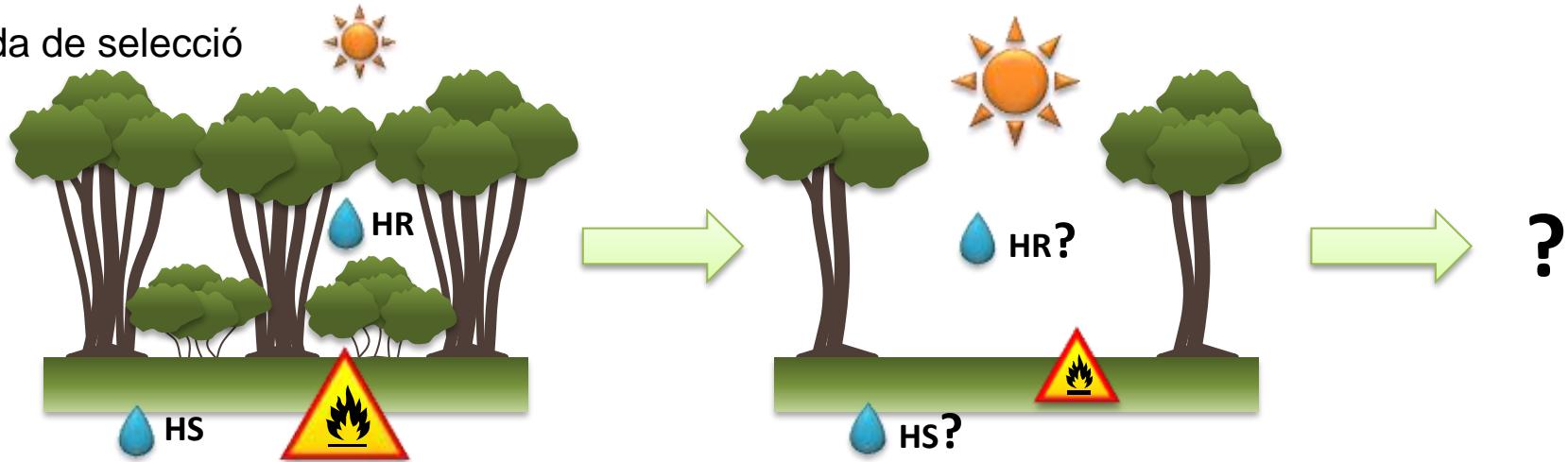
Model Bioclim





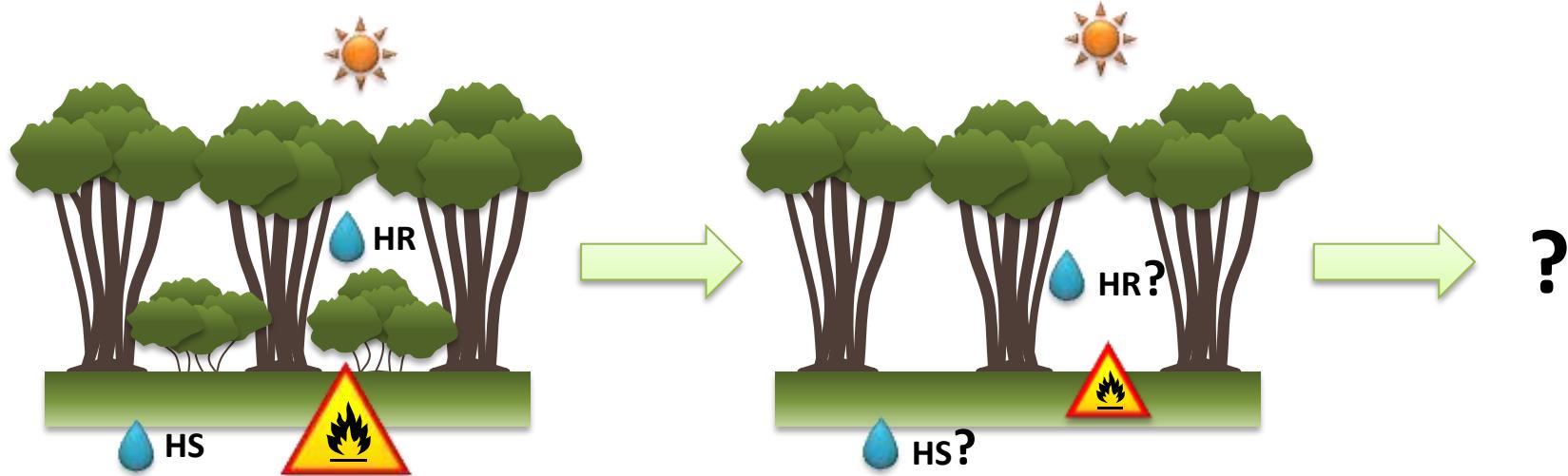
T1

Tallada de selecció



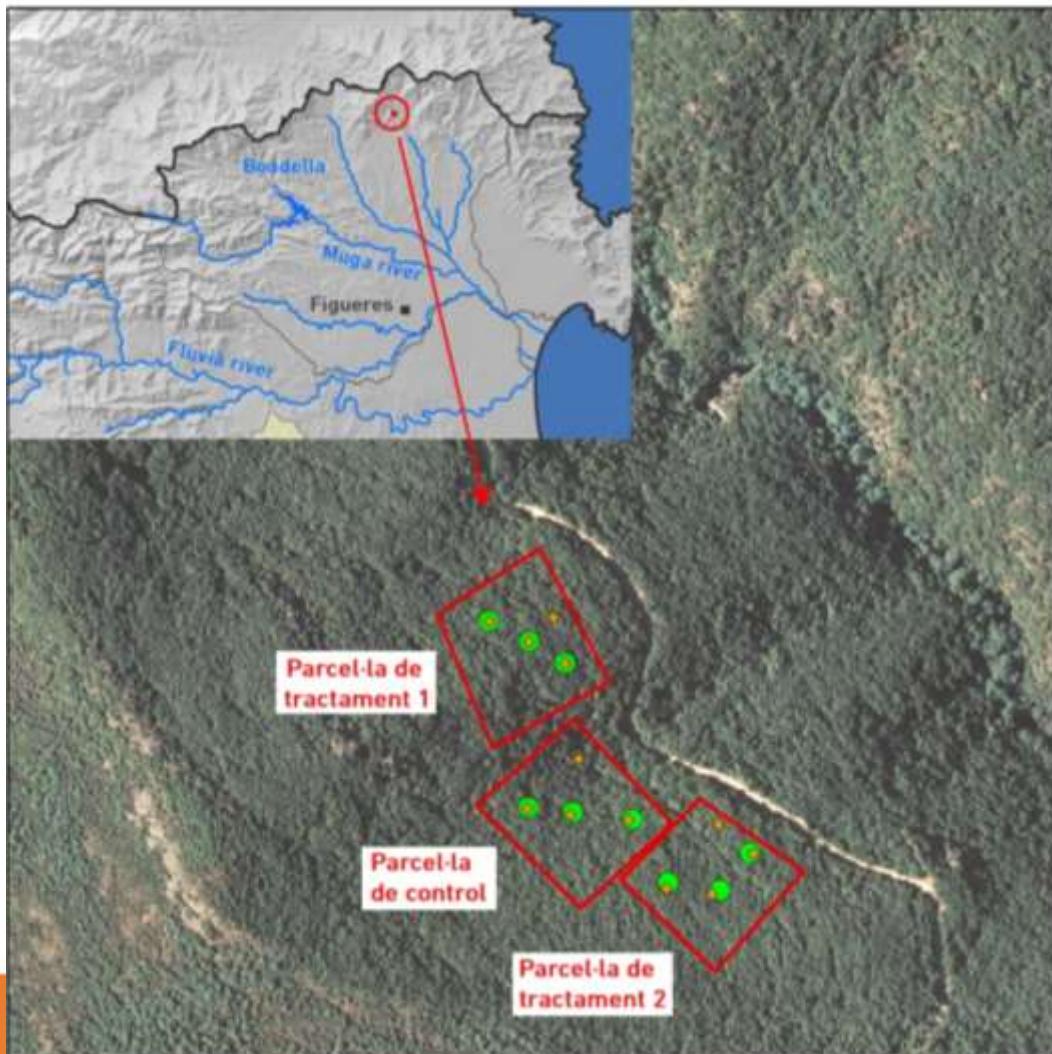
T2

Aclarida baixa





Muga: Alzinars (*Quercus ilex*) a la finca Requesens (PNIN l'Albera, Alt Empordà)



Objectiu

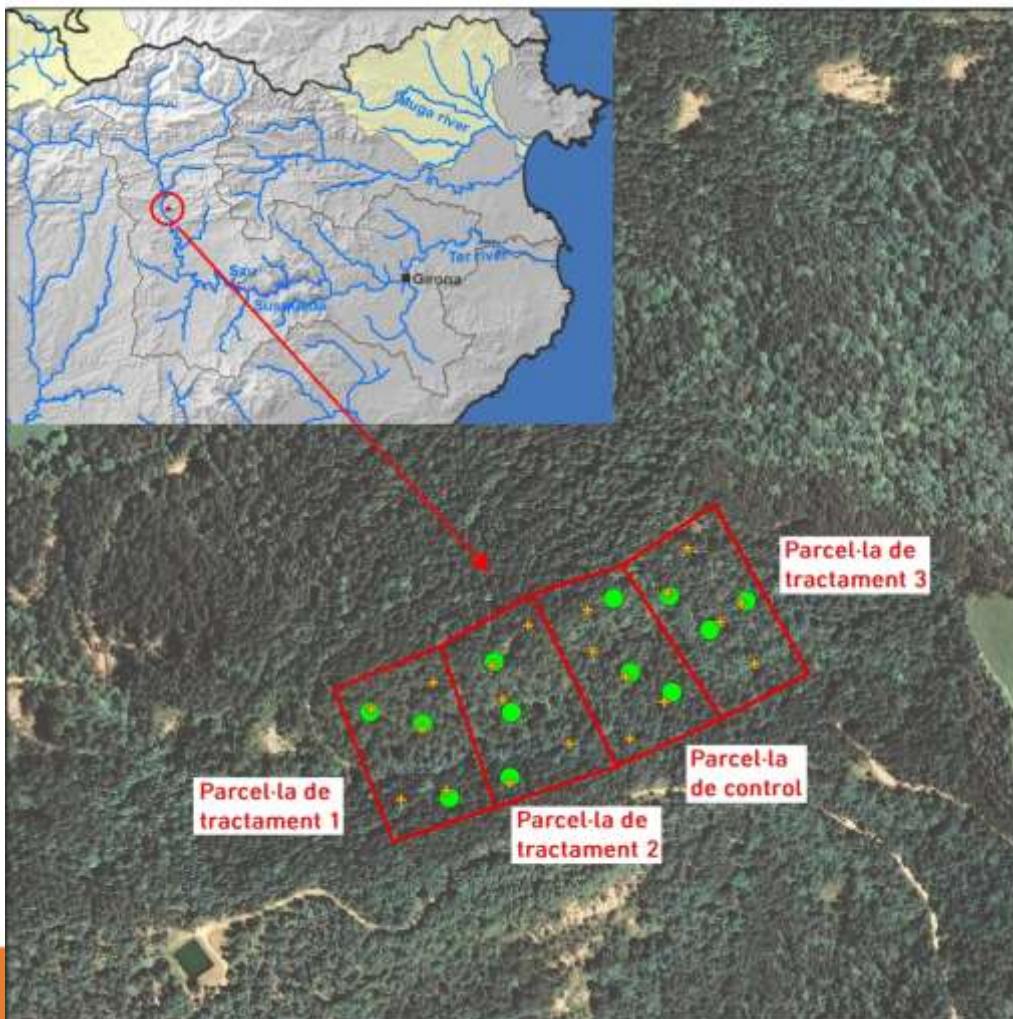
- Reducció del risc d'incendi

Tractament

- Aclarida baixa (T1): adaptació a bosc regular
- Tallada de selecció (T2): adaptació a bosc irregular
- Control (C)



Ter: boscos de *Pinus sylvestris* amb roure en el Parc del Castell de Montesquiu (Osona).



Objectiu

- Millora de l'estat de salut del bosc i contenció de l'afectació per mortalitat
- Avaluar la resposta competitiva del roure

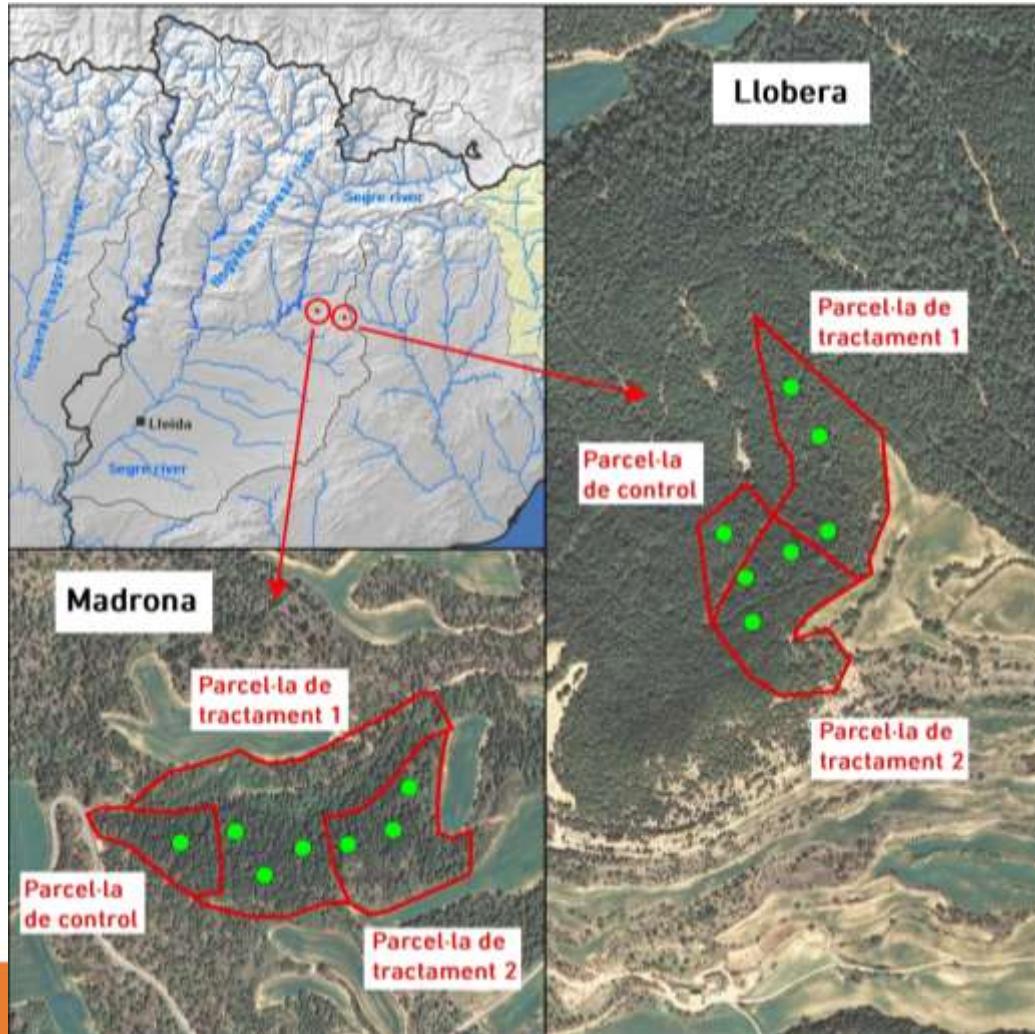
Tractament

- Desbrossament de sotabosc i aclarida baixa de roure en dos nivells d'intensitat (T1 i T2)
- Tallada del *Pinus sylvestris* (T3)
- Control (C)

En col·laboració amb la **Dip. de Barcelona**



Segre: boscos de *Pinus nigra* al Solsonès, a dos zones d'estudi:
Madrona i la Llobera (Punts Estratègics de gestió, PEGs)



Objectiu

- Reducció del risc d'incendi
- Efecte sobre el creixement

Tractament

- Desbrossament de sotabosc i aclarida baixa amb dos nivells d'intensitat (T1, T2)
- Control (C)

En col·laboració amb el projecte
Life DEMORGEST



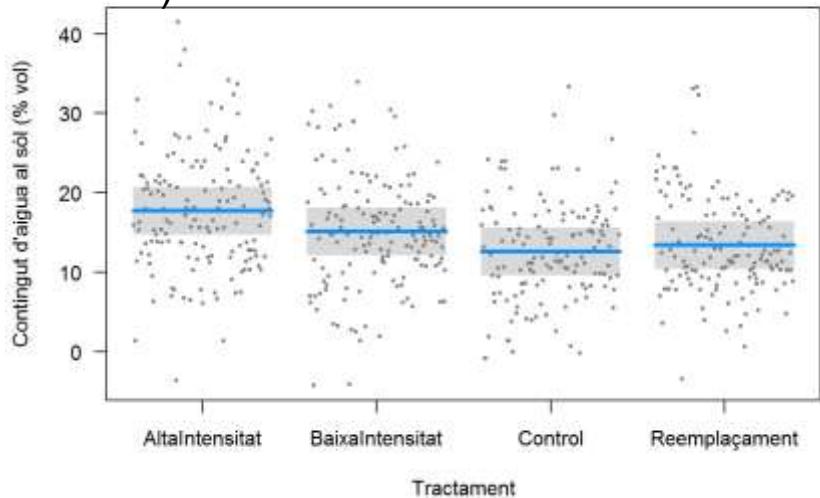
Seguiment	Muga	Ter	Segre
Estructura del bosc	✓	✓	✓
Continuïtat del combustible	✓		✓
Estat de salut		✓	✓
Humitat del combustible	✓		✓
Regeneració		✓	
Recuperació del sotabosc		✓	
Humitat del sòl	✓	✓	✓
Humitat i temperatura ambiental del rodal	✓	✓	✓
Meteorologia: Temperatura i precipitació de la zona	✓	✓	✓



Instal·lació d'estació meteorològica al Castell de Requesens (abril 2015)



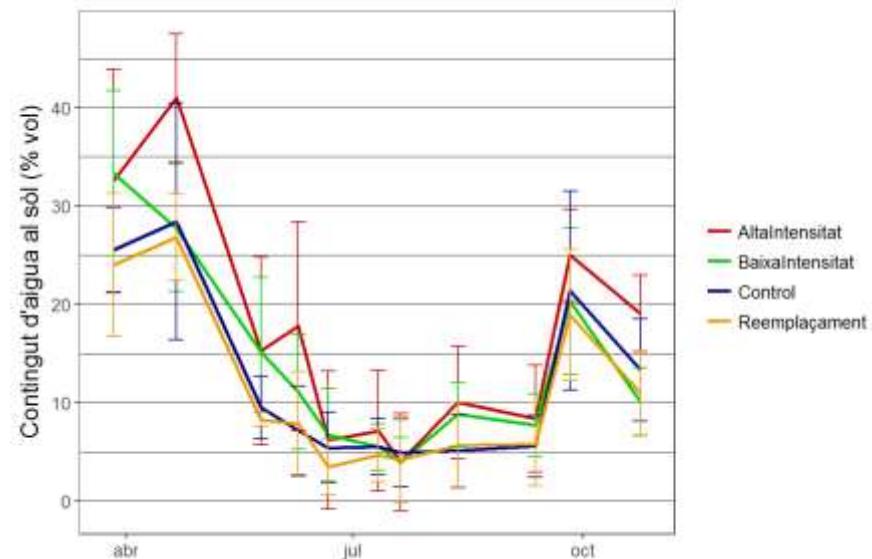
Aigua en el sòl en el bosc de pi roig de Montesquiu, Osona (campanyes 2015-17)



I s'accentuen aquestes diferències quan observem períodes curts

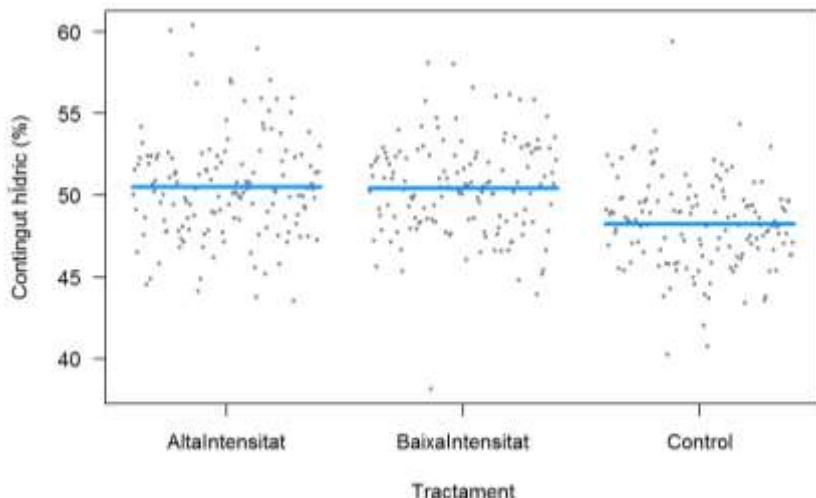
Efectes sobre l'aigua en el sòl

Evolució del contingut d'aigua en el sòl en el bosc de pi roig de Montesquiu, Osona (campanya 2017)





Contingut hídric del boix al bosc de *Pinus nigra* de Llobera, Solsonès (campanyes 2015-17)

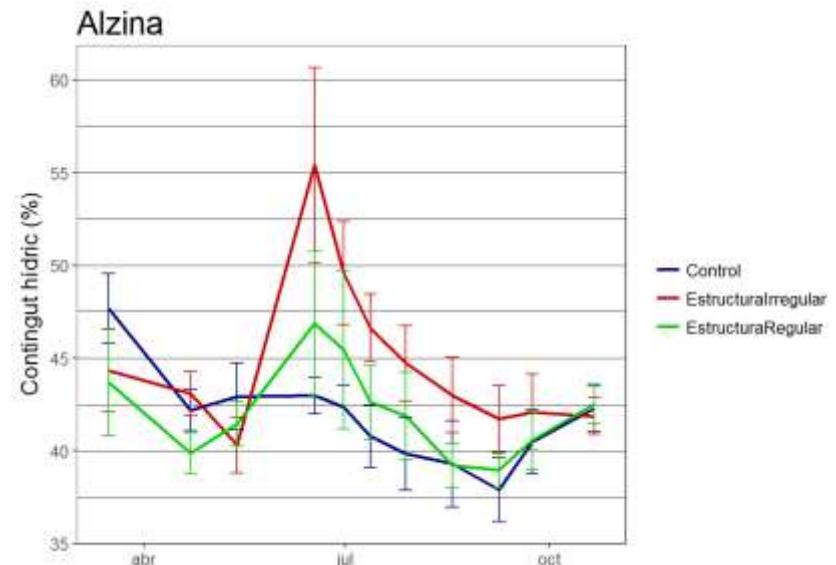


I aquestes diferències s'accentuen en períodes de sequera importants

Contingut hídric de la vegetació

En general, s'observa un major contingut hídric de la vegetació (arbres i sotabosc) en les zones gestionades

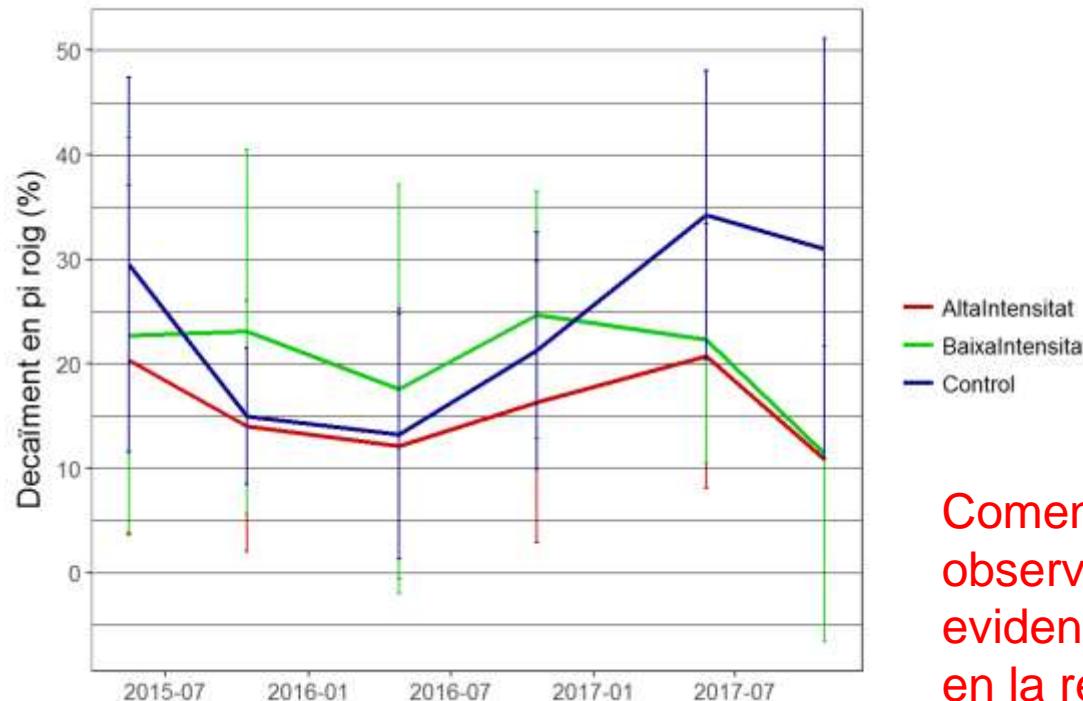
Evolució del contingut hídric de l'alzina a Requesens (campanya 2016)



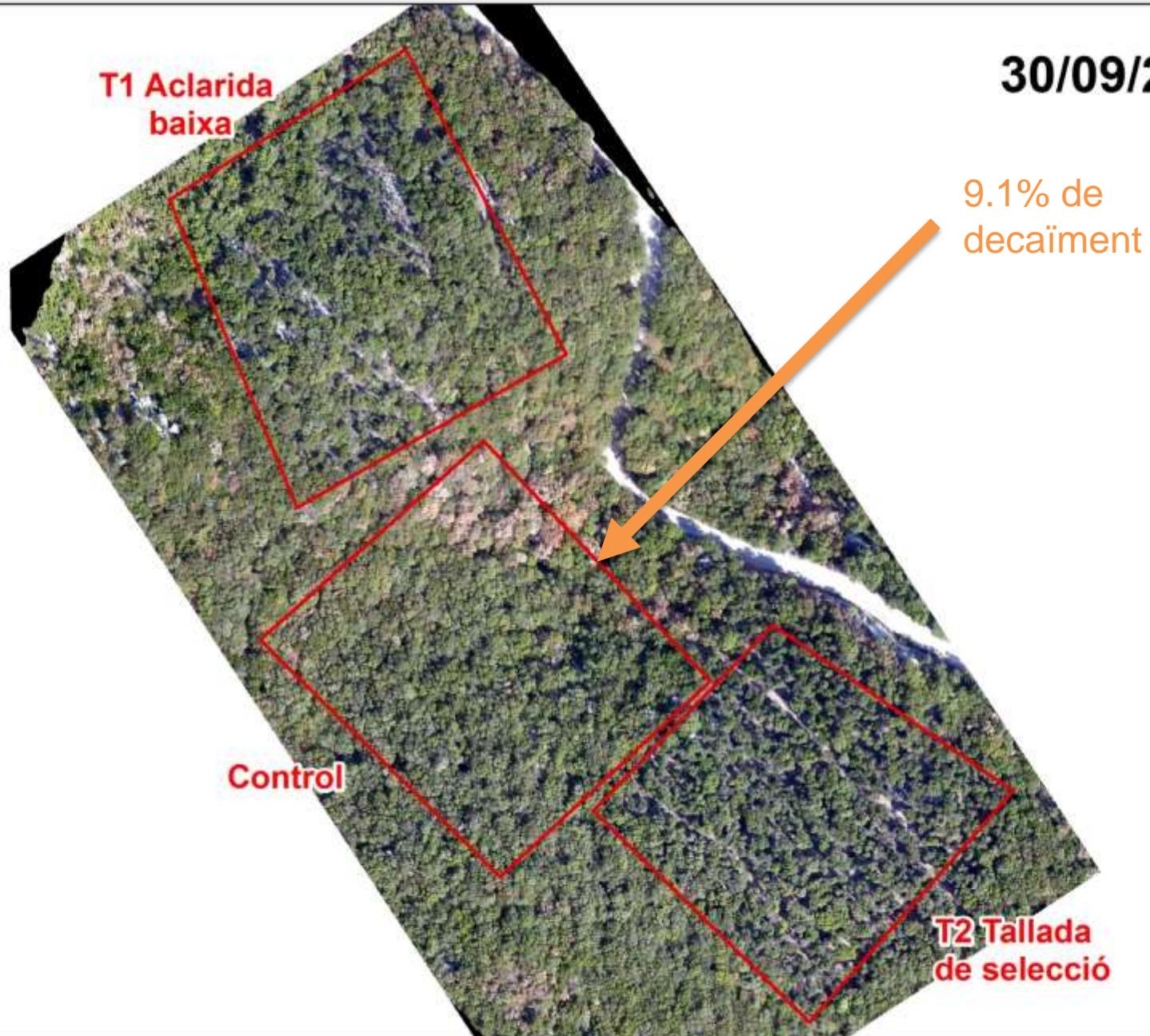


Decaïment de pi roig a Montesqui, Osona
(campanyes 2015-17)

Efectes sobre la salut del bosc

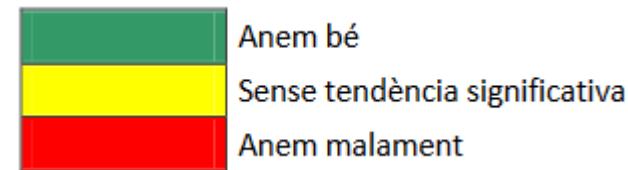


Comencen a
observar-se efectes
evidents de la gestió
en la resistència dels
individus a la sequera





Adaptació



Indicadors d'adaptació al canvi climàtic en la gestió forestal.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
General	Pla general de Política Forestal de Catalunya 2014-2024	Gestió forestal	--					
Muga	Superfície amb instrument d'ordenació forestal (IOF) en finques privades	Gestió forestal	ha	Anual	2007-2014	Augment	Disminució	
	Relació entre la superfície forestal on s'han executat actuacions de gestió forestal i la superfície total ordenada en finques privades	Gestió forestal	%	Anual	2007-2014	Augment	Sense tendència	
	Superfície de tallades executades en finques privades	Gestió forestal	ha	Anual	2007-2014	Augment	Sense tendència	
	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques privades	Gestió forestal	tones	Anual	2001-2014	Augment	Augment	
	Aprofitaments del bosc (llenya) en finques privades	Gestió forestal	tones	Anual	2001-2014	Augment	Augment	
	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques públiques	Gestió forestal	m³	Anual	2006-2015	Augment	Sense tendència	
	Densitat	Gestió forestal	peus/ha	Decennal	IFN2 (1986- 1996) IFN3 (1997-2008)	Estabilitat	Sense tendència	
	Volum amb escorça aprofitat	Gestió forestal	m³/ha	Decennal	IFN2 (1986- 1996) IFN3 (1997-2008)	Augment	Sense tendència	
	Superfície cremada per incendi	Gestió forestal	ha	Anual	2004-2014	Disminució	Sense tendència	
	Caps de bestiar d'oví i cabrum	Gestió forestal	número d'individus	Anual	1999- 2007, 2009	Augment	Disminució	



- ✓ La **gestió** modifica el règim microclimàtic de les zones estudiades.
- ✓ En general, augmenta transitòriament la **temperatura** i disminueix la **humitat relativa** en les zones gestionades. Caldrà veure com evoluciona aquesta tendència a mesura que el bosc arribi a una nova **estructura**
- ✓ En general, **l'aigua del sòl** no mostra una tendència clara amb la gestió.
- ✓ Al contrari, la gestió forestal **incrementa** el contingut d'aigua de la vegetació. Aquest fet té una traducció directa en la reducció de la seva inflamabilitat.
- ✓ La gestió fa **aumentar** la resistència del bosc en els episodis de sequera.
- ✓ Les **projeccions futures** de l'estat dels boscos (2050) apunten cap a un augment de la seva **vulnerabilitat**, ja sigui pels canvis en el seu **creixement** i **salut**, com per l'augment al **risc d'incendi** i els canvis en la **idoneïtat** d'algunes espècies.



Cultius



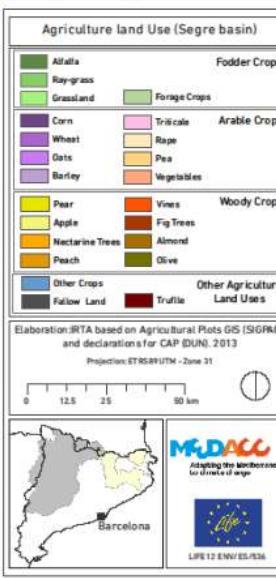
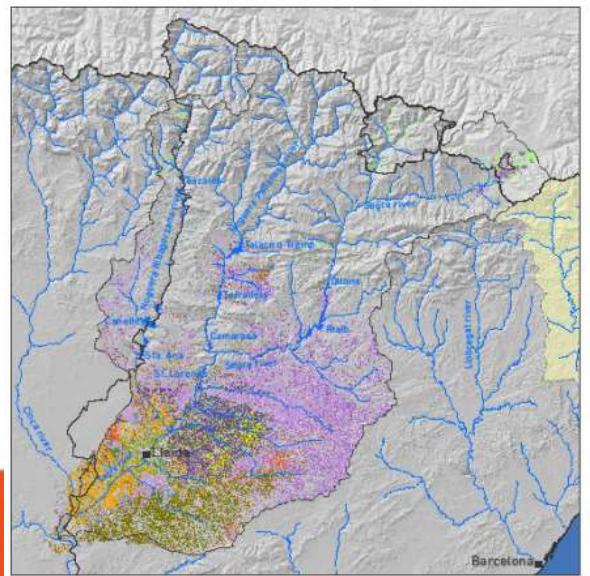
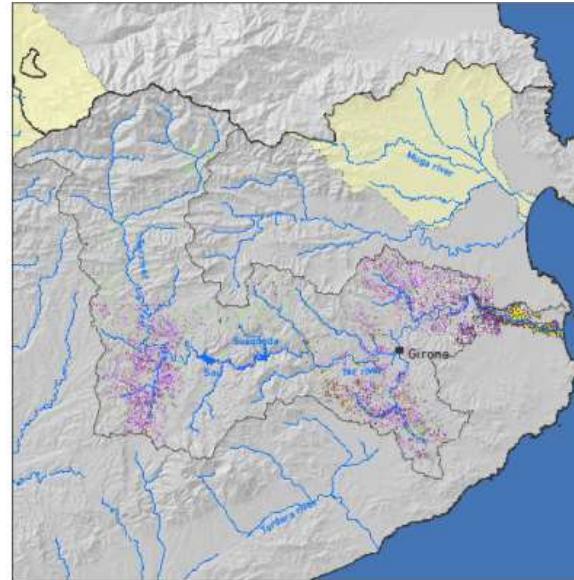
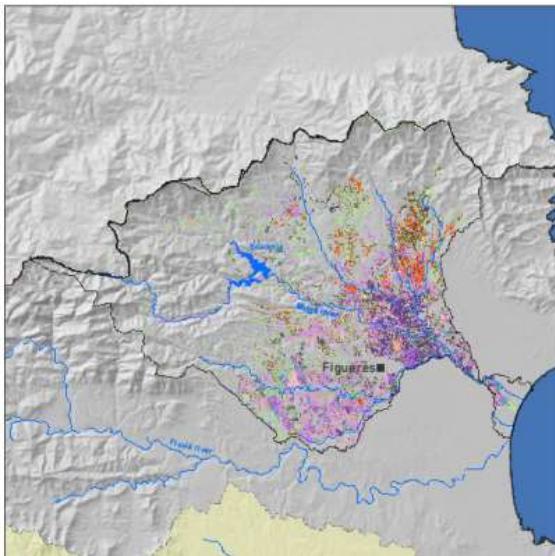
- **Descripció del sòl agrícola actual**
- **Càcul de les Necessitats Hídriques Netes (actuals)**
- **Projeccions climàtiques**
- **Proves pilot**
 - Encoixinament
 - Desplaçament de cultius
 - Gestió avançada de reg
- **Solucions**
 - Col·laboració amb l'estudi "Adaptació al canvi climàtic del sector agrícola de l'Alt Pirineu i Aran".
- **Governança**
 - Indicadors d'adaptació



Cultius: Sòl agrícola actual



Usos agrícoles



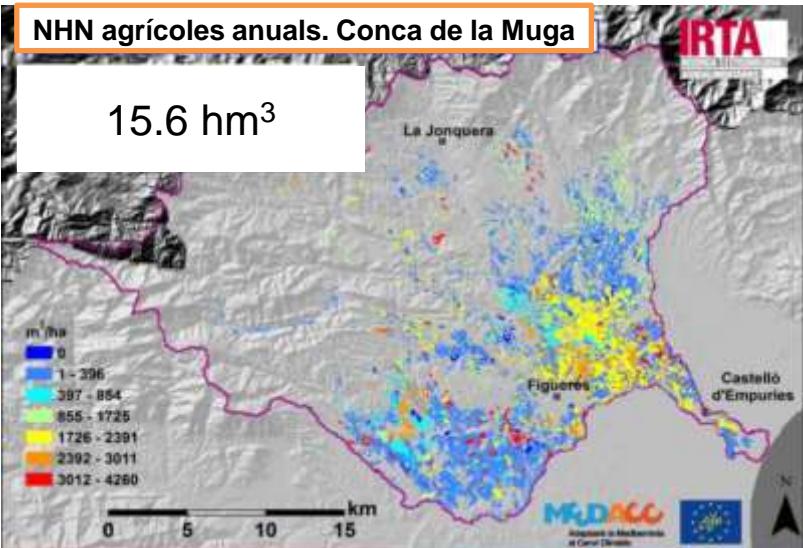


Cultius: Necessitats hídriques netes 2003-2011



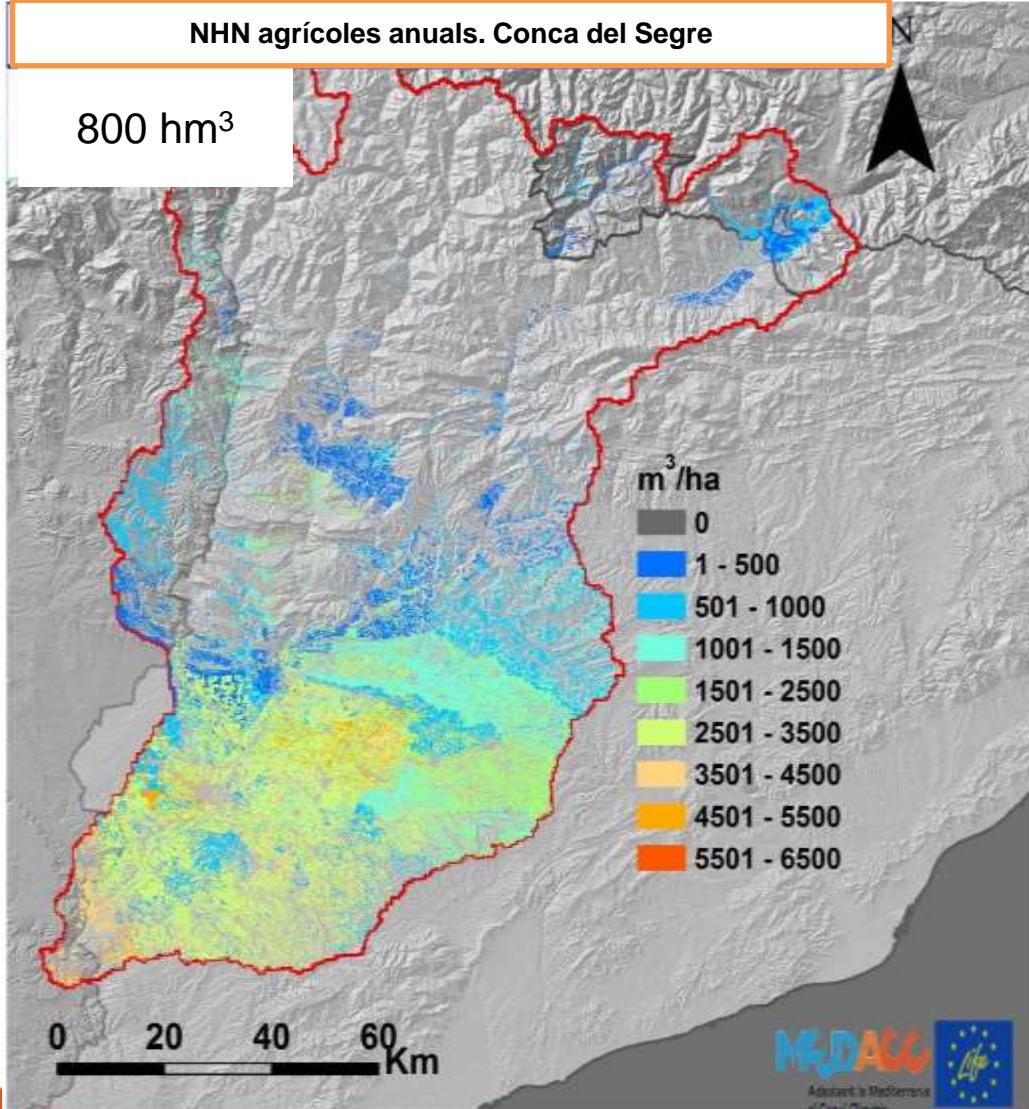
NHN agrícoles anuals. Conca de la Muga

15.6 hm³

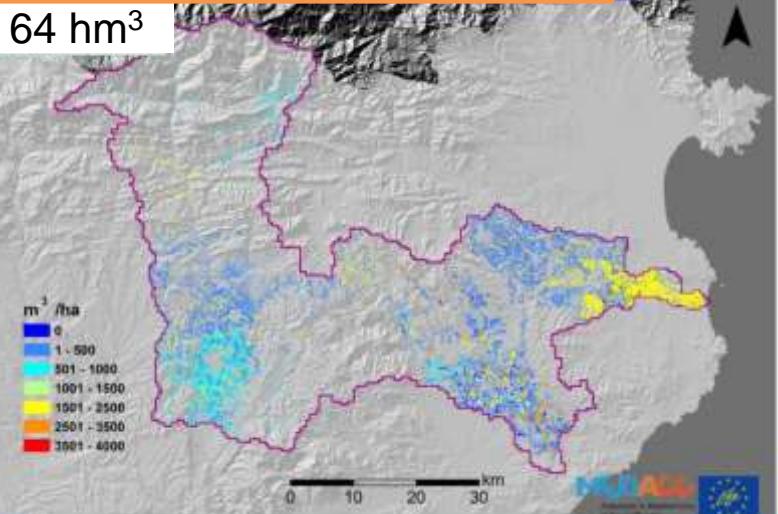


NHN agrícoles anuals. Conca del Segre

800 hm³



NHN agrícoles anuals. Conca del Ter

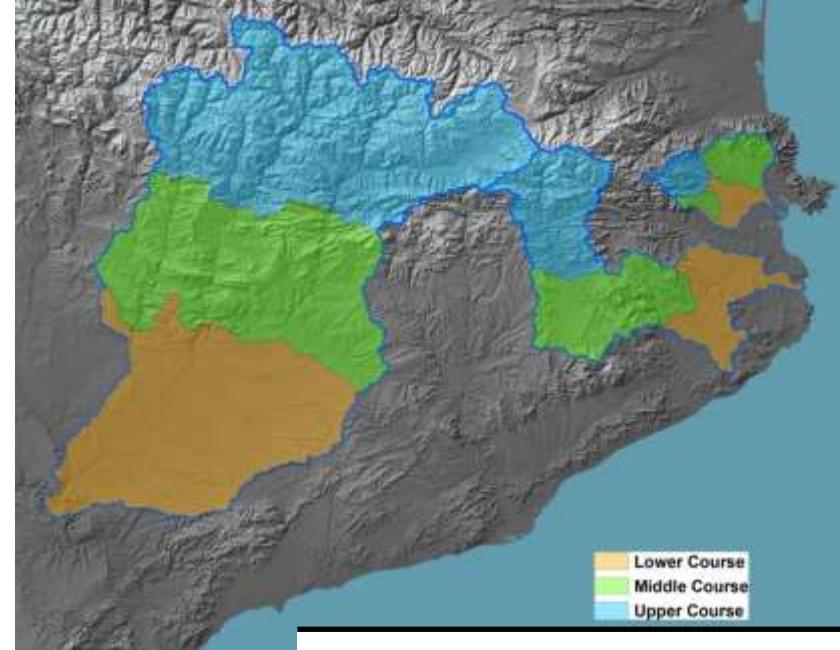




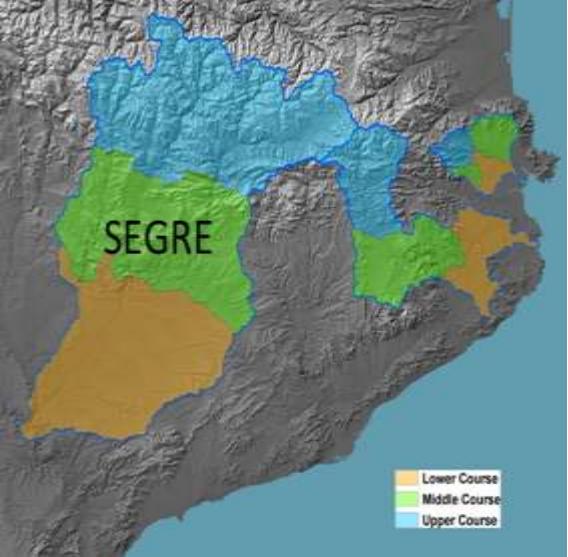
Cultius: Projeccions



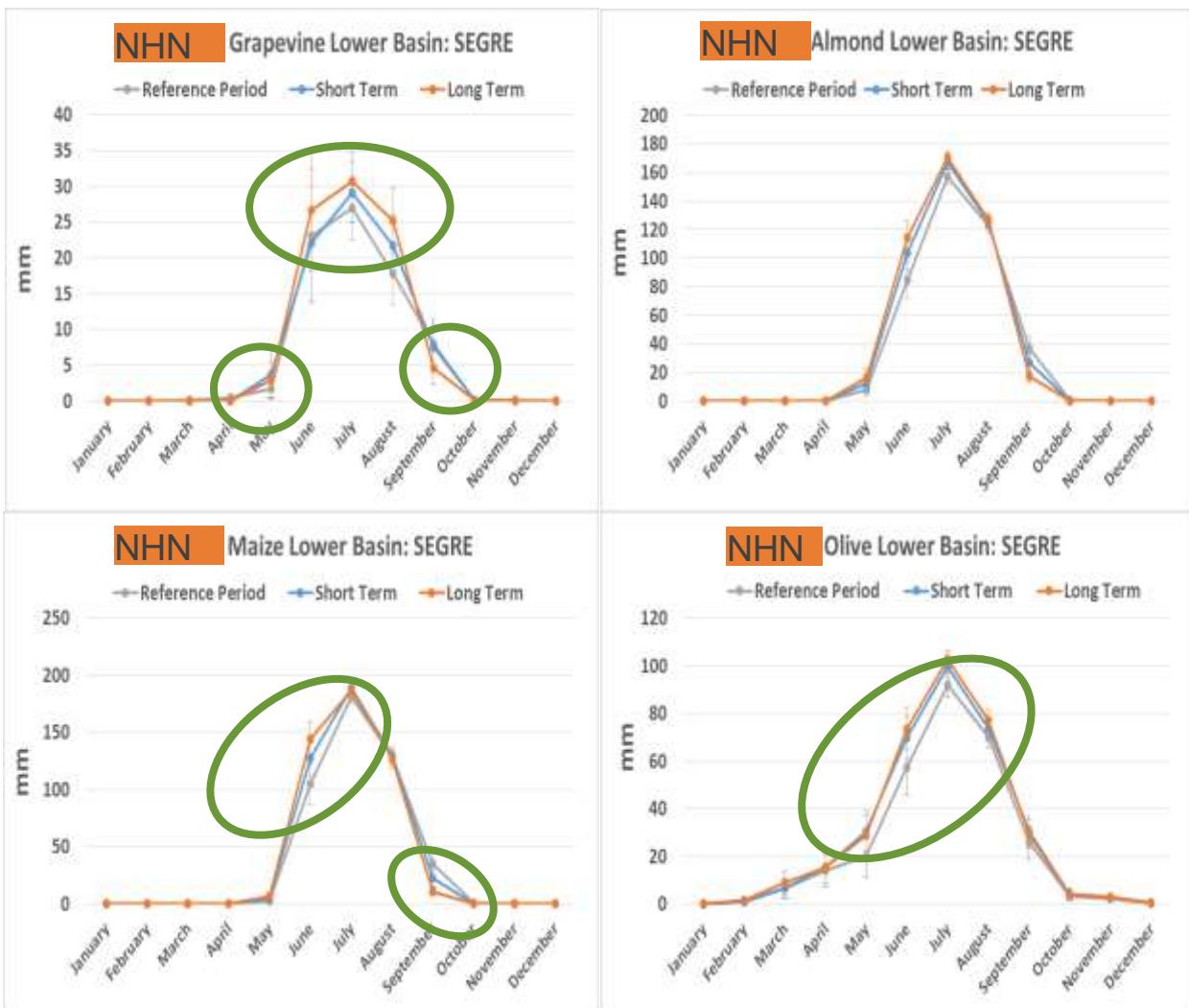
Valors mitjans anuals de les Necessitats Hídriques Netes (**NHN**) de cada conca i els seus trams (alt, mig, baix) a partir dels cultius majoritaris (regadiu i secà) per **Període de Referència (2002-2011)** i dos períodes futurs sota l'escenari de canvi climàtic **RCP4.5**: curt termini (**2021-2030**) i llarg termini (**2030-2050**). Canvi relatiu respecte del període de referència.



Conca	Tram	Període de Referència	NHN (hm ³)		% canvis*	
			Curt Termini	Llarg Termini	Curt Termini	Llarg Termini
Muga	Baix	10.7	10.6	10.9	-0.4	1.9
	Mig	4.6	4.7	5.0	1.6	9.0
	Alt	0.28	0.27	0.28	-4.2	-0.5
	Total	15.6	15.6	16.2	0.1	3.9
Ter	Baix	36.2	36.7	39.0	1.3	7.6
	Mig	24.2	24.8	27.1	2.4	12.1
	Alt	3.6	4.1	4.4	13.5	23.2
	Total	64.0	65.6	70.6	2.4	10.2
Segre	Baix	695.8	739.6	742.8	6.3	6.8
	Mig	98.9	109.1	106.8	10.3	8.1
	Alt	4.98	3.89	3.88	-21.8	-22.1
	Total	799.7	852.5	853.6	6.6	6.7



Cultius: Projeccions

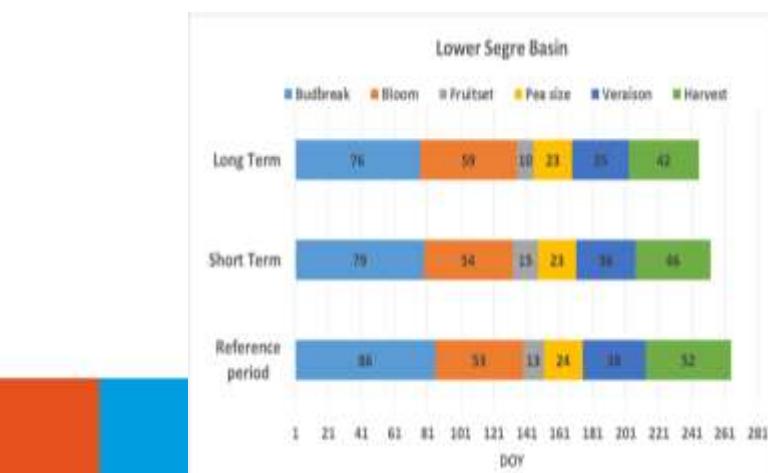
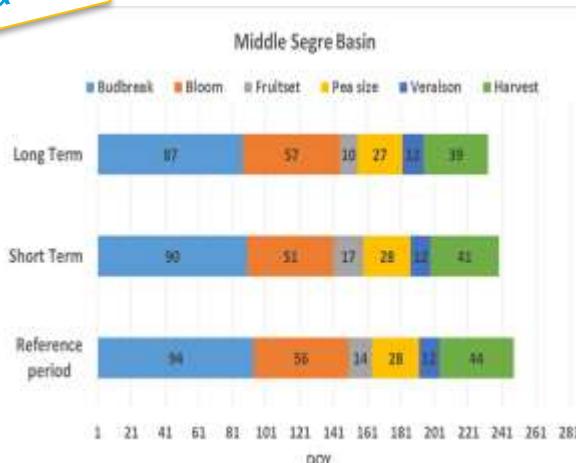


Risc de gelades, període vegetatiu, onades de calor



Fenologia
Vinya

	Upper Basin			Middle Basin			Lower Basin		
	Reference Period	Short term	Long term	Reference Period	Short term	Long term	Reference period	Short term	Long term
Number of days									
$T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$									
March	19.6	19.2	18.2	13.3	12.7	11.5	5.4	5.0	4.0
April	19.6	11.8	11.0	4.6	4.1	3.6	0.4	0.3	0.2
Number of days									
$T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$									
July	0.7	1.3	1.6	13.6	16.5	18.5	22.1	24.8	26.1
August	0.7	1.1	1.5	11.5	14.2	16.3	19.2	22.3	23.6
Number of days									
$T_{\max} > 35^{\circ}\text{C}$									
July	0.01	0.03	0.03	2.4	3.9	5.6	5.1	8.4	10.7
August	0.00	0.02	0.03	2.4	3.3	4.8	4.2	6.1	8.0
Day of Year (DOY)									
$T_{\text{mean}} > 10^{\circ}\text{C}$									
	150	148	145	108	104	101	82	77	71





Impactes del canvi climàtic sobre els sistemes agrícoles: avaluació i accions adaptatives.

**Pilots: Encoixinament
(RAIMAT): Plàstic
biodegradable i
encoixinament orgànic**



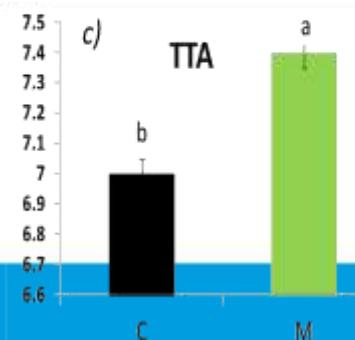
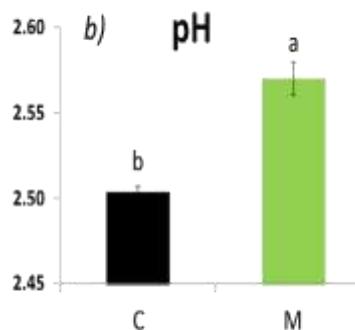
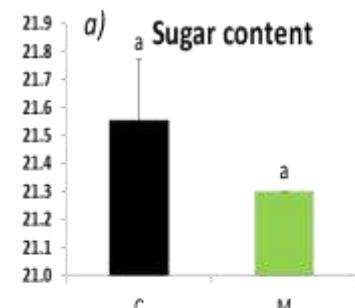
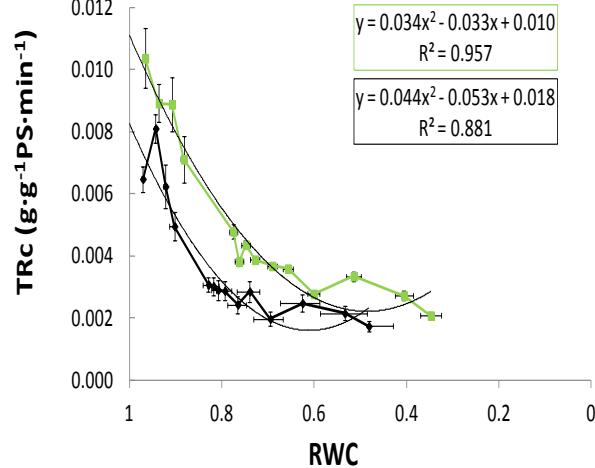
Tractaments fallits: problemes d'instal·lació





Impacts del canvi climàtic sobre els sistemes agrícoles: avaluació i accions adaptatives.

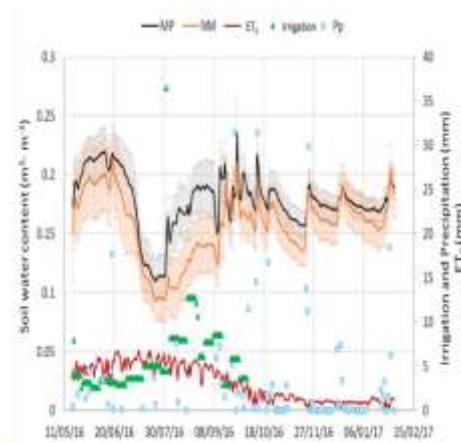
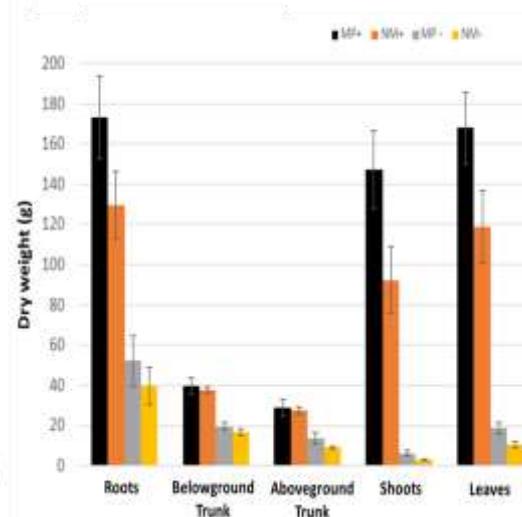
**Pilots: Encoixinament
(RAIMAT): Plàstic
biodegradable i
encoixinament orgànic**





Impacts del canvi climàtic sobre els sistemes agrícoles: avaluació i accions adaptatives.

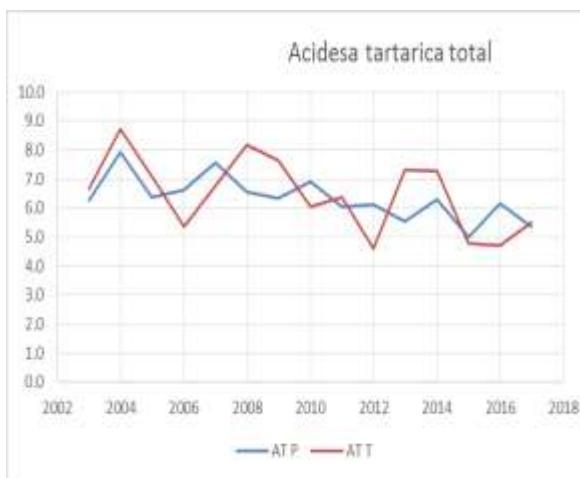
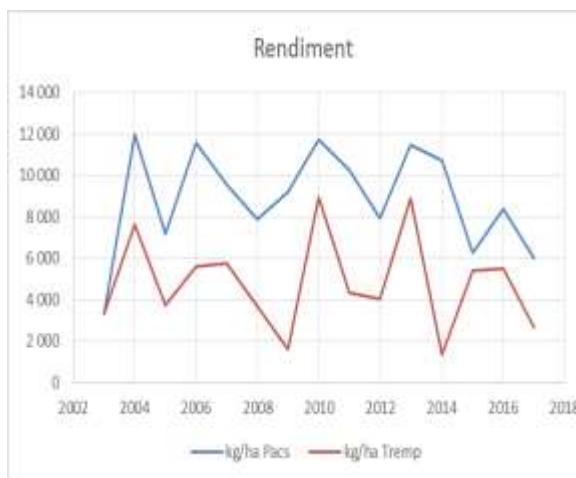
Repetició de tractaments d'encoixinament plàstic biodegradable a l'IRTA Torre Marimon





Impactes del canvi climàtic sobre els sistemes agrícoles: avaluació i accions adaptatives.

Pilot: desplaçament de cultius en alçada (TREMP). Bodegues Miquel Torres

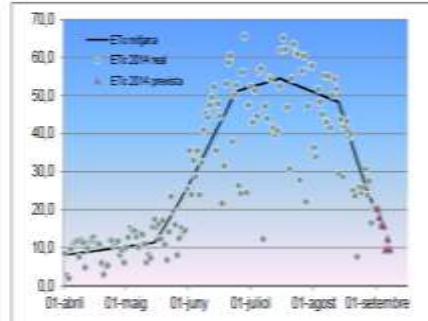


Assajos d'eficiència en el reg en diferents finques col·laboradores (Supervisió: Fundació Mas Badia-IRTA)



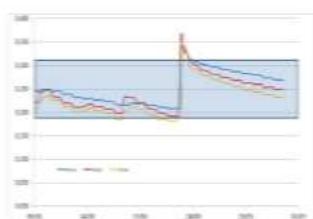
Nº18 Setmana del 1 al 7 de setembre de 2014

Les necessitats tècniques d'aigua pel blat de moro sembrat al mes d'abril s'estan reduint significativament. La majoria dels camps ja tenen un dues terceres parts del gra farratges pel que ja serà apte l'aprofitament per ensillar. Aquesta setmana, els pronòstics meteorològics preveuen que a partir de dimecres es produeixin vides per la tarda, de forma dispersa en el territori i amb quantitats molt variables.



En el gràfic, s'obté una en un trac les necessitats d'aigua diàries mitjanes del blat de moro calculades segons el mètode Penman descomptat per FAO 56, al Baix Ter al llarg de tota la campanya. Són dates mitjanes dels darrers 25 anys. Els punts rodons verds son les necessitats reals diàries d'aigua d'aquest any 2014 mesurades i els triangles vermells, les necessitats previstes per aquesta setmana, segons els pronòstics meteorològics.

Les necessitats hidròiques del blat de moro aquesta època de l'any són baixes i les sondes d'humitat col·locades en les finques de seguiment indiquen, que hi ha suficient aigua al sòl per cobrir les necessitats.



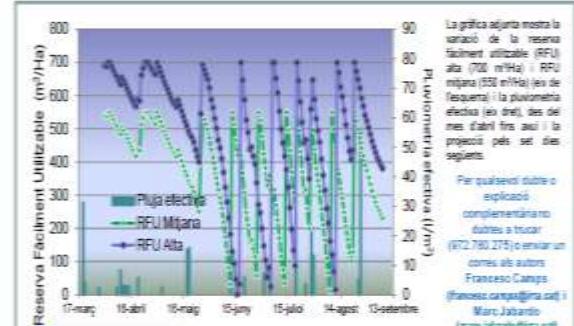
En el gràfic de l'esquerra es mostra l'evolució del contingut d'aigua al sòl a tres fondures (15,30 i 45 cm) en blat de moro regat amb degoteig. Les pluges de finals d'agost van empenjar la reserva d'aigua del sòl.

Les baixes necessitats que té el blat de moro sembrat a l'abril, juntament amb la previsió de descensos de la Evapotranspiració d'aquesta setmana i la possibilitat de pluja fan asegurar que no caldrà fer més regs per aquesta campanya.

Cultius: Proves pilot



Pla d'acció per a l'eficiència de reg a les comarques gironines



Com regar?

En reg localitzat per degoteig: és un reg d'alta freqüència i per tant cal restar l'aigua que necessita el cultiu (ETc) cada poc dies (de 1 a 3 dies). Per iniciar el reg no caldrà esgotar la Reserva Fàcilment Utilitzable del sòl, però tenim que ser prou fiables com per aprofitar l'aigua present al sòl i a disposició del blat de moro, fruit de les pluges hivernals i primaverils.

Cada vegada que reguem cal fer-ho amb la quantitat d'aigua que la planta ha consumit. D'aquesta manera mantenim el sòl amb una quantitat d'aigua constant i evitem defectes que poden reduir la producció del cultiu.

Taula de necessitats d'aigua (ETc) del blat de moro al Baix Ter			
	ETc (m³/ha)	Pluja efect (m³/ha)	calçat
25-08-14 dijous	25,8	0	
26-08-14 dimarts	30,7	0	
27-08-14 dimecres	23,8	0	
28-08-14 dijous	27,6	0	
29-08-14 divendres	16,5	0	
30-08-14 dissabte	20,6	0	
31-08-14 diumenge	20,2	0	
01-09-14 dijous	20,4		
02-09-14 dimarts	18,2		
03-09-14 dimecres	16,2		
04-09-14 dijous	15,9		
05-09-14 divendres	9,7		
06-09-14 dissabte	12,5		
07-09-14 diumenge	9,7		

Dades mesurades

Dades previstes

Necessitats de reg previstes per aquesta setmana

Fundació MAS BADIA

Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Peces, Alimentació i Medi Natural

Oficina de Regant
IRTA

Comunitat de Regants de la Presa de Colomers / Comunitat de Regants de Sant Julià de Ramis, Cervià de Ter, Sant Jordi Desvalls, Colomers i Afins / Comunitat de Regants del Moll de Pals

MUDACC
Adapting the Mediterranean to climate change



Regatex
REGATEX



Aquest folletí informatiu ha estat redactat per Francesc Camps (francesc.camps@irta.cat) i Marc Jardí (marc.jardi@irta.cat)



Assajos d'eficiència en el reg en diferents finques col·laboradores (Supervisió: Fundació Mas Badia-IRTA)

GIROREG:

- Càlcul per al blat de moro i pomera.
- Reduccions **20 - 30%** aigua utilitzada.

Finca	Varietat	Malla/No Malla	Localització	Setmanes de reg	Total reg (m ³ /ha)	Recomanacions
La Llona	Gala	Sense Malla	Alt Empordà	23	2842	3283
Granny 1	Granny	Malla	Alt Empordà	23	2354	2457
Gala	Gala	Sense Malla	Alt Empordà	23	3400	3283
Camp d'en Creus	Gala	Malla	Baix Empordà	23	3978	2506
Pont	Golden	Malla	Baix Empordà	23	2783	2506

Any	zona	CRAD del sòl	nombre de regs	reg m ³ /ha	No gioreg / Gioreg m ³ /ha
2014	Baix Ter	Mitjana	6	3300	150%
2014	Baix Ter	Alta	5	3500	167%
2014	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	7	3850	140%
2014	Plana Litoral de la Muga	Alta	6	4200	150%
2015	Baix Ter	Mitjana	8	4400	114%
2015	Baix Ter	Alta	8	5600	133%
2015	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	8	4400	133%
2015	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	140%
2016	Baix Ter	Mitjana	8	4400	114%
2016	Baix Ter	Alta	6	4200	120%
2016	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	8	4400	114%
2016	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	117%
2017	Baix Ter	Mitjana	9	4950	113%
2017	Baix Ter	Alta	8	5600	133%
2017	Plana Litoral de la Muga	Mitjana	9	4950	129%
2017	Plana Litoral de la Muga	Alta	7	4900	140%
	Baix Ter	Mitjana		4263	123%
	Baix Ter	Alta		4725	138%
	Plana Litoral de la Muga	Mitjana		4400	129%
	Plana Litoral de la Muga	Alta		4725	137%



✓ **Encoixinament.** Efecte positiu en el creixement de la vinya, relacionat amb un increment de la temperatura en les fases inicials de creixement més que amb l'increment de la retenció d'aigua en el sòl.

✓ **Desplaçament de la vinya en alçada.**

- ✓ Pèrdues importants de productivitat, en comparació amb zones tradicionalment vitivinícoles.
- ✓ Millors en les característiques organolèptiques.
- ✓ Opció a futur malgrat el major risc de gelades o grans tempestes.

✓ **Gestió avançada del reg.** Increment de l'eficiència en l'ús de l'aigua (GIROREG). Reduccions de -20/-30% [blat de moro i pomera]

Solucions en l'àmbit de l'AGRICULTURA



En col·laboració amb la consultoria l'**Espigall** s'ha realitzat l'estudi "**Adaptació al canvi climàtic del sector agrícola de l'Alt Pirineu i Aran: riscos i oportunitats**". Aquest treball demostra que l'adaptació al canvi climàtic pot ser el desllorigador per iniciar una modificació a fons de l'economia agrària de les comarques del Pirineu català i occità que s'hauria de basar en un **increment de la pastura extensiva als prats alpins i a les zones no agrícoles de les valls** com a garantia per alliberar pressió sobre el sòl agrícola –destinat bàsicament a produccions per a l'alimentació animal.

Els **ingressos bruts del sector agrícola** en l'escenari futur podrien arribar als **181.1 M€** enfront dels 84.3 M€ actuals o dels 76.7 M€ previstos per al mateix escenari 2030-50 si tot seguís com fins ara.



Indicadors d'adaptació al canvi climàtic dels sistemes agrícoles.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats Indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
Muga	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	Augment	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	Augment	
	Superficie Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	No hi ha tendència	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	
Segre	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	No hi ha tendència	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	Augment	
	Superficie Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	Augment marginal	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	
Ter	Rendiment del conreus	Agricultura	Kg/ha	anual	2008-2014	No Disminuir	Augment	
	Diversitat de conreus	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Augmentar moderadament	Augment	
	Alimentació animal VS alimentació humana	Agricultura	adimensional	anual	2008-2014	Disminuir	No hi ha tendència	
	Superficie Bosc VS Agrícola	Agricultura	adimensional	anual	2001-2013	No Augmentar	No hi ha tendència	
	Productivitat hídrica	Agricultura	Kg/ m ³	anual	2008-2014	Augmentar	Augment	
	Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Agricultura	hm ³ .Tg	anual	2011-2014*	Mantenir-se o augmentar	No hi ha tendència	

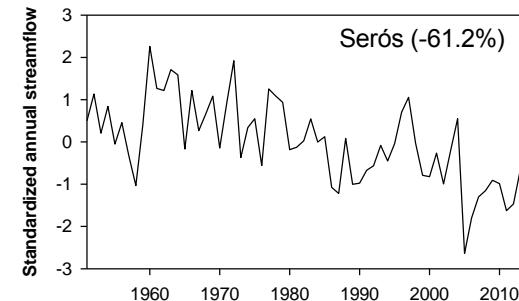
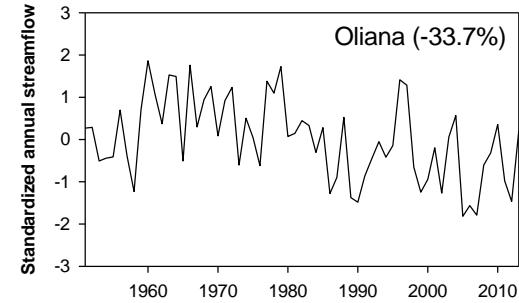
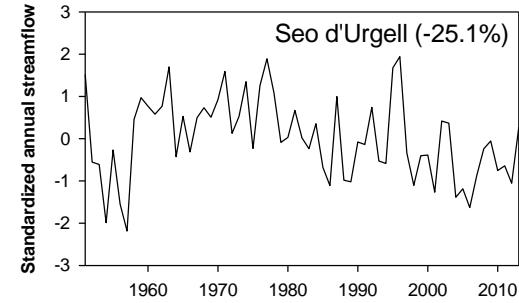
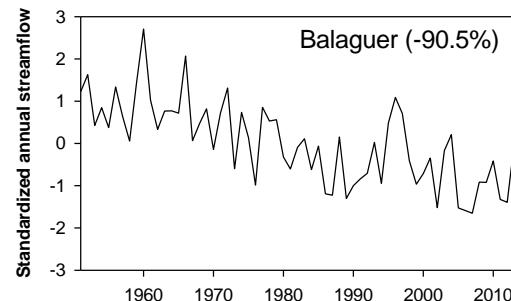
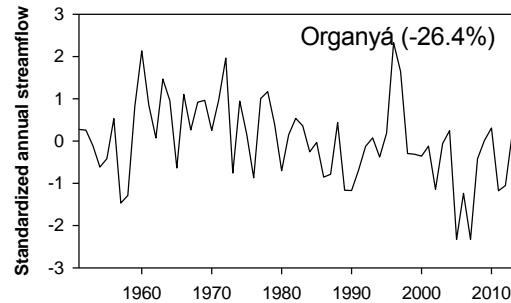
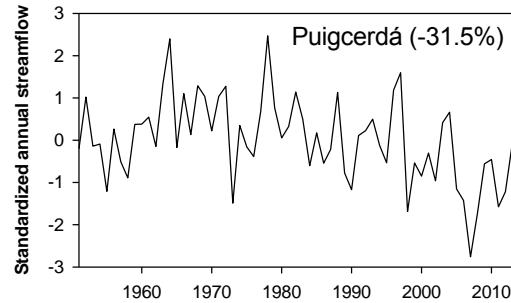
*Els càlculs (nivell municipal) d'aquests indicadors no poden mostrar tendències significatives ja que només hi ha dades de 4 anys

 **Aigua**

- **Anàlisi històrica climàtica i hidrològica**
- **Projeccions futures**
 - Amb escenaris climàtics
 - Amb escenaris de canvis d'usos del sòl
- **Solucions**
 - Col·laboració amb el LIFE PLETERA
- **Governança**
 - Indicadors d'adaptació

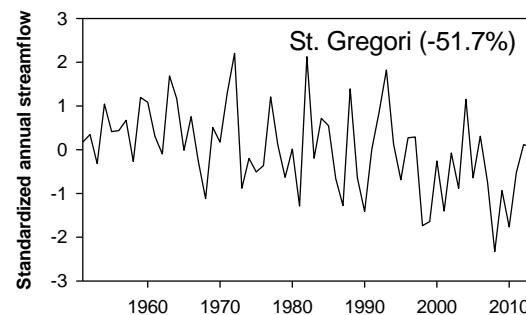
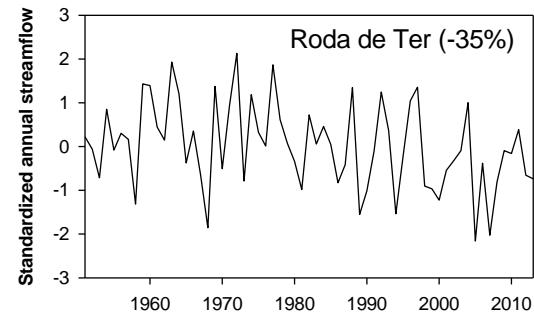
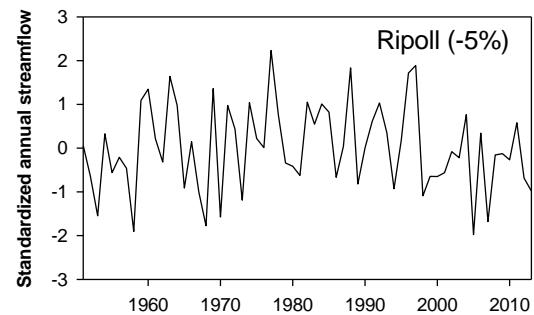
Canvis en el cabal

El Segre



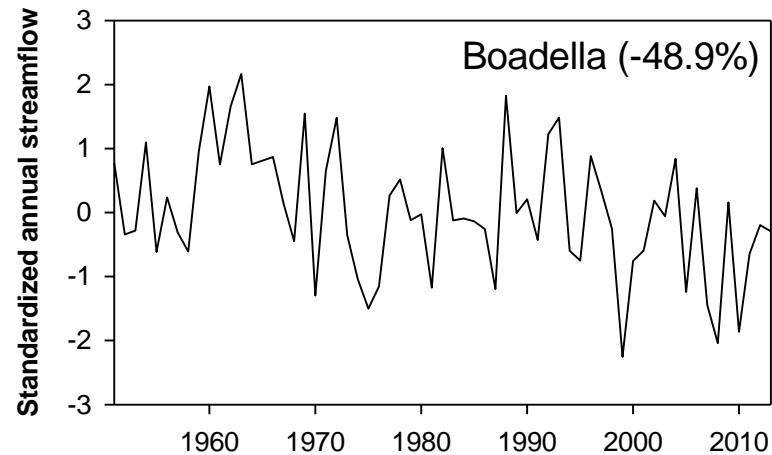
Canvis en el cabal

El Ter

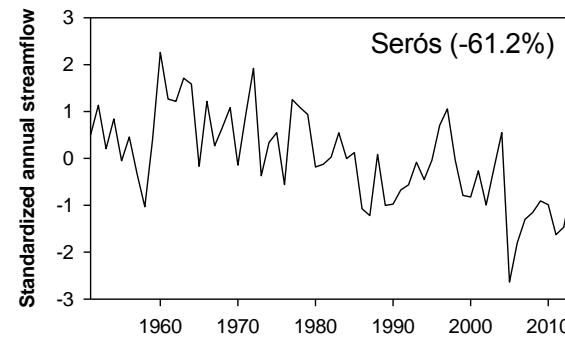
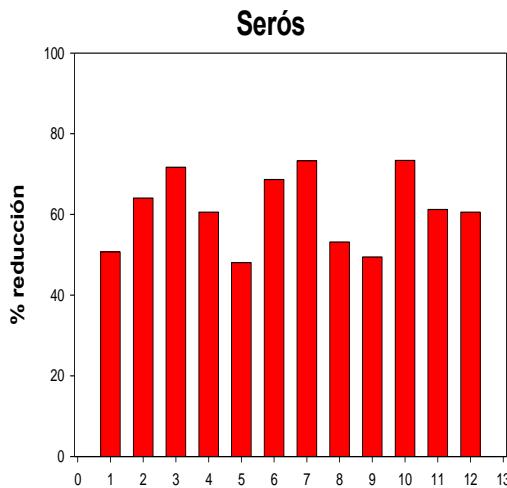
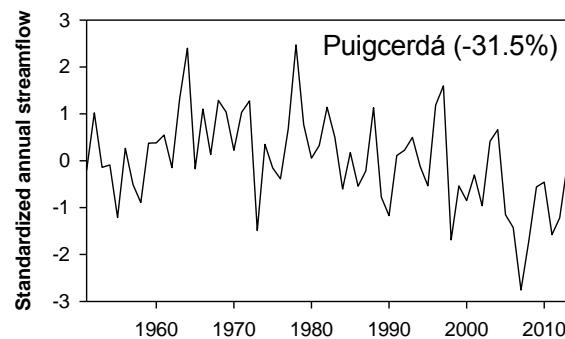
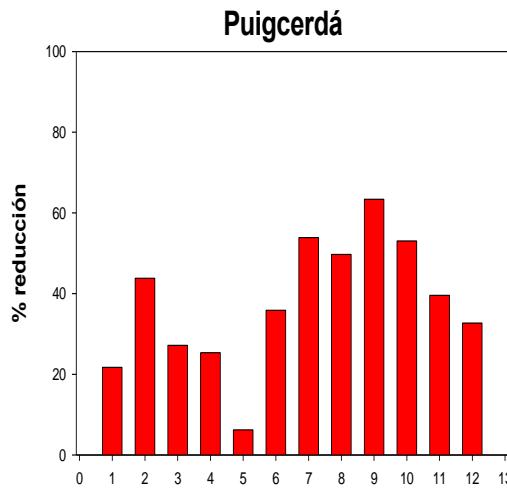


Canvis en el cabal

La Muga

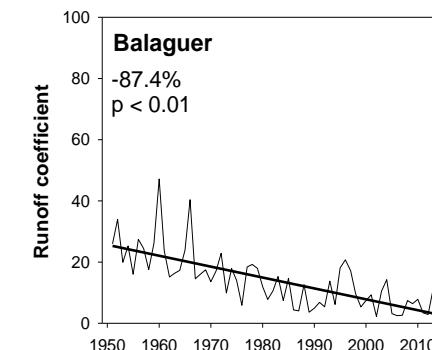
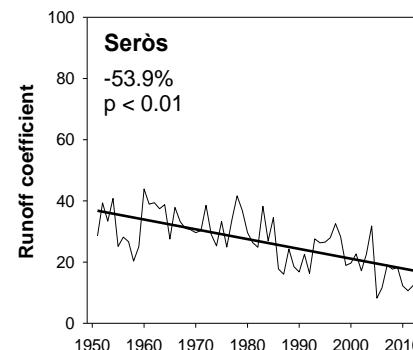
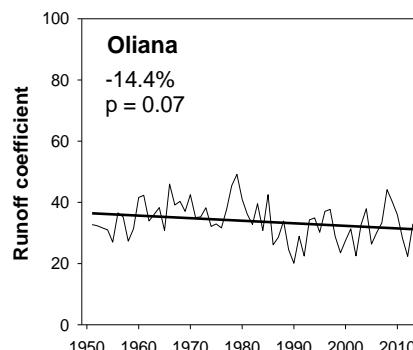
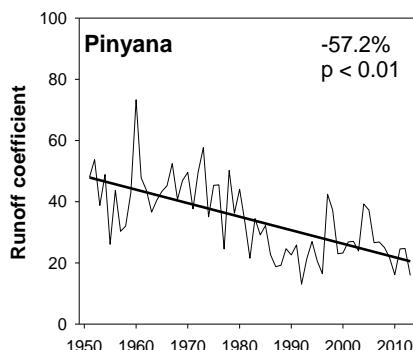
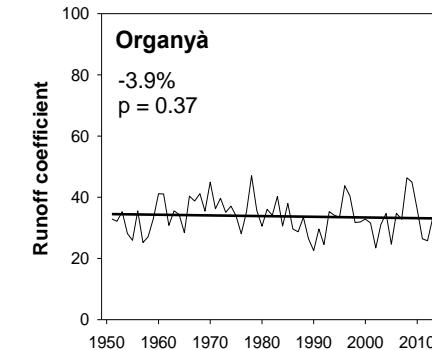
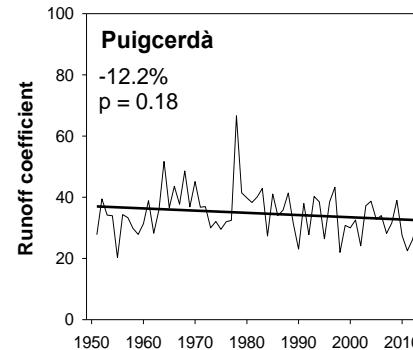
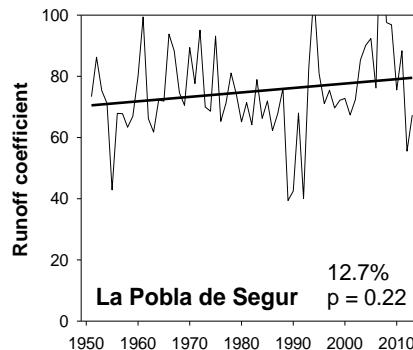
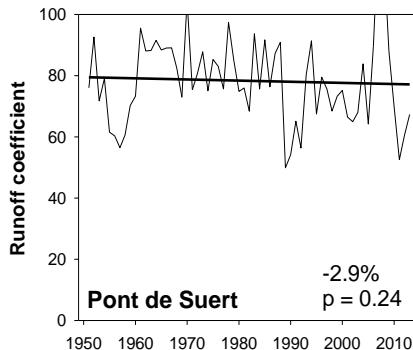


- Notables diferències entre les capçaleres i els cursos mitjans



El Segre

Canvis en la relació clima-cabal



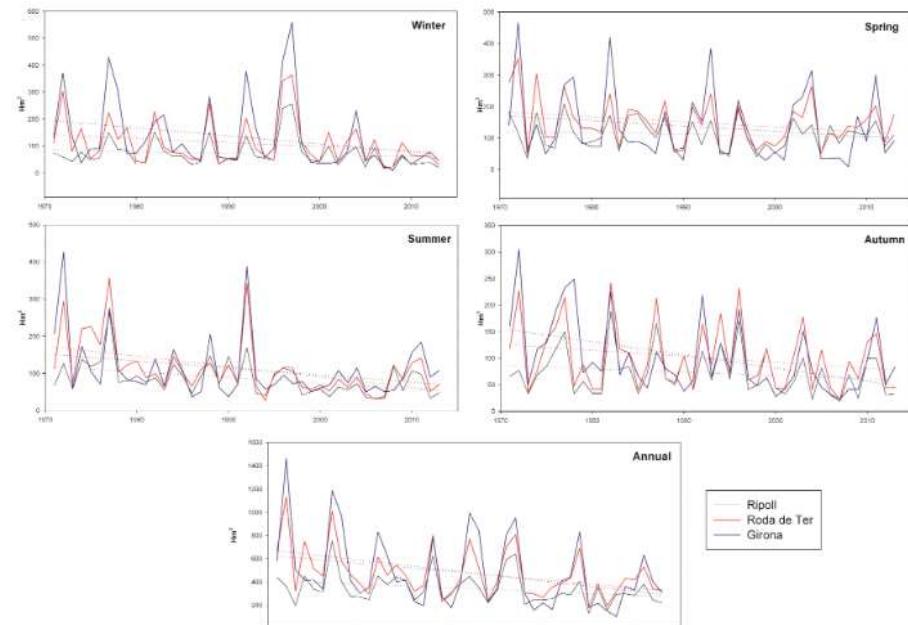


Figure 21: Evolution of seasonal and annual streamflow in three gauging stations of the Ter basin (1971-2013)

	Annual	Streamflow	Precipitation	Eto
Ripoll	-41.7	-37.5	19.7	
Roda de Ter	-57.2	-31.8	16.3	
Girona	-65.7	-23.8	15.2	
Winter	Streamflow	Precipitation	Eto	
Ripoll	-37.5	-22.6	15.8	
Roda de Ter	-55	-10.1	13.2	
Girona	-72.6	0.5	11.9	
Spring	Streamflow	Precipitation	Eto	
Ripoll	-22.2	-31.8	28.6	
Roda de Ter	-46.5	-29.1	24.3	
Girona	-51.3	-23.7	22.9	
Summer	Streamflow	Precipitation	Eto	
Ripoll	-63.3	-68.1	18.4	
Roda de Ter	-76	-65.8	15	
Girona	-62.6	-62.6	13.8	
Autumn	Streamflow	Precipitation	Eto	
Ripoll	-40.9	5.2	13.9	
Roda de Ter	-47.3	16.3	11	
Girona	-75.9	27.1	10.4	

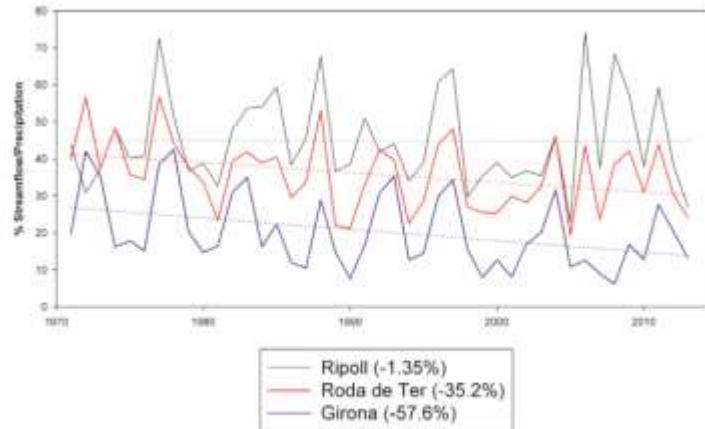
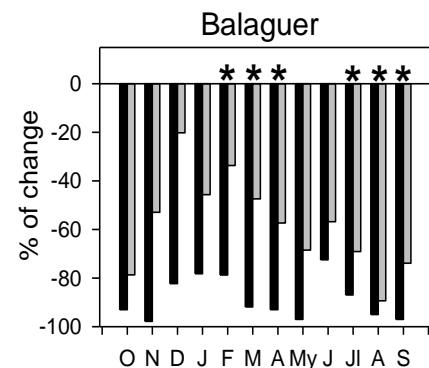
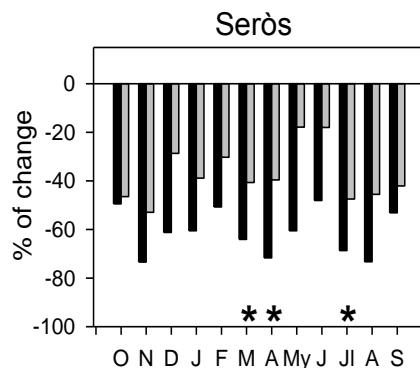
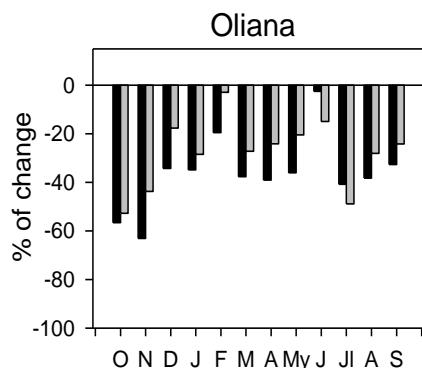
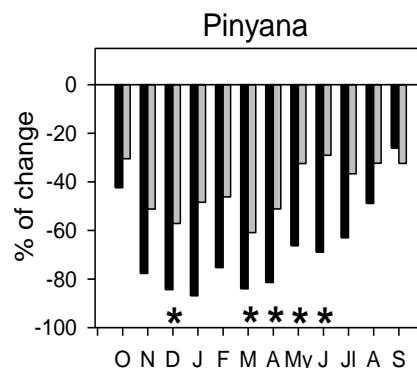
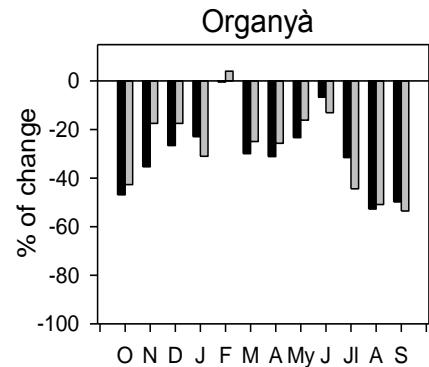
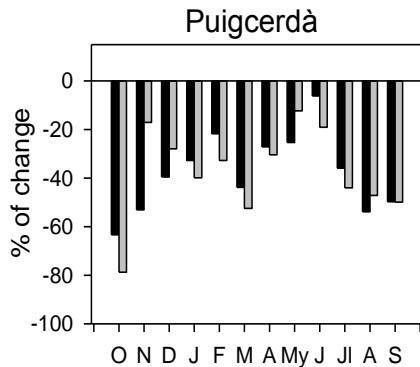
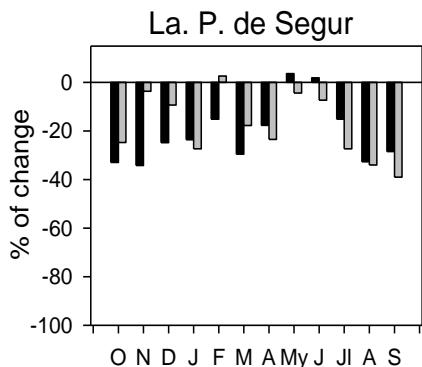
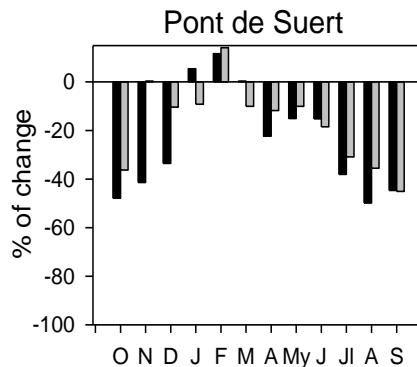


Figure 22: Evolution of annual runoff coefficients in Ripoll, Roda de Ter and Girona.



El Segre

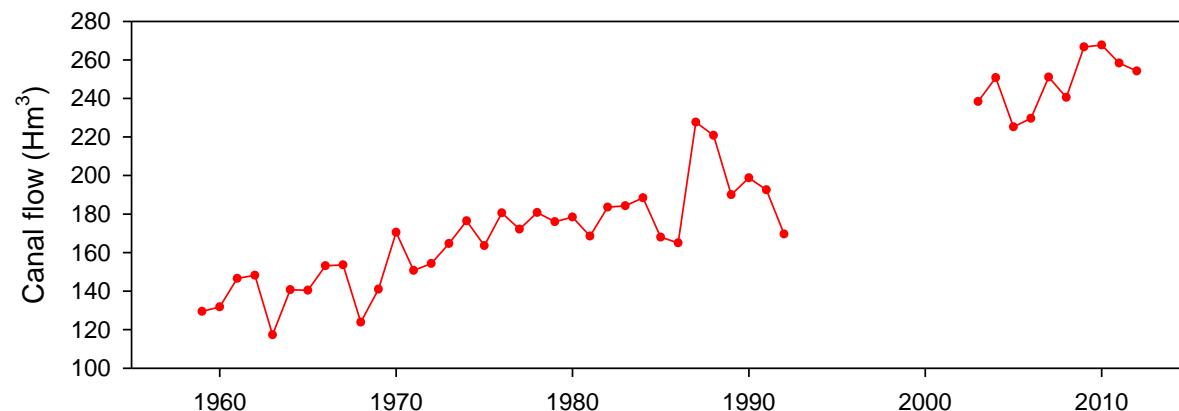
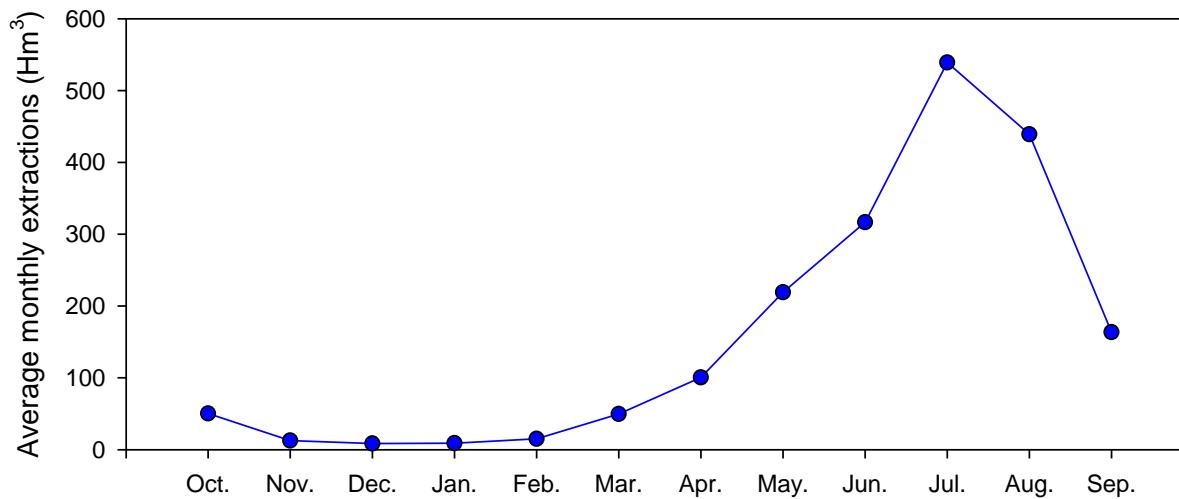


Observed
 Predicted



Demanda d'aigua

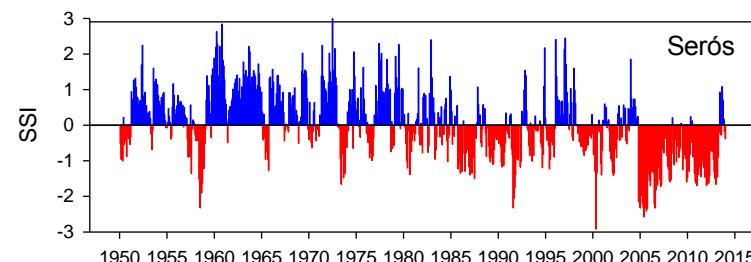
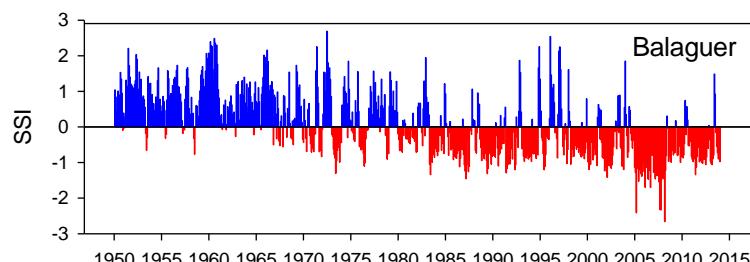
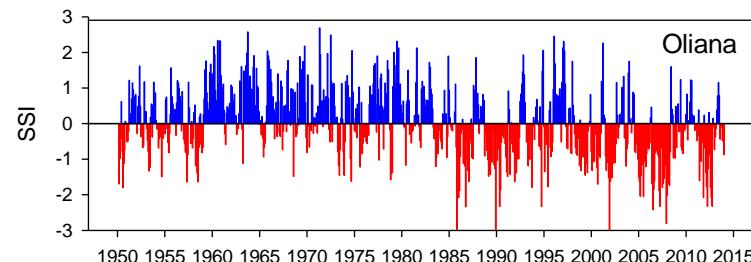
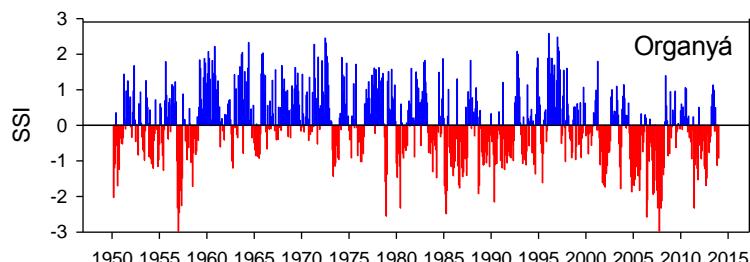
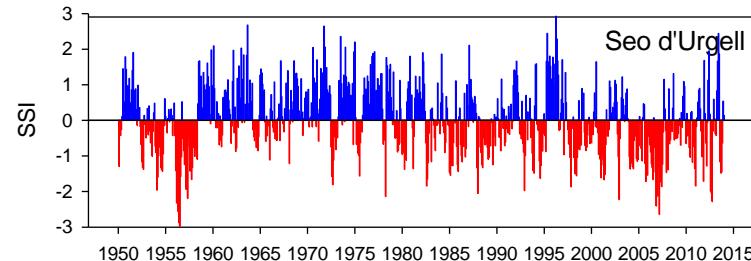
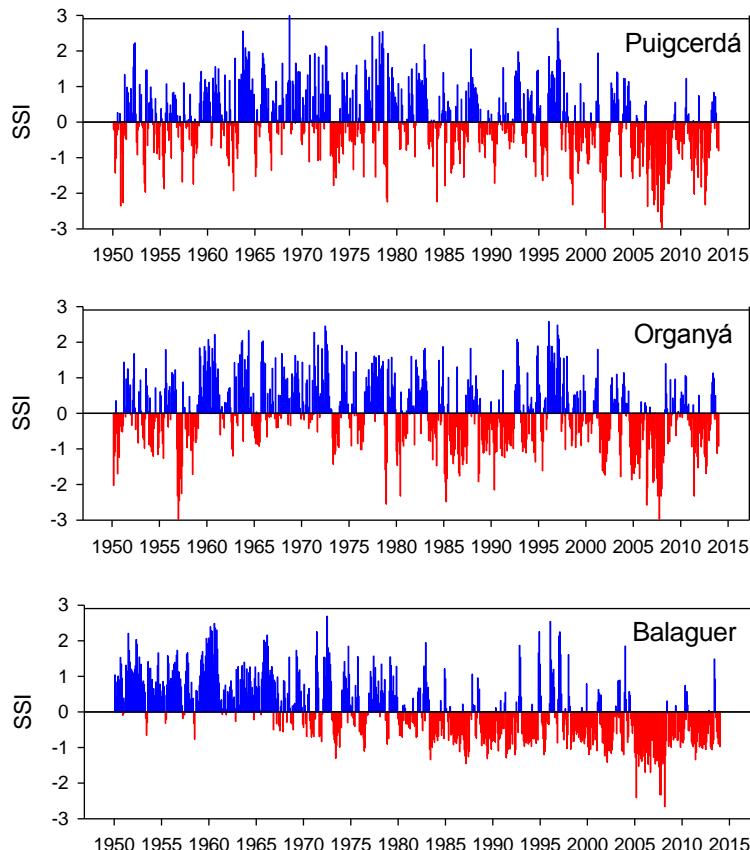
El Segre





El Segre

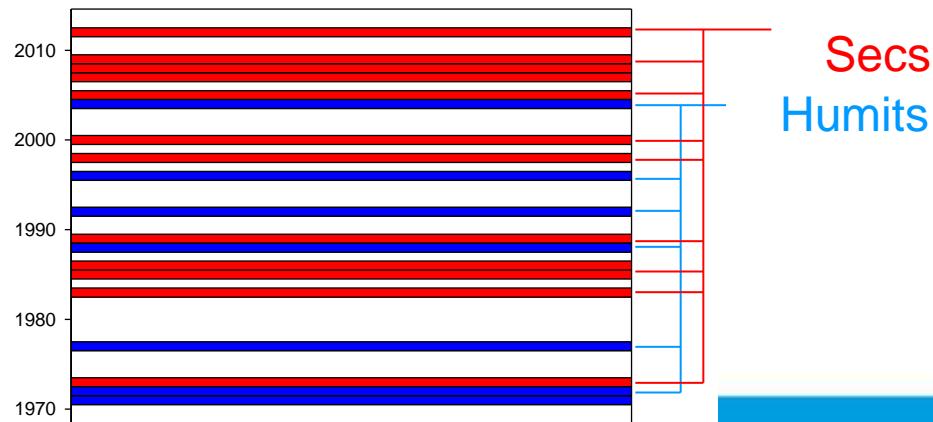
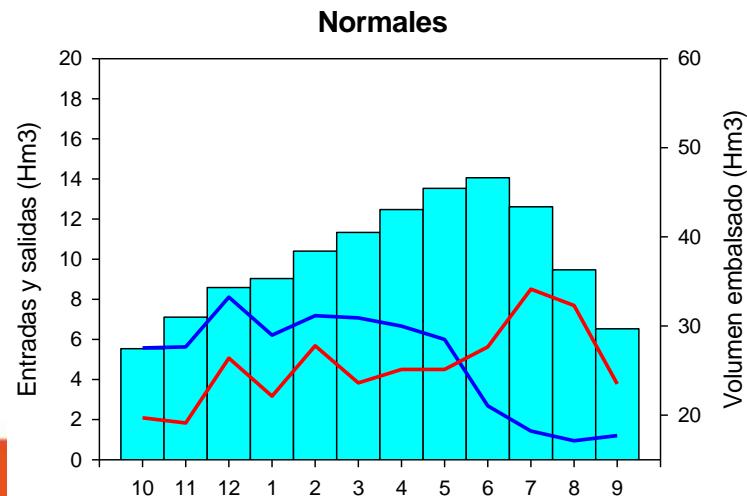
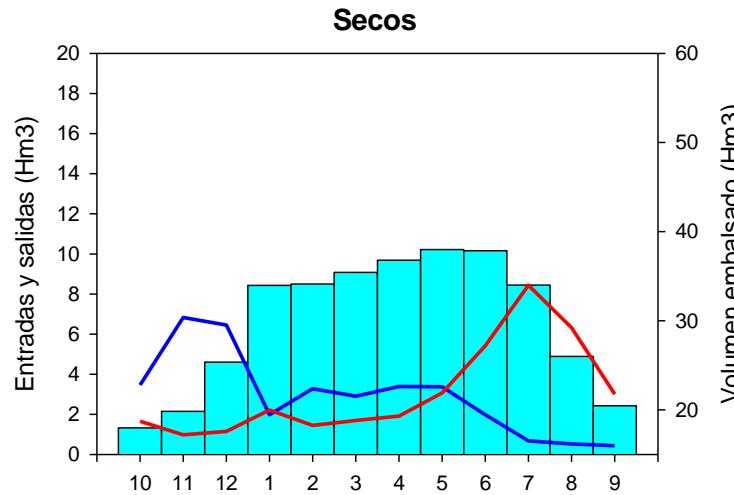
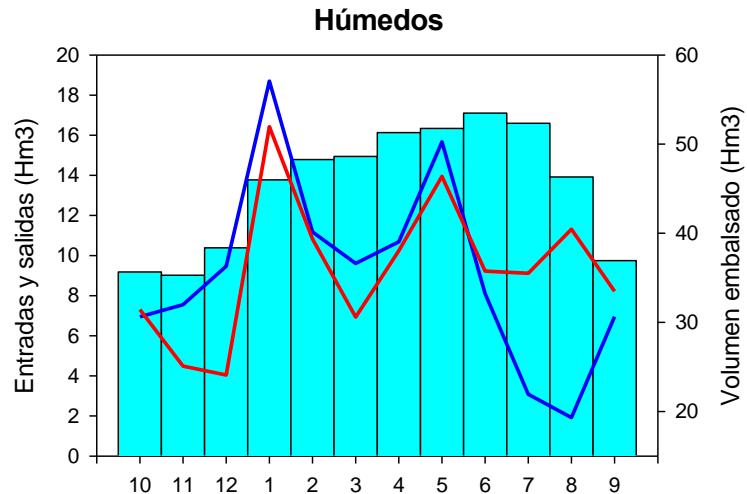
Sequeres



Gestió de l'aigua

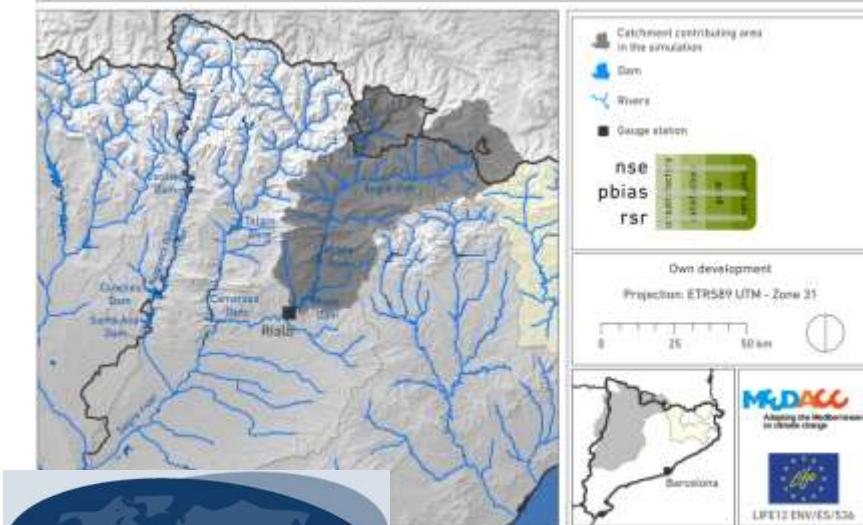
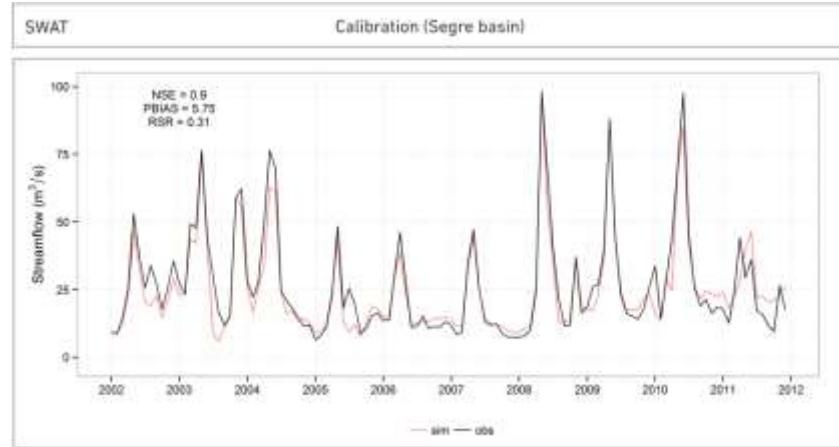
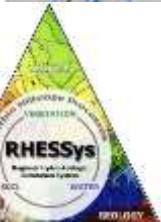
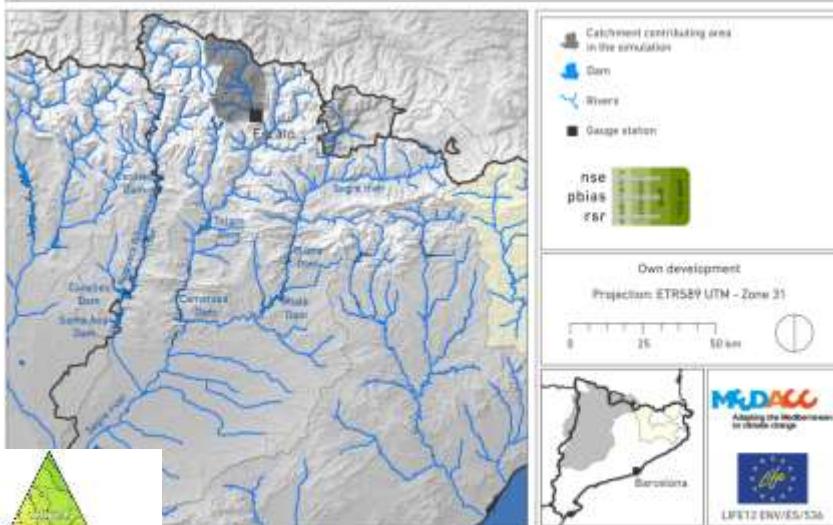
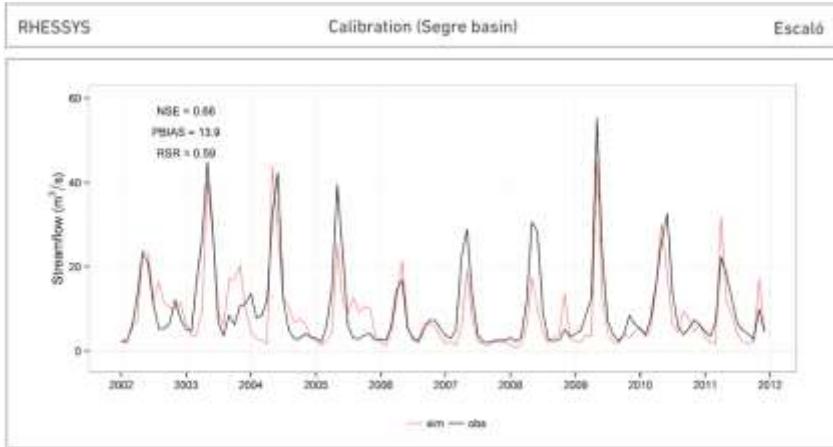
La Muga

Comparació del règim mig de l'embassament de Darnius-Boadella en tres situacions de sequera diferents.





Modelització hidrològica



Modelització hidrològica + Escenari canvi climàtic

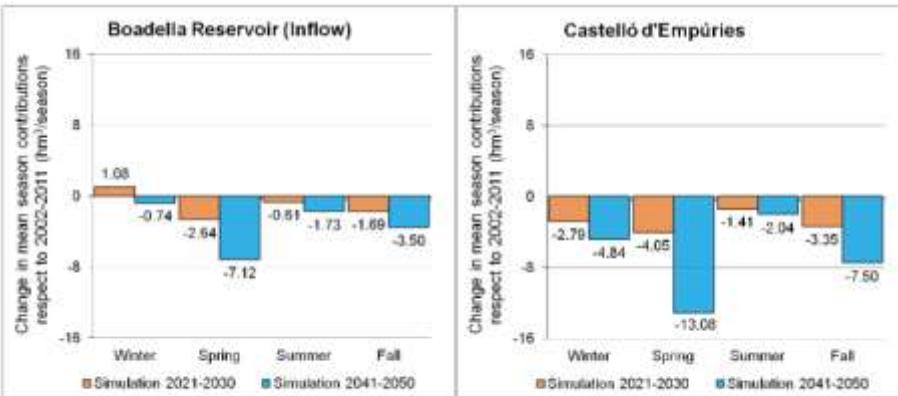


Figure 10. Expected changes in mean contribution per season ($\text{hm}^3/\text{season}$) for period and location compared to the reference period (2002-2011).

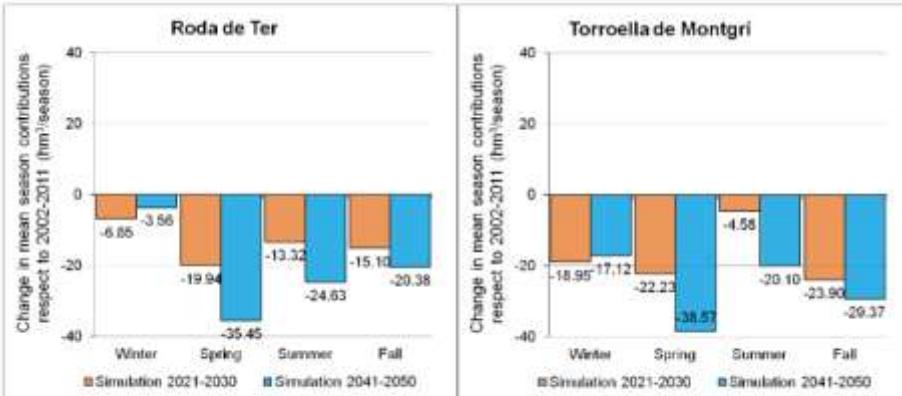
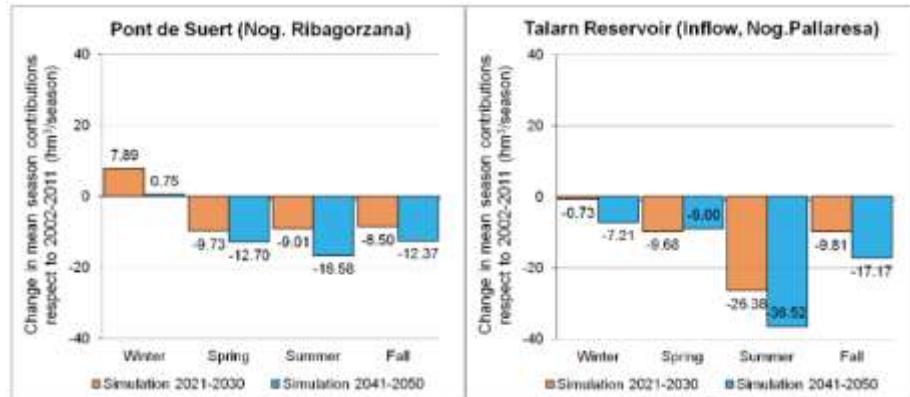


Figure 16. Expected changes in mean contribution per season ($\text{hm}^3/\text{season}$) for period and location compared to the reference period (2002-2011).

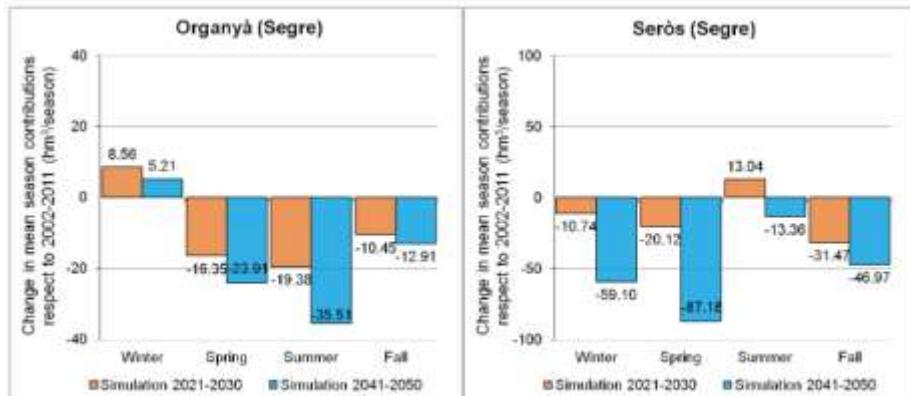
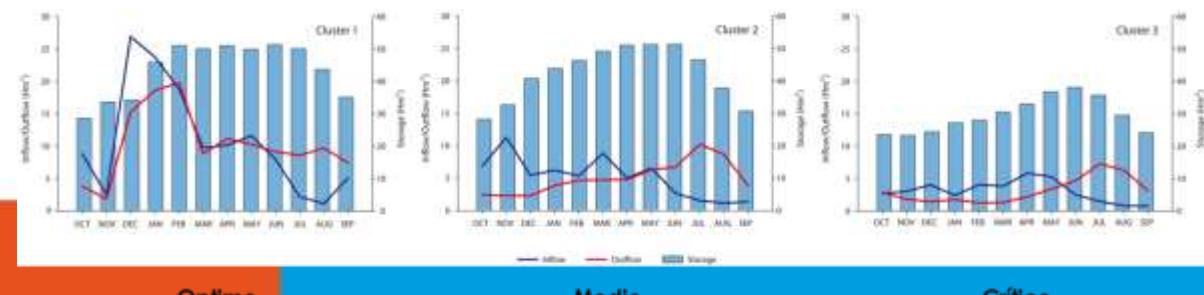
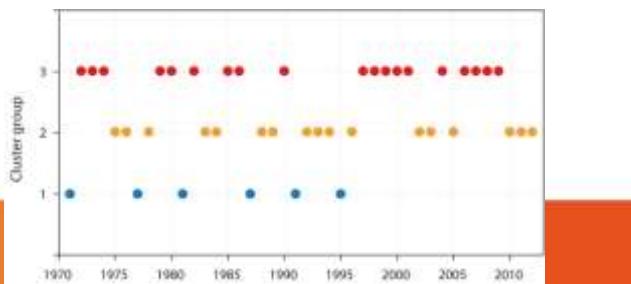
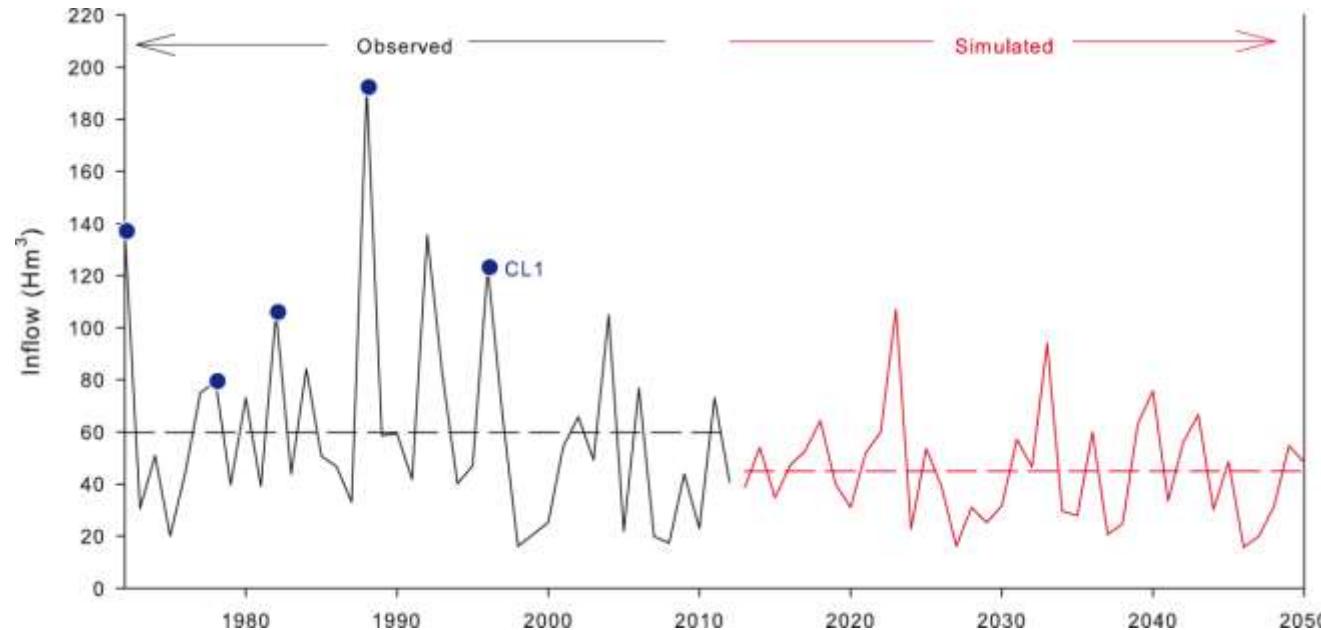


Figure 21. Expected changes in mean contribution per season ($\text{hm}^3/\text{season}$) for period and location compared to the reference period (2002-2011).



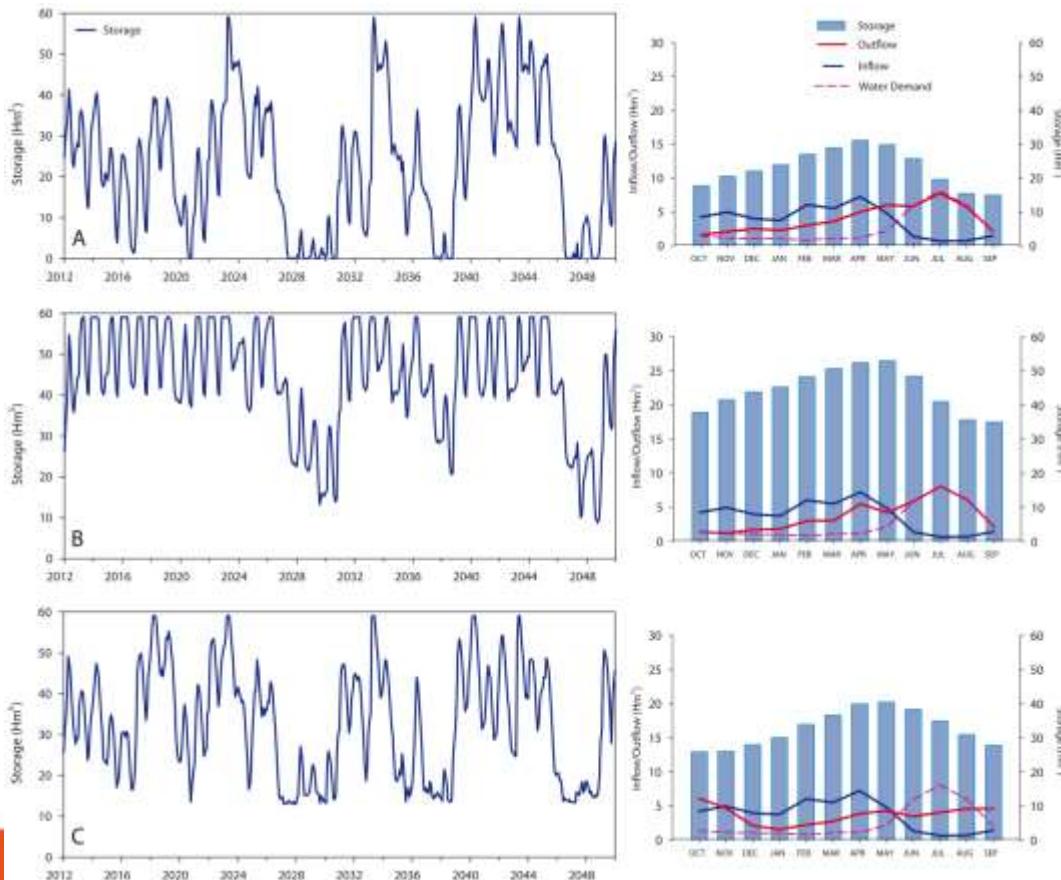
La Muga

Canvi climàtic: Embassament Darnius-Boadella (Simulació)



La Muga

■ Canvi climàtic: Embassament Darnius-Boadella (Simulació)



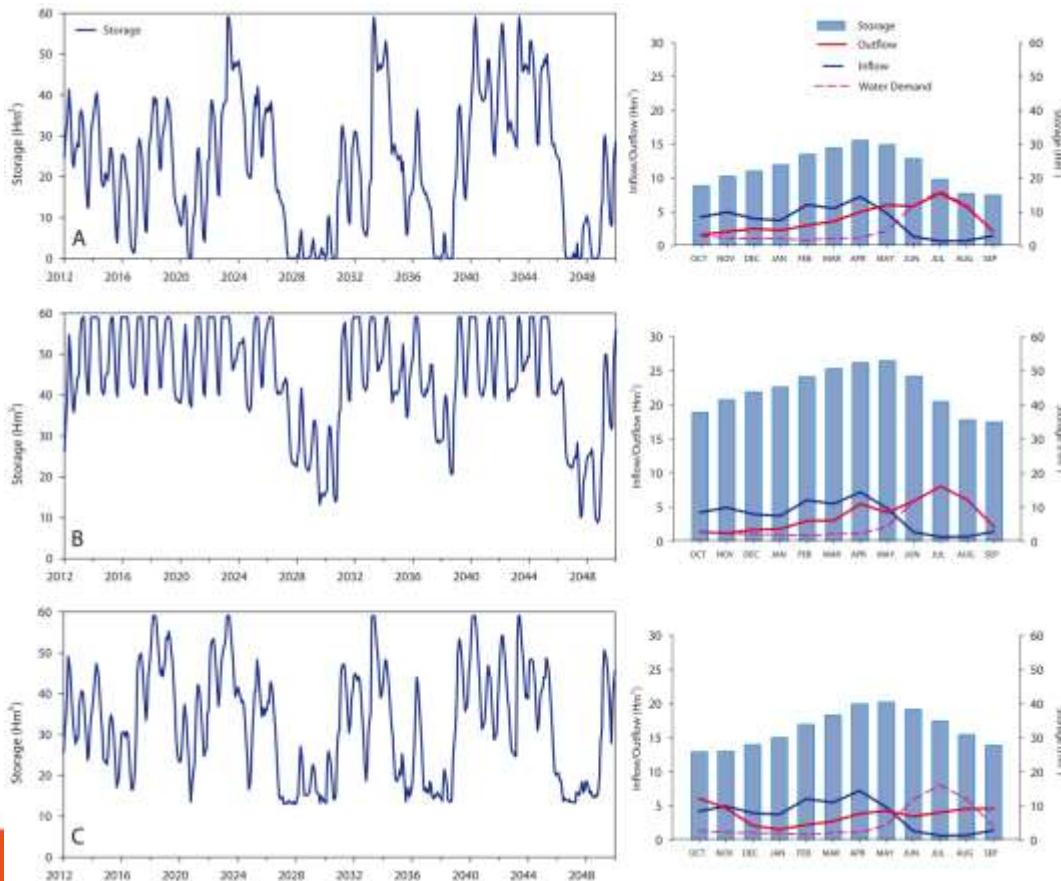
- Mantenint sortides
- Cabal ecològic

- Mantenint sortides
- Limitant un mínim embassament

- Mantenint el embassament
- Cabal ecològic

La Muga

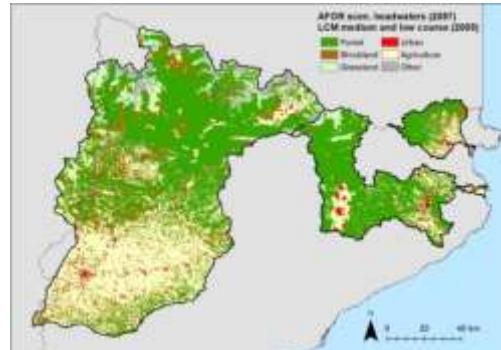
■ Canvi climàtic: Embassament Darnius-Boadella (Simulació)



- Embassament sec
- Manteniment de les demandes
- No Cabal Ecològic
- Riu sec
- No Manteniment de les demandes

Modelització hidrològica + Escenaris Canvis Usos del Sòl

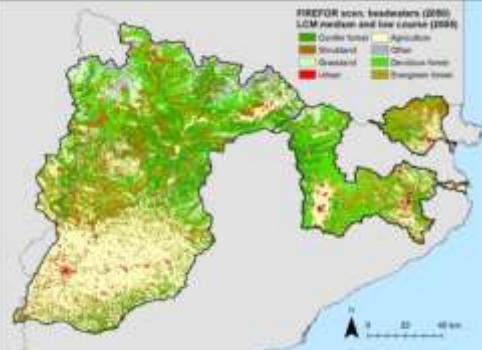
AFOR



Increment de la superfície forestal en capçalera

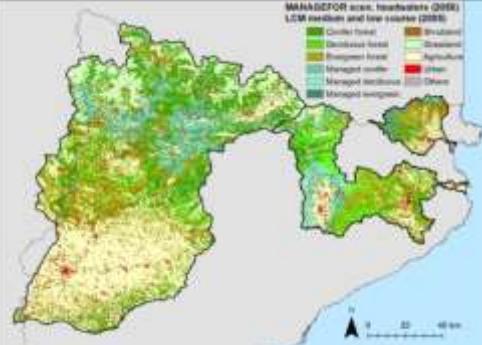
Colonització de Coníferes (principalment) de zones de pastures i matollars en alçada i de zones de matollar en vessants.

FIREFOR



Aquest escenari preveu capçaleres amb menor superfície forestal com a resultat d'un increment de la incidència d'incendis. La hipòtesi inicial és que els incendis afectaran principalment a les coníferes i matollars podent-se convertir en zones ocupades per matollars i frondoses.

MANAGEFOR



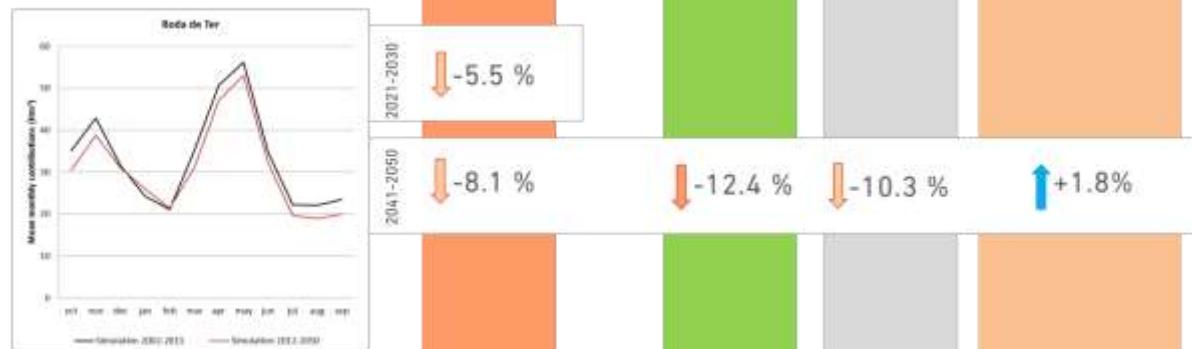
Aquest escenari preveu un canvi en l'estructura forestal degut, principalment, a la gestió del bosc. L'objectiu del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació és incrementar l'actual 28% de superfície forestal de Catalunya sota gestió fins el 50%. Fent nostre aquest objectiu: el 50% de la superfície forestal actual de les capçaleres serà gestionada, actuant primer en els boscos més densos [descens del 50% en la densitat d'ocupació]

Modelització hidrològica + CC + LUC

La Muga



El Ter



El Segre





Resultats

- S'espera un **escalfament general** a Catalunya.
- **Reducció general de la precipitació** anual [-9%].
- La temperatura mitjana pot augmentar aproximadament **+0.38°C** per dècada [2012-2050].
 - Tendència més elevada en el Pirineu i Interior [+1.12°C/dècada] que en la costa [+0.94°C].
- Episodis de **sequera més freqüents i severs**
- **Augment de la demanda d'aigua** per part de l'atmosfera
- **Reducció** generalitzada dels **cabals** per a la meitat del segle XXI (sobretot al Ter)
 - En **capçalera**: 9.5 - 32.0%, reduccions més grans que les atribuïdes sols a factors climàtics.
 - En **zones baixes**: 12.2 - 36%, els cabals es veuen altament condicionats per la gestió dels embassaments
- **La gestió dels embassaments** com a mesura d'adaptació clau. En el cas de La Muga els resultats mostren que no existeix cap gestió possible que permeti garantir les demandes futures i el compliment dels cabals ecològics sense una gestió de la demanda.

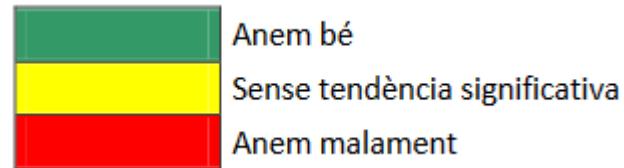
Solucions en l'àmbit de l'AIGUA



A la conca del Ter, en coordinació amb el **LIFE PLETERA** i **GeoServei S.L.**, s'ha realitzat un **estudi de modelització hidràulica del sistema de drenatge litoral del marge esquerre del Baix Ter**.

La desurbanització de La Pletera suposa que la franja **d'afecció de la inundació terra endins passa dels 600 als 350 m** i la **cota absoluta d'aigua seria 0.24 m inferior**. Per tant, un impacte positiu en l'**adaptació del territori a l'increment del nivell del mar i la major recurrència d'episodis meteorològics extrems** com són les llevantades.

Adaptació



Indicadors d'adaptació al canvi climàtic en la gestió de l'aigua.

Conca	Indicadors	Sector	Unitats indicador	Temporalitat	Anys dades	Tendència desitjada	Tendència real	Anem bé?
General	Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (2016-2021)	Gestió de l'aigua	--					Green
	Dotació d'aigua per a reg agrícola a Catalunya	Gestió de l'aigua	m³/ha/any	Quinquennal	2007-2012	Disminució	Sense tendència	Yellow
Muga	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Disminució	Green
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm³/any	Anual	2008-2014	Disminució	Disminució	Green
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Disminució	Red
Segre	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Sense tendència	Yellow
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm³/any	Anual	2008-2014	Disminució	Sense tendència	Yellow
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Augment	Green
Ter	Dotació domèstica en baixa	Gestió de l'aigua	l/hab/dia	Anual	2008-2014	Disminució/Estable	Disminució	Green
	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Gestió de l'aigua	hm³/any	Anual	2008-2014	Disminució	Disminució	Green
	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Gestió de l'aigua	Nombre i %	Sexennal	2008-2013	Augment (compliment objectius)	Sense tendència	Yellow

Participació



- **5 Reunions del Comitè de Seguiment**
 - Interacció MEDACC-actors: Coneixement i experiència.
 - Informació sobre el progrés del projecte.
 - Recopilació de mesures d'adaptació, avaluació i proposta de noves mesures.
- **Web – Plataforma de dades.** Línia de vida, activitats, documents, dades, cartografia, resultats, etc.



- **7 Grups de discussió** [4 al 2014 – 3 al 2018]
 - Debat *focus group* durant 2.5 hores entre 7-10 actors per conca
 - Qüestionari d'opinió sobre canvi climàtic i mesures d'adaptació
 - 34 actors en total, 96% de participació
 - Anàlisi de l'efecte del projecte en la seva percepció sobre l'adaptació al canvi climàtic
- **9 visites guiades a les proves pilot**
- **Activitats de difusió.**
 - Més de 30 notes de premsa.
 - Assistència i organització de més de 40 conferències i seminaris.
 - 3 Fires/Exhibicions.
 - 4 articles científics.
- **Workshop.** 24.04.2018



■ Networking



Participació de l'**OCCC** en el **Workshop sobre Adaptació al canvi climàtic [20.04.2017]**

<https://masteradapt.eu/?lang=en>



lmdroflood.csic.es



MEDACC-Life proporciona resultats relacionats amb les sequeres climàtiques i hidrològiques.



Participació de l'IRTA i del CREAF en la Jornada de presentació del projecte Life CLINOMICS **[24.11.2016]**



Diagnosi sobre el clima, els usos del sòl i la hidrologia de la conca del Segre.



Participació en la reunió final **[14.12.2016]**. Col·laboració a través d'assajos pilot al llarg del 2017.



CREAF és membre del Comitè Tècnic de Seguiment del Projecte ECTAdapt.



■ Networking



CREAF va participar en la Conferència Internacional final del projecte NET-SCARCE.



CREAF, IRTA, OCCC i IPE participen en el Comitè Assessor i com a actors locals clau en la conca de la Tordera.



Realització conjunta de proves pilot.



Realització d'un diagnòstic de la capacitat actual de desguàs del sistema litoral de la plana situada al marge esquerre del riu Ter i, en conseqüència, l'anàlisi d'alternatives d'adaptació que redueixin la vulnerabilitat d'aquest àmbit.

PARTICIPACIÓ dels agents del territori

LIFE MEDACC ha jugat un paper clau en:

- ✓ La constitució de la **Comunitat d'Usuaris d'Aigües de la Plana Litoral de la Muga** -on hi són presents tots els usuaris de l'aqüífer salinitzat de la zona costanera amb l'objectiu de consensuar i implementar mesures que reverteixin la situació actual-.

- ✓ La concepció i la posada en marxa del **Pla Gavarres 2025** liderat pel Consorci de les Gavarres, a la conca del Ter, amb l'objectiu de fer més resilient aquest massís surer davant els impactes ja observats del canvi climàtic.



INDICADORS de la vulnerabilitat actual de les conques

AGRICULTURA	AIGUA	BOSCOS
Rendiment dels conreus	Pla de Gestió del Districte de Conca Fluvial de Catalunya (2016-2021)	Pla general de Política Forestal de Catalunya 2014-2024
Diversitat de conreus	Dotació d'aigua per a reg agrícola a Catalunya	Superficie amb instrument d'ordenació forestal (IOF) en finques privades
Aigua de pluja absoluta restant després de l'ús agrícola per kg produït	Estat i grau de compliment dels objectius de planificació de les masses d'aigua superficial	Relació entre la superficie forestal on s'han executat actuacions de gestió forestal i la superficie total ordenada en finques privades
Alimentació animal vs alimentació humana	Volum d'aigua facturada en les xarxes urbanes	Superficie de tallades executades en finques privades
Productivitat hídrica	Dotació domèstica en baixa	Aprofitaments del bosc (fusta) en finques privades
Superficie Bosc vs Agrícola		Aprofitaments del bosc (fusta) en finques públiques
		Aprofitaments del bosc (llenza) en finques privades
		Densitat
		Volum amb escorça aprofitat
		Superficie cremada per incendi
		Caps de bestiar d'oví i cabrum

El LIFE MEDACC ha proposat 22 indicadors per a avaluar les mesures d'adaptació en l'agricultura i ramaderia, la gestió de l'aigua i la gestió forestal. Per a cada indicador s'ha fet una valoració de la tendència real, la tendència desitjada i la valoració de si anem bé en termes d'adaptació.

	Indicadors agricultura	Indicadors aigua	Indicadors boscos
Primera	TER	TER	TER
Segona	MUGA	SEGREGA	SEGREGA
Tercera	SEGREGA	MUGA	MUGA



Adaptando el Mediterráneo
al Cambio Climático

**MOLTES GRÀCIES
MUCHAS GRACIAS
THANK YOU VERY MUCH**

Recommendations of the LIFE MEDACC Project

Manuel de Pedrolo said that time gets up and just flies away. This is a fitting quotation from a writer who was born in 1918 in L'Aranyó in the county of Segarra, by the River Ondara, in the Segre basin, one of the three basins under analysis, together with the Muga and Ter basins. And indeed, time does fly: we are now in the home stretch of LIFE MEDACC. It seems like only yesterday when, with laudable enthusiasm that still persists, the project team began work in June of 2013. It is now time to face the final six months and begin a process of reflection open to all of those who, to a greater or lesser extent, have followed us over the past five years.

This process of reflection is the consequence of the results obtained from the pilot tests in forestry and agricultural management, from analyses of the past and from future projections. This includes the evaluation of environmental conditions in the three basins (climate evolution, soil use and water use), the construction of specific socioeconomic scenarios that we have developed for the three basins, the establishment of projections for water resources in a scenario of climate change and global change, and the establishment of indicators to determine the efficacy of the measures adopted. Some of the results are objective and therefore not open to discussion, such as the reduction of water flow rates in the three basins in recent decades. Another matter is the evaluation of the consequences of this reduced water availability in the region and the activities carried out there, and how this region and these activities must be made less vulnerable to the impact of climate change.

We believe, however, that it would be unfair to the goal of LIFE projects to base the reflection process on the results obtained from the project without setting them in the socioeconomic context of the basins studied and in the context of the evolution of climate policy in Catalonia. The goal of the LIFE Programme for the Environment and Climate Change, the European Union's funding instrument for the environment for the 2014-2020 period, is to act as a catalyst for changes in policy development and implementation by providing and disseminating solutions and best practices to achieve environmental and climate goals and by promoting innovative environmental and climate change technologies.

For this reason, as members of the LIFE MEDACC team, we are making the following recommendations in the context of this process of reflection that we would like to share, discuss, expand on and agree with you, the members of the project Monitoring and Management Committee. These recommendations are based on an evident premise:

"Climate change is a proven fact of which there can be no doubt. It continues to increase pressure on regions, agricultural and forestry systems, and water management. The impact of climate change in the Muga, Segre and Ter basins thus increases their current level of vulnerability. The reduction in water flow over the past six years and future projections indicate a clear reduction in water availability for ecosystems and the human activity that depends on them".

Recommendations for changing policy development and implementation:

i) It is essential to focus adaptation to the impact of climate change on agricultural, forestry and urban systems as a real opportunity to achieve what we are certain must be done but are not doing intensively enough or have not yet started doing. The opportunities provided by the process of adaptation to climate change and, by extension, to global change are opportunities for the systems (and region) and must be implemented to ensure the future profitability and viability of these systems (and the region).

ii) The abandonment of agricultural and forestry activity, which began in the late 1950s and early 1960s as a result of the shift to fossil fuels, has had consequences on the use of land. According to the [Atles de la Nova Ruralitat \(2008-2015\)](#), only 60,000 of the almost 120,000 farms that existed in 1989 remained in 2013, and 60% of villages with fewer than 1,000 inhabitants saw their populations decline between 2008 and 2015. Only 25% of the different forestry management tools are actually being used. Forestry water management cannot be considered separate from the management of land use: both aspects are so intimately linked that land management must be considered from the perspective of water management and vice versa.

iii) Global change factors such as depopulation, abandonment of crops, loss of extensive livestock farming and the lack of forestry management only increase our exposure and sensitivity to the impact of climate change and, therefore, our vulnerability (increased risk of fire, episodes of forest decay, loss of agricultural and forestry resources such as pastures, reduced generation of runoff, more severe impacts during droughts, increase in pests, loss of ecosystem regulation and provision services, etc.). The worst measure for adaptation to the impact of climate change in relation to the availability of water resources is the lack of land management policies; it is essential to include this in instruments for regional and sector planning.

iv) The mechanization of agriculture has, for a long time, been accompanied by the globalization of markets and a considerable reduction in the work contributed by family members, whereas salaried work has increased – a clear sign of increasing farm sizes. The active population dedicated to agriculture accounts for only 1.7% of the total active population of Catalonia (first quarter of 2017); an active population that depends on industries linked to the sector in a context with fewer and fewer family farms and more and more industrial farms. Access to land is a bottleneck. Which model should be chosen? A cooperative model in a living region managed with care or a pyramid structure, managed based on macroeconomic criteria dictated by the markets? Both are possible, but each produces opposite results in terms of vulnerability. Regardless of the structure of the primary production sector, there must be a commitment to making environmental, social and economic sustainability a top-priority and determining factor; otherwise, the system will collapse in the mid-term.

v) More than 85% of the population of Catalonia live on the coast and are often oblivious to everything that is not urban to the extent that the disconnect between part of this

population and the physical territory in which they live is increasingly wide. However, more than 90% of the total area of Catalonia is forest and agricultural land. Forests are one of the most important providers of ecosystem services. Thanks to their biodiversity, they regulate the climate, the water cycle and erosion; they act as carbon sinks, provide food, wood and firewood, culture and well-being. Likewise, agriculture provides food, and generates services such as fire management and regulation of the flow of water, nutrients and pollutants from both agriculture and urban systems; it also fixes carbon to a similar extent to pine forests, and generates economic value, which is essential for maintaining the landscape, the population and culture. Managers, social and regional agents and the general population of coastal cities need be aware that the provision of services, culture, well-being and food comes at a cost and, for reasons of resilience, the urban world must contribute to the provision of these services and food. Any urban agenda on adaptation to climate change will not be complete if regional and sector planning do not contribute to the resilience of the region that provides water, food and services.

vi) Determining the impact, associated risks and vulnerability (climate diagnosis) depends on the system/sector and the physical and socioeconomic size of the region studied. The same is true for determining the adaptation measures and actions to be taken. As a result, both evaluation of the impact of climate change and adaptation have a local/regional component that distinguishes them from mitigation. Success in adapting to the impact of climate change will depend on the accuracy of the climate diagnosis and, more importantly, on the discussion of the measures and actions to be taken with local and regional agents. Global evaluations and recommendations must therefore be adapted to the regional and even local level, given the notable environmental and socioeconomic idiosyncrasies of each region.

vii) It is essential to create spaces where agents in the region, public authorities and research/technology centres are represented to agree on the adaptation measures that must be implemented and to manage any conflicts that may arise. These spaces (communities of water users, sector-based and/or regional discussion tables, social labs, sustainability committees, basin councils, etc.) must be multilateral for two reasons: a) because reality is complex and cannot be simplified; and b) because the result of a traditional bilateral approach is that measures are only implemented based on the ability of specific agents or entities to influence the authorities. A new form of governance is therefore needed to carry out active, efficient adaptation policies. This new form of governance will also facilitate monitoring of the adaptation measures.

viii) Relying on technology to shield our vulnerability is a necessary but insufficient condition. We have shown that the use of technology for efficient water use in irrigation can be successful, with savings of up to 35%; nevertheless, this technology has not been implemented by all users due to a certain fear of losing historical water rights. A new form of governance in water use is also required, and the environmental aspects indicated above, such as those related to water and energy, must be taken into greater account. There is still room for improvement in forestry management; for example, the application of new approaches to forestry management is a promising area for dealing with the impact of climate change.



ix) Relying on the efficient use of water (which is necessarily linked to energy efficiency and the gradual implementation of renewable energy) to shield our vulnerability to reduced water availability is a necessary but also insufficient condition. There are many cases where the gain in efficiency has resulted in an increase in the absolute volume of water captured from the environment compared to the previous situation. As stated in Section c) of Article 16 of Act 16 of 1 August 2017 on Climate Change, "the priority use of water resources obtained with improved savings and efficiency to meet the quality targets of aquatic ecosystems". Based on climate projections, failure to do so may result in mortgaging the implementation of maintenance or ecological water flows in our river basins.

x) Our current ability to combat climate change exceeds our regional scope. For the fight to be effective, it should be managed globally. Nevertheless, at the local and regional level, we must add our small piece of the puzzle. Furthermore, without question, any recipes for adapting to this change must be local, given the aforementioned diversity and the environmental and socioeconomic idiosyncrasies of the regions. It is therefore necessary to consider developing not only technological but also environmental and social solutions, with the necessary political support, that are sustainable over time and allow for greater integration of different systems (water, forests, biodiversity, agriculture, livestock, etc.) in local communities.

Barcelona, 24 April 2018