

Deliverable Nº 15

MATERIALS FOR CITIZEN'S PARTICIPATION

EUBIA

01/09/2019

This document describes the design and development of the firsts materials for citizen's participation.



MATERIALS FOR CITIZEN'S PARTICIPATION

ACTION E.1: Dissemination planning and execution





INDEX

1. Introduction.....	5
2. Background.....	6
3. Objectives.....	7
5. Methodology and description of the activities	8
6. Results and conclusion	9
ANNEX I: Questions form mentimeter and paper queationnaire.....	13
ANNEX II: Support material.....	17



Deliverable 1; name: *Materials for citizen's participation*

Beneficiary responsible: EUBIA

Action E1: Dissemination planning and execution

From month 1 – month 6

Name of the Deliverable	Number of associated action	Deadline
<i>Materials for citizen's participation</i>	E1	09/2019



1. Introduction

This Deliverable develops the material for citizen's participation for a very particular workshop whose main goal was on the one hand, to promote the project among future potential users, and on the other hand to receive feedback that contributes to the design of the DSS tool. Thus, this material should be particularly adapted to the targeted audience so they can feel the message is being especially delivered to them. With this particularity in mind, it is possible that when developing similar actions into other sites, this material will be modified according to the local audience.



2. Background

The previous work used in this Deliverable is the logo developed by EUBIA, which was included into the participation material.



3. Objectives

The goal of the Deliverable is designing and developing material for the first citizen's participation action.

5. Methodology and description of the activities

1.- Analysis of the targeted audience and the desired message: at this point of the project, the team considered as the best strategy targeting practitioners that can contribute to the development of the DSS tool from the very beginning at the same time that can give us an idea about how forest management is currently being considered and implemented.

2.- Designing the workshop: duration, agenda, location, points to discuss and participation level. This design is extremely important as it conditions the success of the project. To that end, several meetings between UPV and EUBIA were necessary to generate a proper design.

3.- Development and design of the support material: presentations and speeches.

4.- Development and design of the participatory material: here EUBIA together with UPV designed both, digital participation and paper. Digital participation is used to facilitate the participation by being it anonymous while paper participation is used because more questions can be answered in less time.

For the digital participation the tool “mentimeter (www.menti.com) is used. It is a tool where the users can answer the questions online and being anonymous. The answers are lively shown and therefore can be discussed at the moment.

All the material is prepared in Spanish language as both, the targeted public and the audience are from Spain.

6. Results and conclusion

1.- The team decided to start this kind of interaction with the public forest administration of Valencian Government for being Serra the first case study.

2.- Designing the workshop: the participatory workshop was designed with a duration of 4 hours, with an intermediate coffee break. The agenda is:

1. Welcome
2. 2 firsts questions with the tool mentimeter
3. Antonio del Campo talk: eco-hydrological sylviculture
4. Alberto García-Prats talk: tools for forest management
5. 2 questions with the tool mentimeter
6. María González-Sanchis talk: LIFE RESILIENTFORESTS
7. Question with mentimeter
8. Coffe break
9. Participation LIFE RESILIENTFORESTS
 1. Brief presentation
 2. Discussion about answer from mentimeter's questions
 3. Case study
 4. Last mentimeter question
 5. Questionary about the workshop
 6. Closing

3.- Development and design of the support material: see Annex II

4.- Development and design of the participatory material: see Annex I

RESULTS:

3 workshops were developed with this material, and a total of 30 participants were registered. The results from the questions with mentimeter are shown in the next figures:

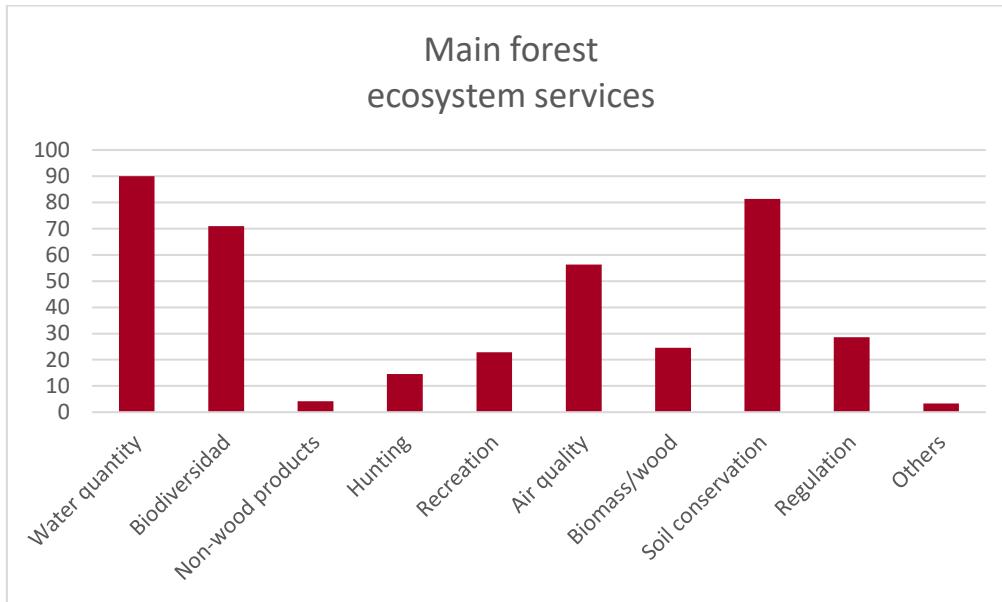


Figure 1: The answers to the question: *¿Which do you think are the main forest ecosystem services?* The answers are expressed as %.

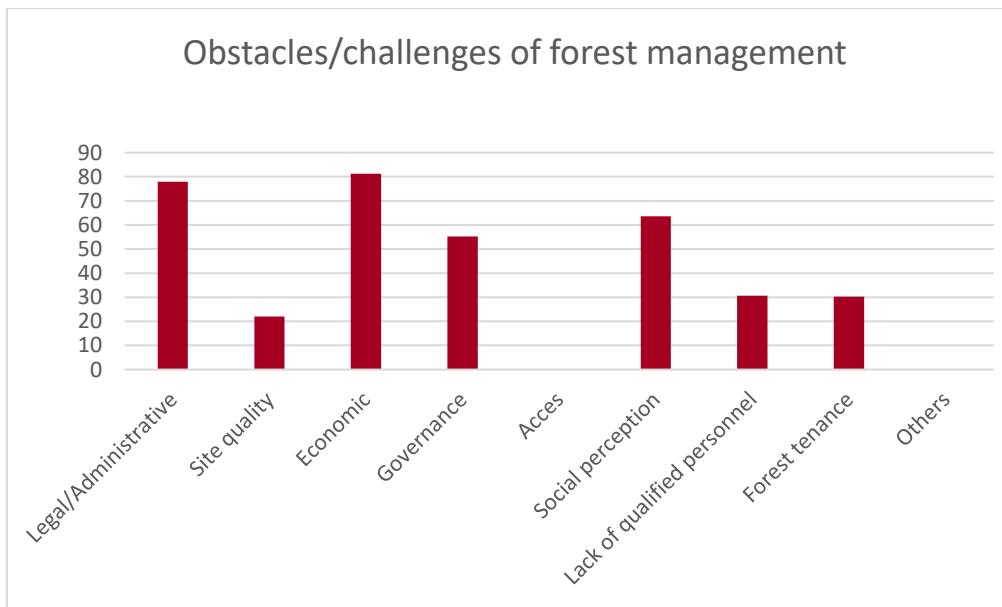


Figure 1: The answers to the question: *¿Which do you think are the main challenges of forest management?* The answers are expressed as %.



Figure 1: The answers to the question: ¿What do you think should be the main goals of forest management? The answers are expressed as %.

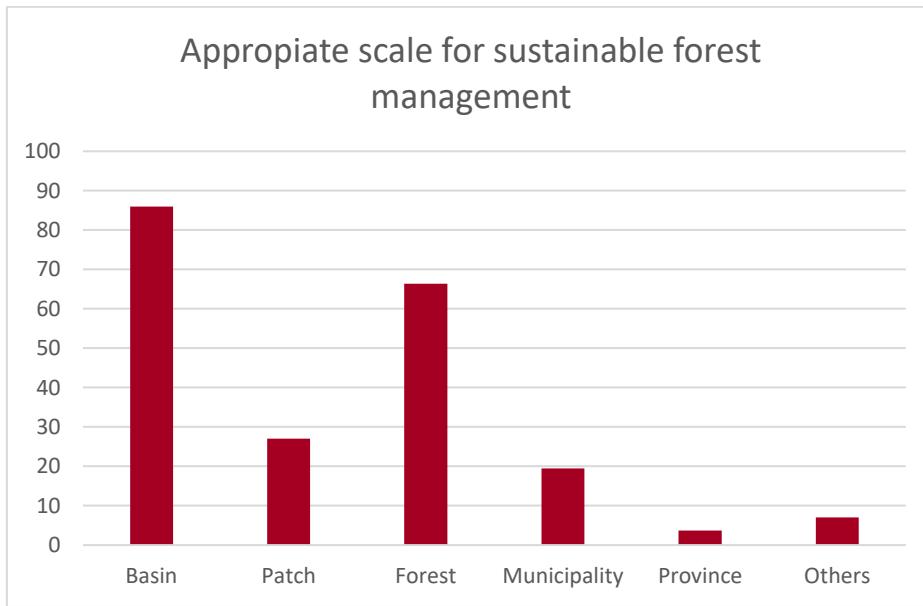


Figure 1: The answers to the question: ¿What should be the scale when implementing sustainable forest management? The answers are expressed as %.

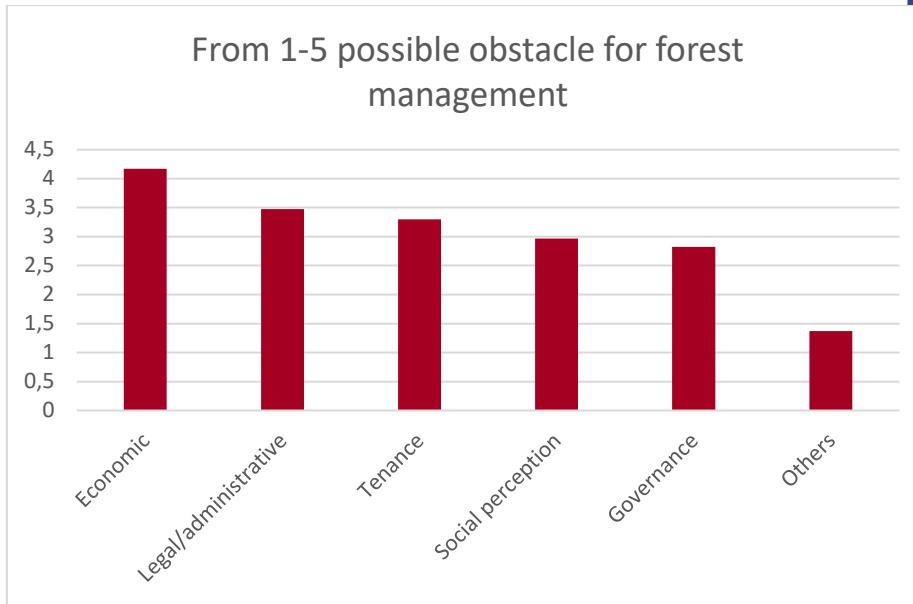


Figure 1: The answers to the question: Rate from 1 to 5 the main obstacles of forest management The answers are expressed as %.

The last question was to value the DSS tool, were 7.5/10 was obtained.

The analysis of these results, which will be carried out in action C1, will contribute to the development of the DSS tool adapted to the real needs of forest managers.

ANNEX I: Questions from mentimeter and paper questionnaire



¿Cuáles crees que deben de ser los objetivos prioritarios de la gestión forestal? Marca 4



¿Cuál/cuáles crees que sería la escala de trabajo deseable para realizar una gestión forestal sostenible? Selecciona las que consideres apropiadas.



Valore de 0 a 10 la utilidad de la herramienta propuesta para la gestión forestal sostenible



Questionnaire about the workshop:



Coupling water, fire and climate resilience with biomass production in Forestry to adapt watersheds to climate change (LIFE17 CCA/ES/000063)

JORNADAS DE GESTIÓN FORESTAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO (UPV-GVA)

FECHA: 03/05/2019

LUGAR: Castellón

ENCUESTA

Por favor responde a las siguientes preguntas:

1.- Empresa en la que trabajas:

2.- Cargo que desempeñas

3.- Edad:

4.- Sexo:

Valora del 1 al 5 las siguientes afirmaciones, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

1.- El alcance y la agenda de la jornada fueron claros y comprensibles

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2.- El diseño de la jornada fue adecuado para alcanzar los resultados esperados

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3.- Las discusiones entre grupos fueron bien moderadas e inclusivas con todos los participantes.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4.- El lenguaje fue adecuado y entendible

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5.- ¿Qué fue lo que más te gustó de las jornadas?

6.- ¿Hay algún aspecto que mejorarías?



ANNEX II: Support material

JORNADAS DE GESTIÓN FORESTAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

LIFE RESILIENTFORESTS: Coupling water, fire and climate resilience with biomass production in Forestry to adapt watersheds to climate change
(LIFE17 CCA/ES/000063)

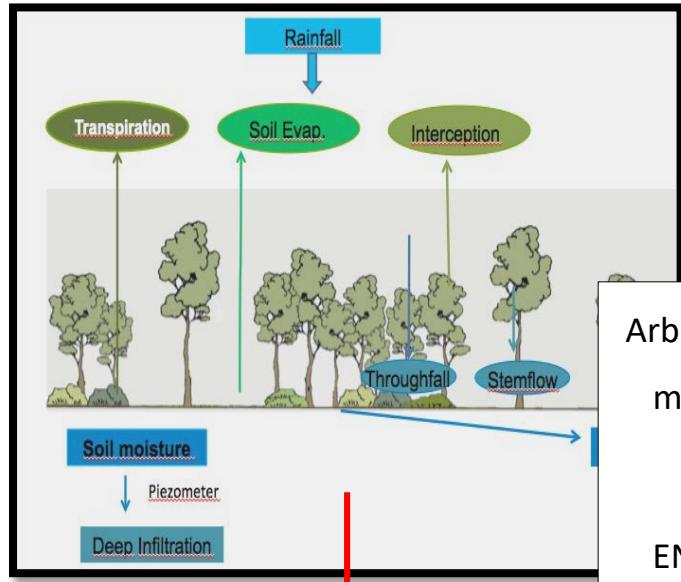
Total amount: 1.987.367 % EC Co-funding: 60 %

DURATION: 01/10/18 - 30/09/22

Coordinating Beneficiary: IIAMA-UPV, Spain

Associated Beneficiary(ies): Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (**Portugal**), European Biomass Industry Association (**Belgium**), Forschungszentrum Jülich GmbH (**Germany**), Ayuntamiento de Serra (**Spain**).

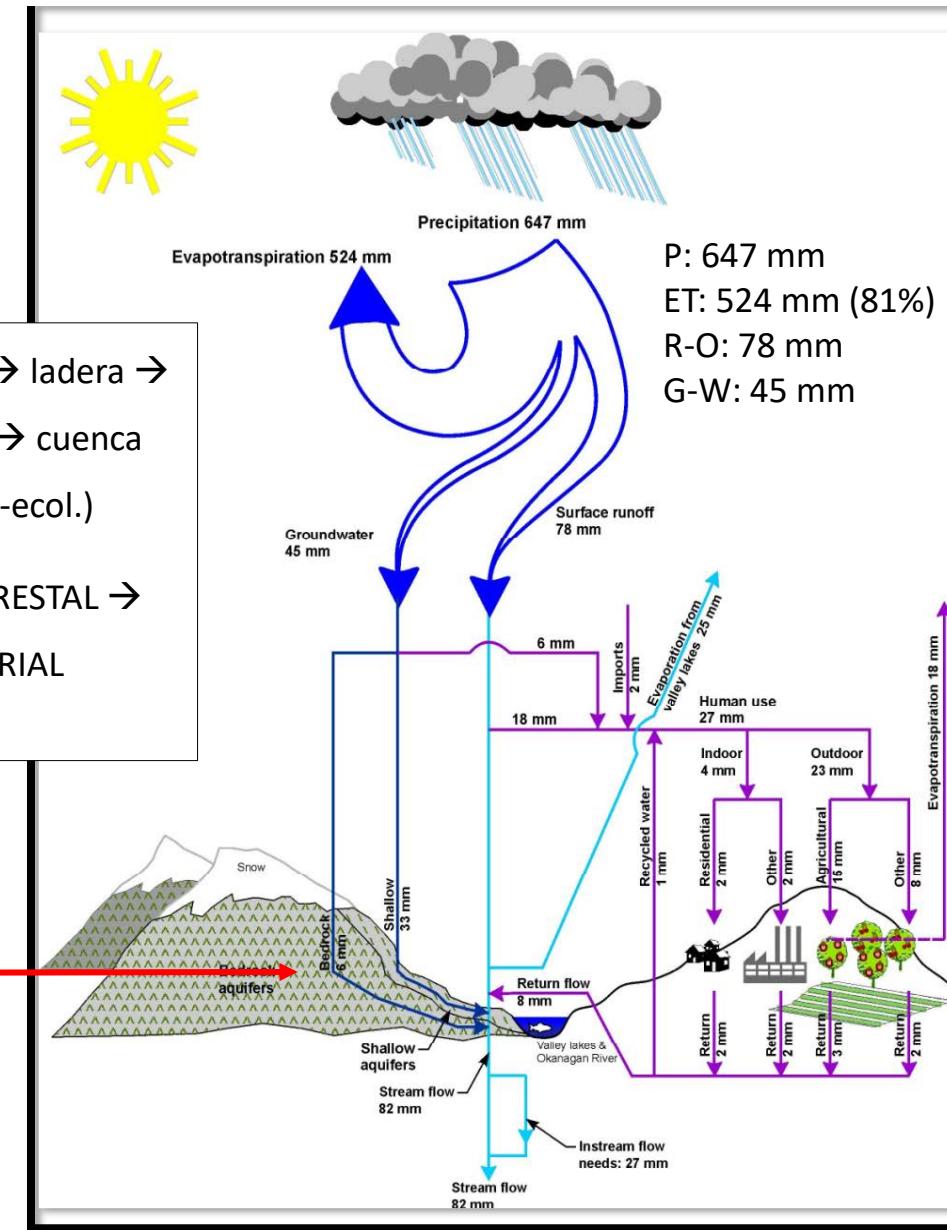
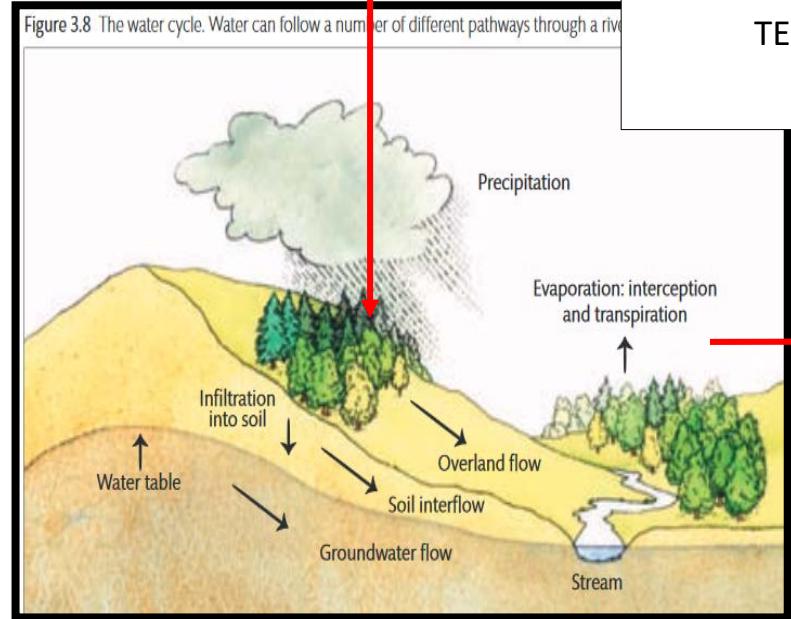
Hydrosil y Silwamed. PUNTO DE PARTIDA: RELACIONES Bosque-agua



Arbol → rodal → ladera →
microcuenca → cuenca
(sist. Socio-ecol.)

ENFOQUE FORESTAL →

TERRITORIAL



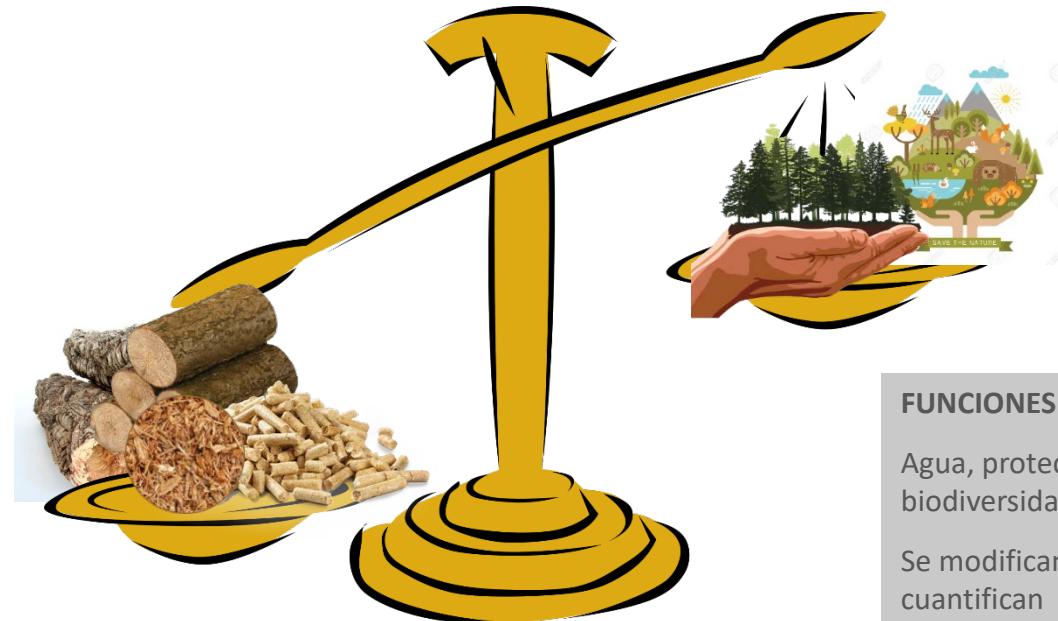
Forestry Commission, 2011



MANEJO FORESTAL Y ECO-HIDROLOGÍA: impulsores del manejo forestal

Tradicionalmente centrado en **FUNCIONES PRODUCTIVAS**

Madera, pulpa, corcho,...



FUNCIONES PROTECTORAS

Agua, protección del suelo, biodiversidad, paisaje

Se modifican pero NO cuantifican

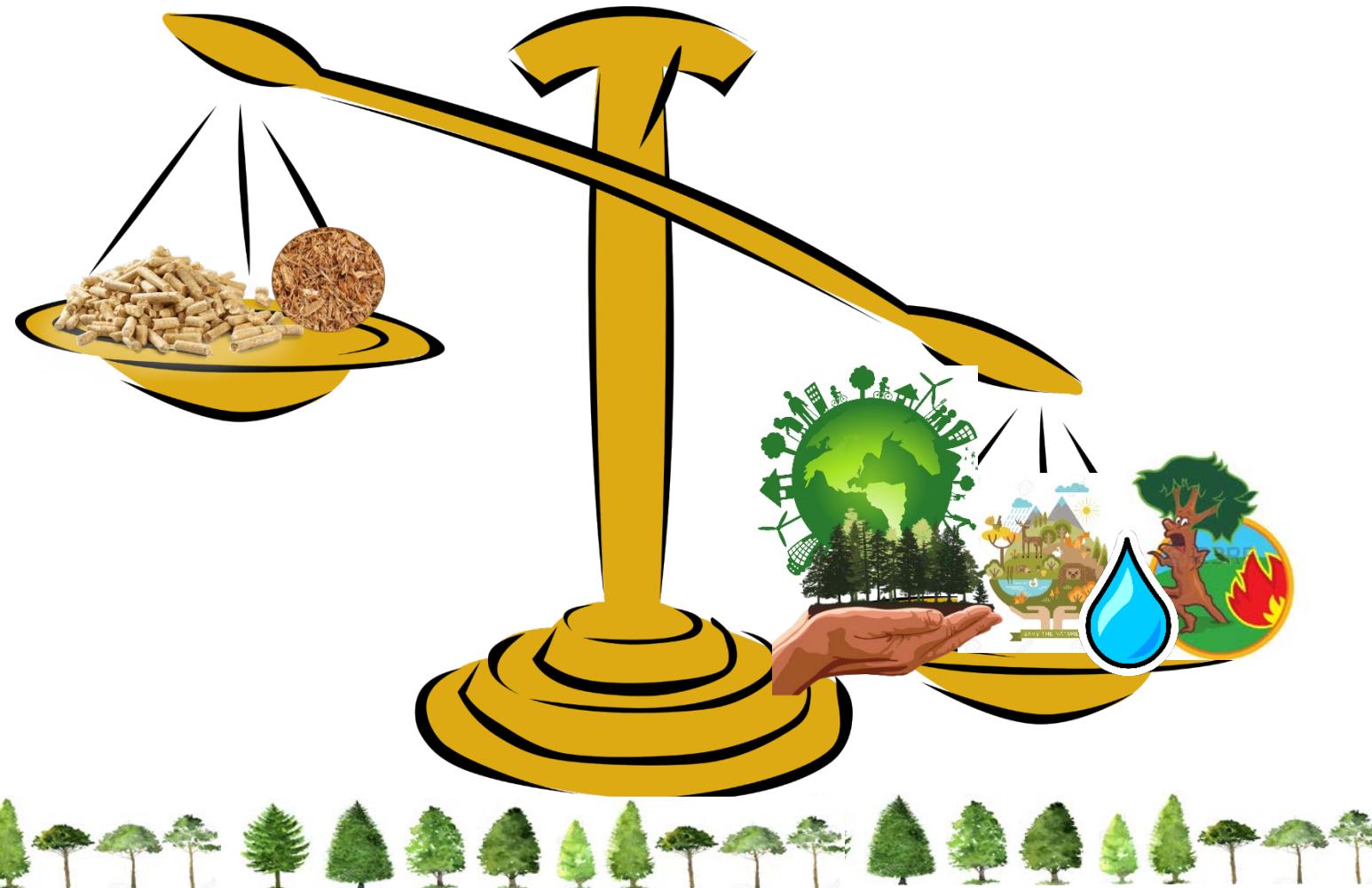
FUNCIONES SOCIALES

Recreativa, cultural,..



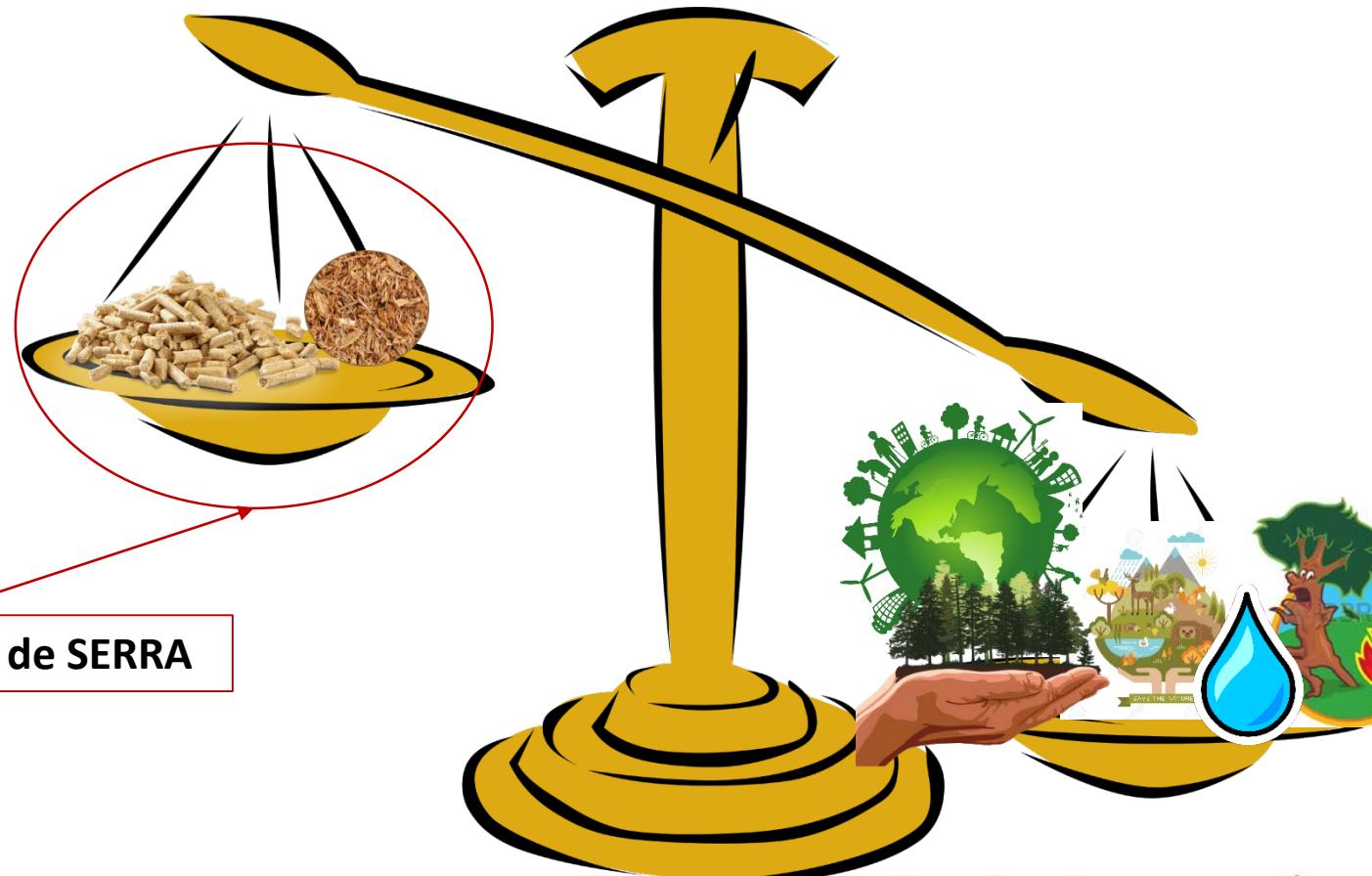
MANEJO FORESTAL Y ECO-HIDROLOGÍA: impulsores del manejo forestal

Zonas áridas o semiáridas:



MANEJO FORESTAL Y ECO-HIDROLOGÍA: impulsores del manejo forestal

Zonas áridas o semiáridas:

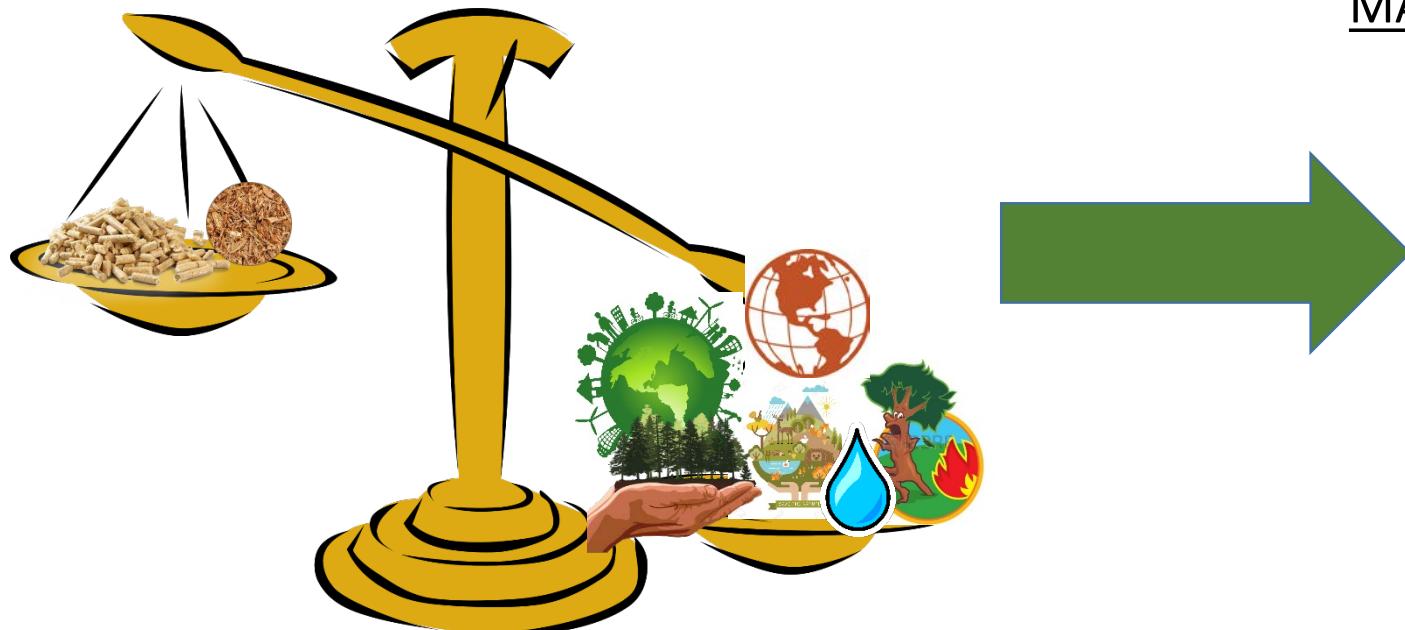


Proyecto del Ayto. de SERRA



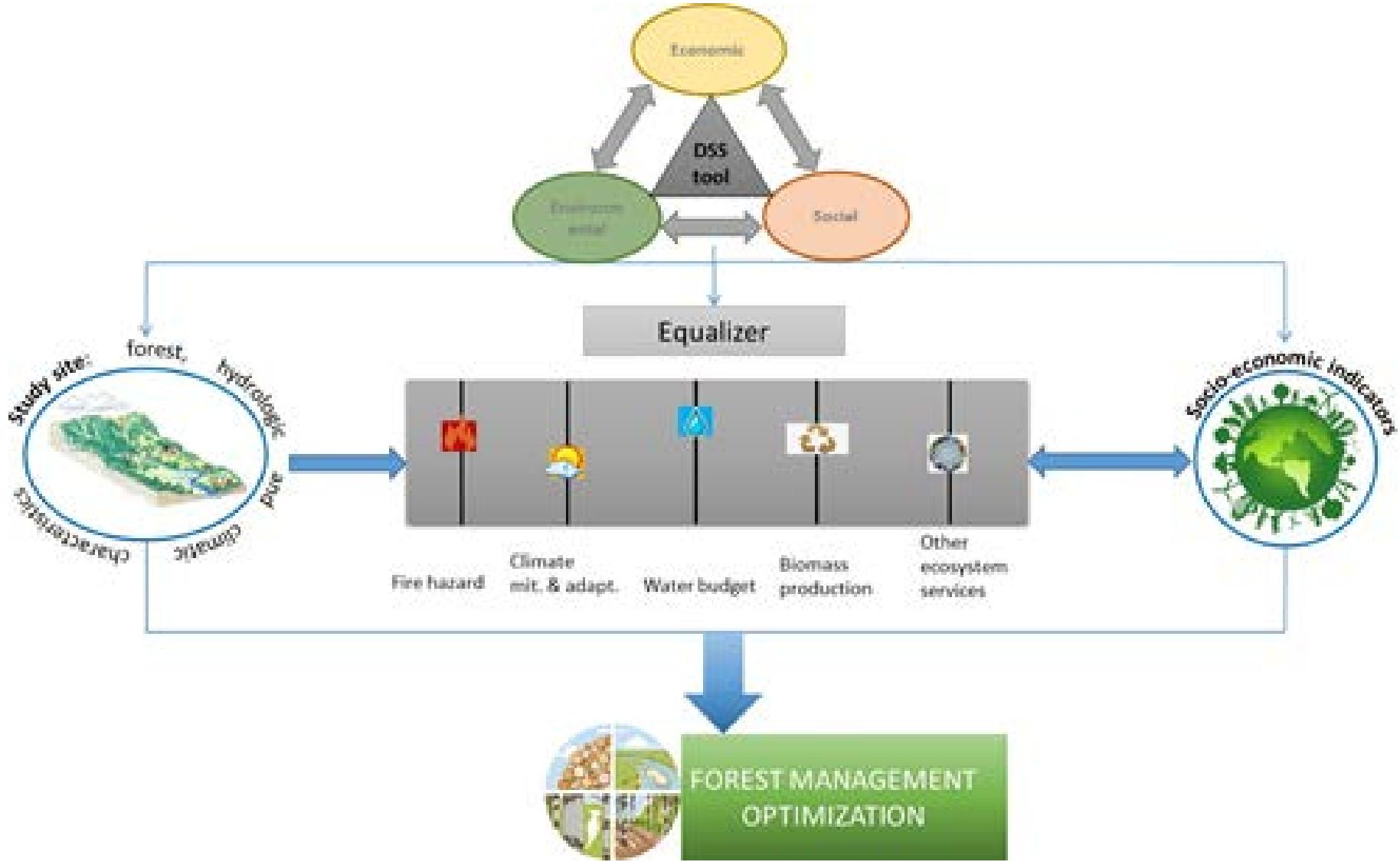
MANEJO FORESTAL Y ECO-HIDROLOGÍA: impulsores del manejo forestal

Zonas sensibles al cambio climático:

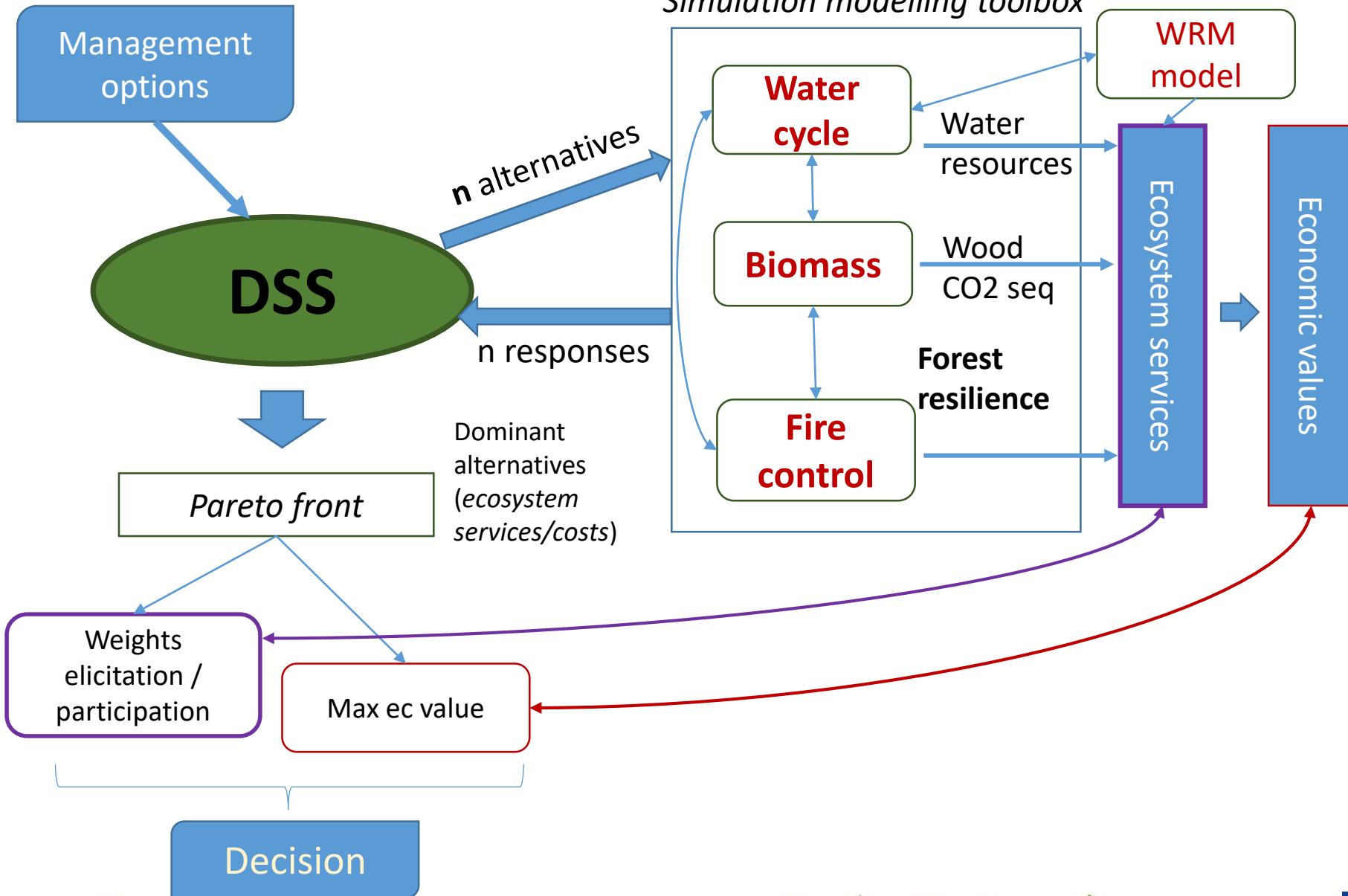


MANEJO FORESTAL MULTI-CRITERIO

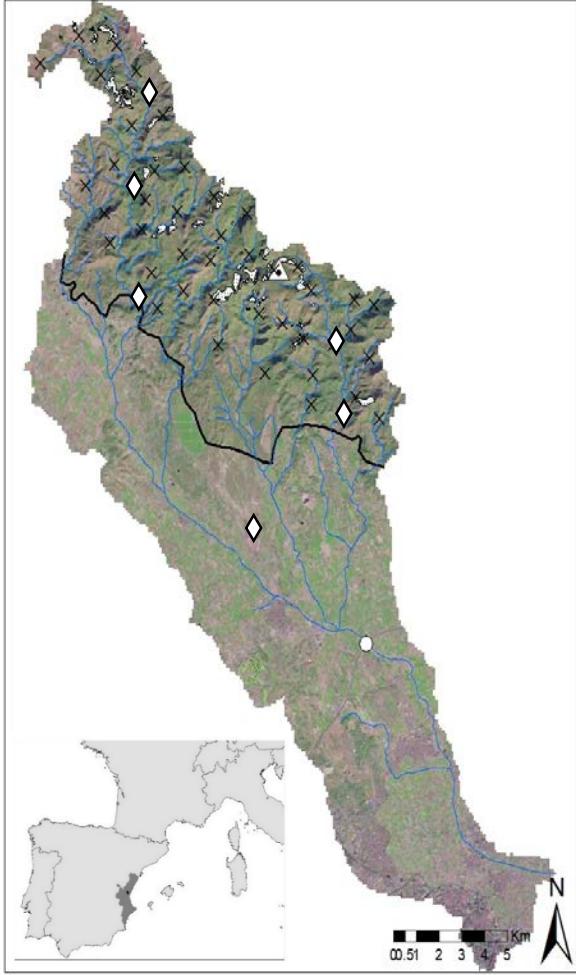




Flowchart



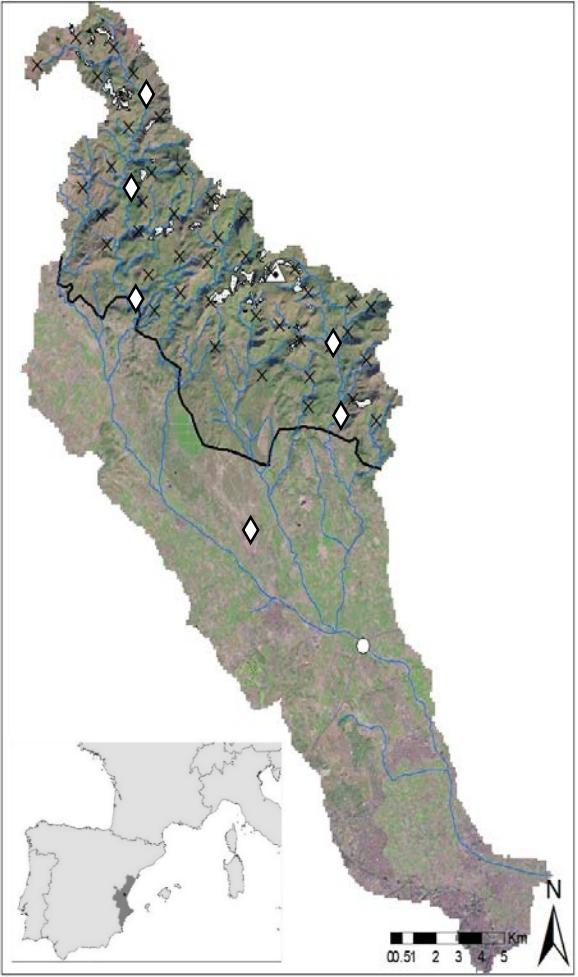
PRIMERA APROXIMACIÓN:



- Cuenca del Barranco del Carraixet, 84942 ha, donde el 57 % corresponde a su parte alta (64 % Parque Natural de la Sierra Calderona).
- **Clima:** Semiárido, precipitación irregular e intensas sequías estivales (**T: 17 °C** and **P: 350-600 mm**). Últimos 10 años (344 mm).
- **Suelos:** escasos (10-50cm), pH básico (7.7-8.2), elevado CO₃Ca (26-38 %). Karstificado en su mayoría.
- **Vegetación:** Típica Mediterránea dominada por el estrato arbustivo y masas naturales de *P. halepensis*.
- **Elevada frecuencia de rayos.**



PRIMERA APROXIMACIÓN:



- El agua de 6/15 poblaciones depende directamente de la parte alta de la cuenca.
- 28 incendios (> 1 ha) en los últimos 25 años.
- 242 ha de regeneración post-incendio de *P. halepensis*.
- Densidad $\approx 5500-19200$ tree/ha.
- Parcelas experimentales.



Multi-purpose forest management

OBJECTIVES

Water yield increase

Wildfire decrease

Biomass production

METHODOLOGY

TETIS-VEG
model

FARSITE
software

KDB index

Forest
inventory

Cal. & Val:
Discharge

Evaluation:
Field data
Landsat soil temp.

OUTCOMES

Water
contribution (hm^3)

Fire propagation
(ha)

Fire risk

Biomass (Mg)



RESULTADOS: agua tras el manejo forestal

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

El manejo forestal bajo precipitaciones ≤ 350 mm no producen incremento de agua.

Las características de la lluvia influyen enormemente en este balance.



RESULTADOS: fuego

Índice modificado KDBY (Garcia-Prats et al.) 2015, basado en la humedad del suelo.

Legend

	≥ 700	Exceptional Fire Risk
	650 to 699.99	Extreme Fire Danger
	550 to 649.99	Very High Fire Risk
	400 to 549.99	High Fire Risk
	300 to 399.99	Above Average Fire Risk
	< 300	Average or Low



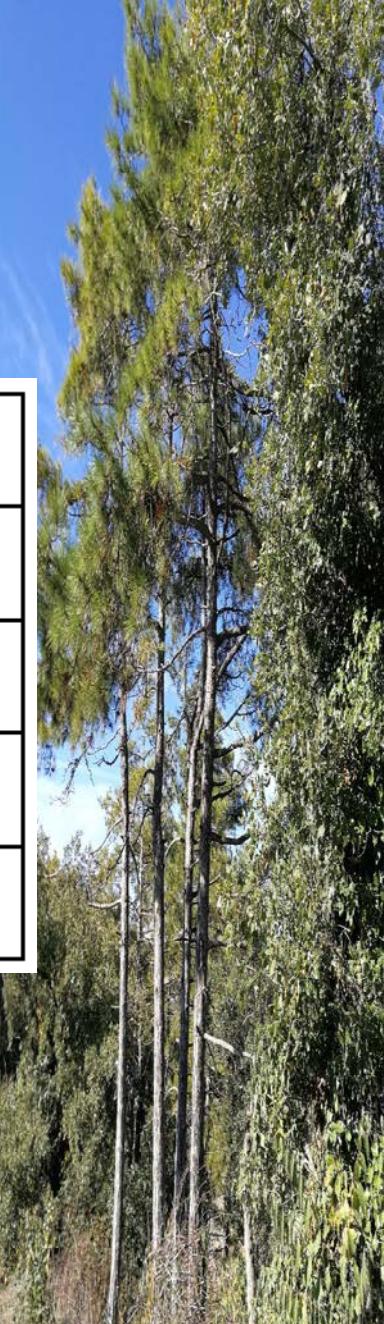
El manejo forestal reduce un 27 % el riesgo de incendio y lo cambia de categoría.



RESULTADOS: fuego

Duration (day)	Unmanaged	Managed
0.5	331.6 ± 97.1	146.9 ± 113.2
1	567.4 ± 166.4	427.2 ± 265.9
1.5	1439.8 ± 336.2	1122.4 ± 480.6
2	1736.7 ± 422.7	1639.3 ± 585.7

El manejo forestal reduce un 26 % el área afectada por un incendio.



RESULTADOS: manejo multicriterio

$$BC = (MVW \cdot W \cdot (1 - P_f) + MVW \cdot W \cdot P_f + BV \cdot TB) / (P_f \cdot FEC \cdot BrA + P_f \cdot RC \cdot BrA + MC)$$

MVW: Valor Marginal del Agua (€/m³).

W: Agua (m³).

Pf: probabilidad de incendio.

BV: Valor de la biomasa (€/T).

TB: Biomasa (T).

FEC: Costes de extinción (€/ha).

BrA: área quemada (ha).

RC: Costes de restauración (€/ha).

MC: Costes de manejo (€/ha).

Variable	COST	Units	Reference
Water (MVW)	0.175	e m ⁻³	Pulido-Velázquez et al. (2013)
Fire extinction	375.5	e ha ⁻¹	Vázquez et al. (2014)
Restoration	6056.74	e ha ⁻¹	MAGRAMA
Biomass	42	e Tn ⁻¹	de Serra (2016)
Management	1635	e ha ⁻¹	de Serra (2016)



3 escenarios climáticos diferentes de 3 años cada uno



RESULTADOS: manejo multicriterio

$$BC = (MVW \cdot W \cdot (1 - P_f) + MVW \cdot W \cdot P_f + BV \cdot TB) / (P_f \cdot FEC \cdot BrA + P_f \cdot RC \cdot BrA + MC)$$

Scenario	Gr (mm)	Water Managed	Water + Biomass + Fire							
			Unmanaged				Managed			
			0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.	0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.
1	299	2.3	1.7	0.7	0.3	0.2	1.3*	1.2	0.4*	0.2*
	299									
	371									
2	246	1.5	1.1	0.4	0.2	0.1	0.9*	0.8	0.3*	0.2*
	213									
	312									
3	145	2.2	1.6	0.6	0.3	0.1	1.3*	0.7	0.4*	0.2*
	221									
	434									



RESULTADOS: manejo multicriterio

$$BC = (MVW \cdot W \cdot (1 - P_f) + MVW \cdot W \cdot P_f + BV \cdot TB) / (P_f \cdot FEC \cdot BrA + P_f \cdot RC \cdot BrA + MC)$$

Scenario	Gr (mm)	Water Managed	Water + Biomass + Fire							
			Unmanaged				Managed			
			0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.	0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.
1	299	2.3								
	299		1.7	0.7	0.3	0.2	1.3*	1.2	0.4*	0.2*
	371									
2	246	1.5								
	213		1.1	0.4	0.2	0.1	0.9*	0.8	0.3*	0.2*
	312									
3	145	2.2								
	221		1.6	0.6	0.3	0.1	1.3*	0.7	0.4*	0.2*
	434									



RESULTADOS: manejo multicriterio

$$BC = (MVW \cdot W \cdot (1 - P_f) + MVW \cdot W \cdot P_f + BV \cdot TB) / (P_f \cdot FEC \cdot BrA + P_f \cdot RC \cdot BrA + MC)$$

Scenario	Gr (mm)	Water Managed	Water + Biomass + Fire							
			Unmanaged				Managed			
			0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.	0.5 d.	1 d.	1.5 d.	2 d.
1	299	2.3	1.7	0.7	0.3	0.2	1.3*	1.2	0.4*	0.2*
	299									
	371									
2	246	1.5	1.1	0.4	0.2	0.1	0.9*	0.8	0.3*	0.2*
	213									
	312									
3	145	2.2	1.6	0.6	0.3	0.1	1.3*	0.7	0.4*	0.2*
	221									
	434									



CONCLUSIONES

- Las zonas altas de cuencas semiáridas son una importante fuente de agua.
- Su gestión forestal **incrementa la cantidad de agua**, pero no lo suficiente como para que resulte más ventajoso que no manejar.
- Además reduce considerablemente el riesgo y propagación de incendios forestales.
- La combinación de **AGUA** + **BIOMASA** + **INCENDIO** resulta clave para que el manejo sea rentable y por tanto atractivo para los propietarios forestales.
- Los costes de restauración son un elemento clave en el balance económico, seguidos de la biomasa y de la producción de agua.





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



JORNADAS DE GESTIÓN FORESTAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

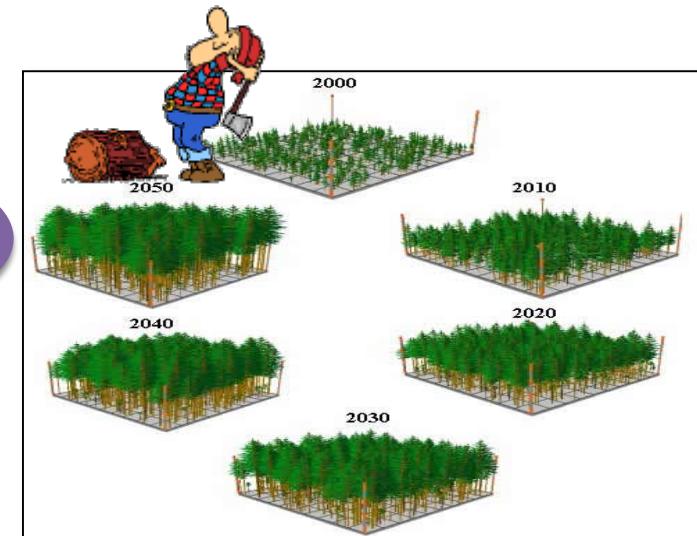
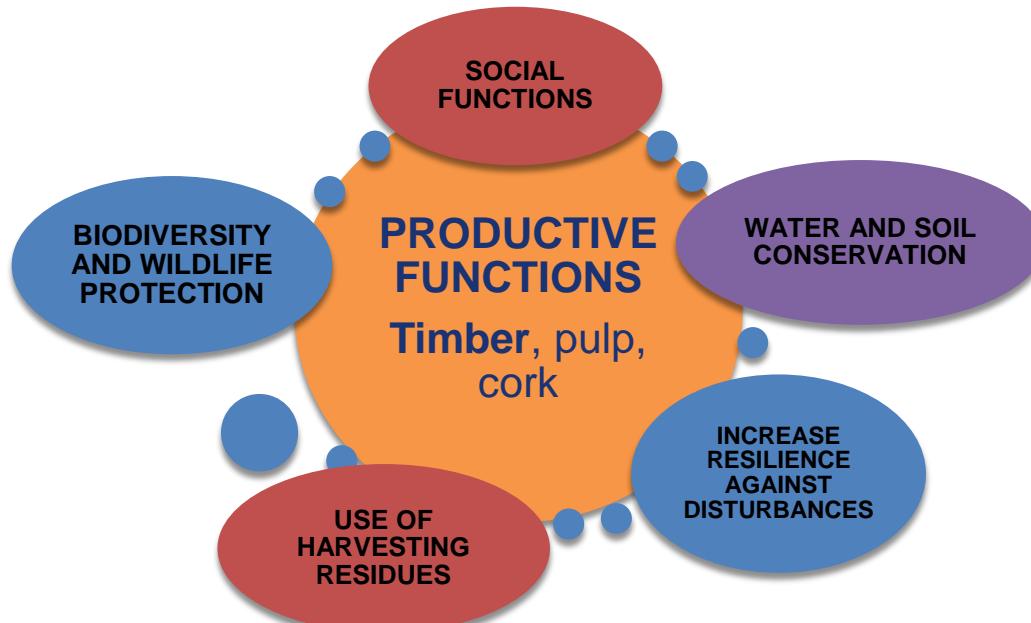
Análisis integral a largo plazo de la gestión forestal de base eco-hidrológica. Acoplamiento de datos de campo, modelos matemáticos de simulación y redes bayesianas

A. García-Prats¹, M. González-Sanchis¹ and A. del Campo¹

(1): Research Institute of Water and Environmental Engineering (IIAMA). Universitat Politècnica de València (UPV). Spain.

Introducción

- Forest management is grounded on the sustainable use of natural resources, **usually timber-oriented**.
Designed to maximize and sustain the yields of timber. Other goods and services may be considered, protected and cared for, but always in the background.



□ Semi-arid climate forest characteristics



- Low productivity
- Low quality of wood products
- Lack of economic interest

Management costs > timber/biomass value

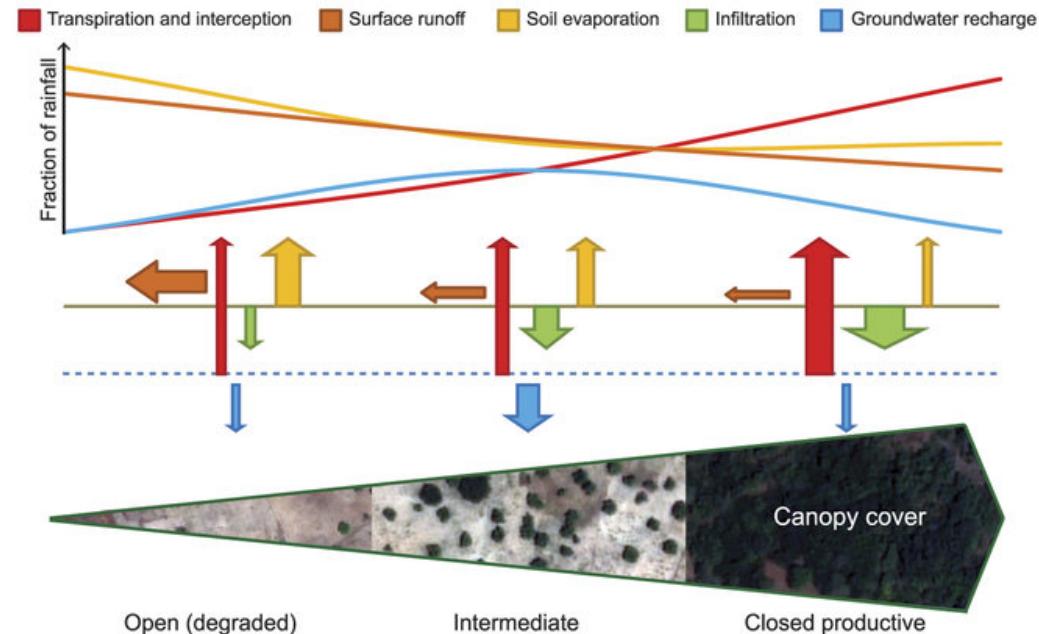


- No interest from companies
- No rural population who exploited wood in the past.
- No intervention = abandonment

Rural activities abandonment → forest encroachment and densification → consequences on hydrological processes (Honda & Durigan, 2016. DOI: 10.1098/rstb.2015.0313)

Introducción

- It's demonstrated that in semi-arid areas (Mediterranean areas) **water cycle is controlled by the canopy cover.**
- Intermediate canopy cover **maximizes groundwater recharge** with a little increase of runoff.

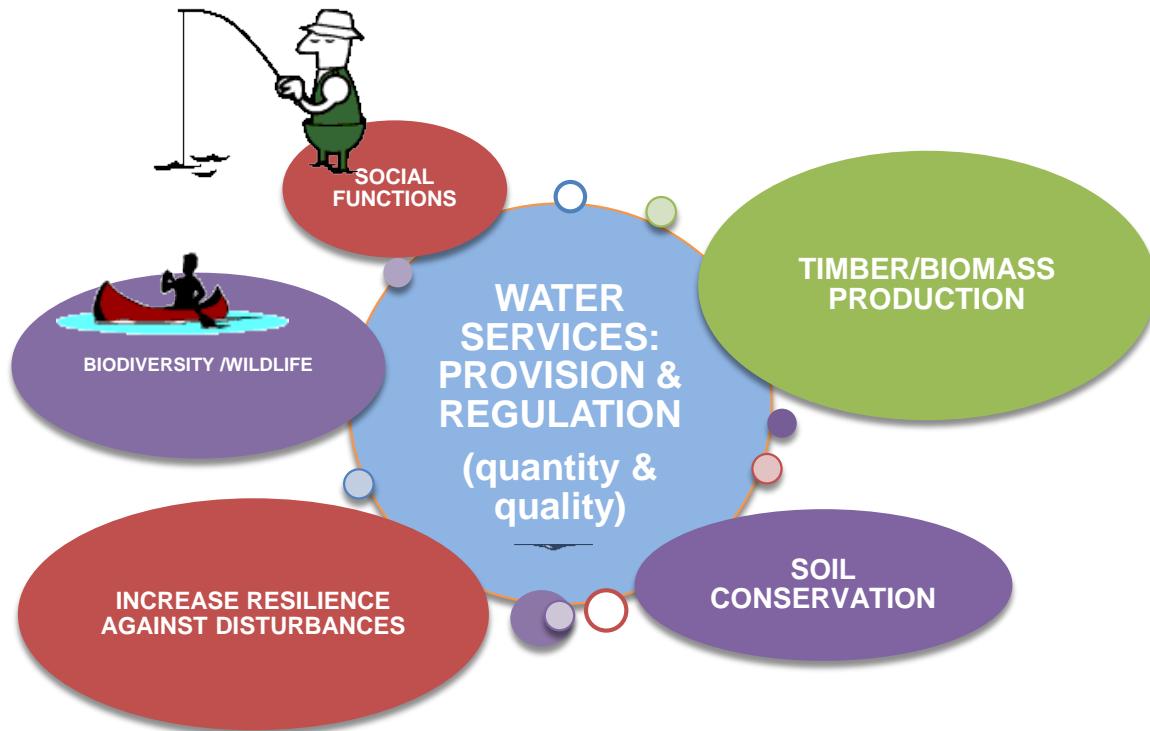


Iilstedt et al., 2016: Nature. *Scientific Reports* **6**, Article number: 21930 (2016), DOI: 10.1038/srep21930.

Figure 1: Conceptual water budget of the *optimum tree cover theory*.

Hydrology-Oriented F.M.

- **New Scope: Moving from timber-oriented to**
- **Hydrology-oriented Forest management:** manipulation and quantification of the water cycle in forests according to specific objectives.
 - Water-centered view
 - Timber/Biomass remains important
 - Other goods and services are considered and cared for.



Gestión Forestal Adaptativa

- Otros hablan de **Gestión Forestal Adaptativa**
- Fitzgerald et al. (2013) herramienta para **reducir las vulnerabilidades de los bosques** relacionadas con el clima: **aumentando la resiliencia frente a la sequía, manteniendo la productividad del sitio, reduciendo el riesgo de incendios forestales, mejorando el contenido de agua del suelo y aumentando el ratio agua azul/agua verde.**
- Villà-Cabrera et al. (2018) propone un marco basado en **5 estrategias diferentes**: i) reducción de la densidad de rodales, ii) manejo del sotobosque, iii) promoción de bosques mixtos, iv) cambio de especies, y v) promoción de la heterogeneidad espacial a escala territorial.
- Tras revisar más de **doscientos casos de estudio** basados en estas estrategias de manejo forestal para la adaptación publicados en **revistas científicas hasta 2015**, indicaron que en todos ellos la validez de cada estrategia para mejorar la capacidad de adaptación a corto plazo quedó demostrada, pero al mismo tiempo señalaron que en casi ninguno se abordaban otros posibles **efectos indirectos** que podrían **reducir el beneficio ecosistémico** de la estrategia de gestión, ni tampoco los efectos a largo plazo.

- **Desarrollar un DSS**
- Basado en un **análisis integral de la gestión forestal de base hidrológica** y evaluar los posibles efectos indirectos producidos en un ecosistema forestal mediterráneo real.
- Se incluye el **ciclo del agua, los ciclos del carbono y nitrógeno** del suelo, la **productividad del sitio** así como el **riesgo de incendio** forestal en un marco de modelización en busca de relaciones ocultas o asociaciones entre factores.
- Los datos de campo de las parcelas experimentales del tratamiento y los efectos en suelo, agua, planta y nutrientes fueron empleados para **calibrar y validar el modelo** Biome-BGCMuSo (Hidy et al., 2016).
- Para **generar suficiente variabilidad**, el modelo calibrado y validado se utilizó para simular otros muchos escenarios con condiciones diferentes a las medidas en las parcelas experimentales.
- Los resultados de todos los escenarios simulados se emplearon para construir una **red bayesiana (RB)** en una cadena de modelos vinculados (Couture et al., 2018).

Diseño experimental

- Sitio experimental:
 - Monte Público “La Hunde”, Valencia Region, Spain.
 - 39°04'-N, 1°14'-W, 1080-1100 m asl.
 - Mean Annual Rainfall = 466 mm
 - Mean Annual Temperature = 13.7 °C.
 - Eto (Penman-Monteith) = 1200 mm
 - Suelos textura franca, profundidad 10-50 cm, pendiente 31%.
 - Orientación parcelas NO
- Diseño experimental:
 - Monte bajo de encina con alta densidad de pies, con aprovechamiento de leñas abandonado hace unos 50 años
 - Dos parcelas rectangulares (Control y Tratamiento) de 1800 m² cada una.
 - Cada parcela se divide en 3 bloques o repeticiones de similar tamaño (diseño no aleatorio)
 - En mayo de 2012 se realizó una tratamiento selvícola:
 - Resalveo y limpieza
 - Apertura de la masa, favorecimiento pies dominantes de Quercus



Diseño experimental

- Inventario antes y después del tratamiento.

Tabla 1. Estructura de la masa.

	DB (cm)	DAP (cm)	AB ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	DP (pies $\cdot ha^{-1}$)	CC (%)	LAI ($m^2 \cdot m^{-2}$)
PC	11.87	8.62	8.3	1020	62.7	1.1
PT	18.09	14.18	5.22	317	39.3	0.6

DB: Diámetro basal. DAP: Diámetro a la altura del pecho. AB: Área Basimétrica. DP: Densidad de pies. CC: Cobertura. LAI: Índice de Área Foliar.

- Fotos



Field Measurements. Water Cycle

Precipitation and Throughfall



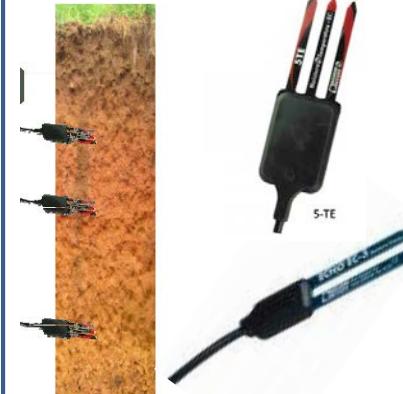
Gutters and tipping-bucket

Stemflow



Stem collar and tipping-bucket

Soil moisture



FDR probes (capacitive)

Weather



Transpiration



Sap flow technique

Run-off



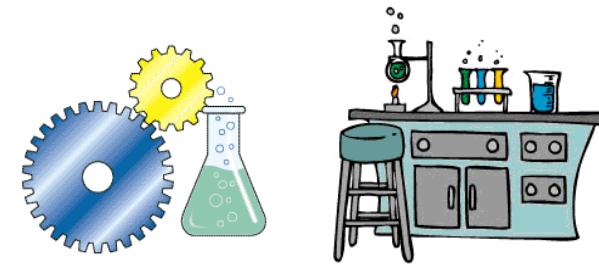
Trenches and water counters

**DETALLES EN
PRESENTACIÓN
ANTONIO DEL CAMPO**

Met. station

Field Measurements. Biogeochemical Cycles

- La **mineralización de N** se midió usando **cilindros de resina**. Las tasas de mineralización se determinaron comparando las concentraciones en los cilindros de resina después de una incubación en campo de dos meses, con muestras iniciales de suelo.
- La **respiración del suelo** se midió mensualmente utilizando un **analizador de gas**.
- Finalmente, la **biomasa aérea** se obtuvo por medio de **modelos alométricos** basados en las características del rodal descritas previamente en la Tabla 1.
- Las muestras de madera se enviaron al **laboratorio iónico** para la prueba del **contenido de carbono**.



Existe una amplia variedad de **índices meteorológicos y de sequía** que se usan como índices de riesgo de incendios forestales.

Por ejemplo KBDI integrado en Canadian Forest Fire Danger Rating System, United States National Fire Danger Rating System, Bureau of Meteorology of Australia.

Agricultural and Forest Meteorology 205 (2015) 40–50



Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural and Forest Meteorology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agrformet



Development of a Keetch and Byram-Based drought index sensitive to forest management in Mediterranean conditions



A. Garcia-Prats ^{a,*}, Del Campo Antonio ^a, Tarcísio Fernandes J.G. ^{a,b}, Antonio Molina J. ^c

^a Department of Hydraulic Engineering and Environment – Research Group in Forest Science and Technology (Re-ForeST), Universitat Politècnica de Valencia, Camí de Vera s/n., 46022 Valencia, Spain

^b Centre of Biological Sciences and Nature, Federal University of Acre, Rio Branco, Acre, Brazil

^c Research and Technology Food and Agriculture (IRTA), Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 22 July 2014

Received in revised form 12 February 2015

Accepted 14 February 2015

Available online 21 February 2015

Keywords:

Keetch–Byram drought index

KBDI

Wildfires

Drought

Forest management

Hydrology-oriented silviculture

ABSTRACT

The present work aims to take a closer look at the behavior of two releases of the Keetch–Byram drought index (KBDI) under different forest management strategies in Mediterranean conditions. Since these versions of the index were demonstrated to be insensitive to the changes in water balance caused by different thinning treatments, a new KBDI-based index sensitive to silviculture operations was developed. This new approach enabled us to simulate the benefits achieved from a thinning operation in terms of forest fire risk reduction. Abatements of 22.5% and 26.4% in KBDI were obtained for the 2009 and 2010 high-risk forest fire periods, respectively, due to thinning. The reductions observed in the short-term did not disappear in a long term. A plot thinned 10 years ago showed KBDI reductions of 12.5% and 6.7% with respect to a non-managed plot (control treatment) in the same period. Finally, in order to make possible application of the new index to other stands, coefficients of the index were based on well-known and easy to get tree-related and physiological variables.

© 2015 Elsevier B.V. All rights reserved.

- Los **datos experimentales** solo cubren un período de **pocos años**.
- Este período permite calibrar y validar el modelo antes descrito, pero es totalmente **insuficiente para construir un modelo RB** directamente a partir de datos.
- Además de que **solo incluiría las condiciones de las parcelas experimentales**.
- Con el fin de **generar suficiente variabilidad**, se generó una secuencia de simulaciones de 50 años de duración cada una, en condiciones distintas de las obtenidas en las parcelas experimentales.
- Así, se simularon:
 - 4 tipos de suelos (cada uno perteneciente a un grupo de comportamiento hidrológico frente a la infiltración descrito por el SCS en el método del número de la curva: A, B, C y D)
 - 4 orientaciones (NE, NO, SE, SO),
 - 6 grados de cobertura (la cobertura original y 5 intensidades de tratamiento).
- El número final de escenarios simulados fue de $4 \times 4 \times 5 = 80$ para la PT y $4 \times 4 \times 1 = 16$ para la PC. Como cada simulación se extendió 50 años, el número total de años simulados fue de $96 \times 50 = 4800$

Table 2. USDA-NRCS Hydrologic Soil Group, Aspect and Canopy Cover simulated combinations.

EXPERIMENTAL PLOT	USDA-NRCS HYDROLOGIC SOIL GROUP	ASPECT	CANOPY COVER (%)
Control plot	A	NE	
	B*	NW**	Original CC
	C	SE	63%
	D	SW	
Thinning treatment plot	A	NE	25% out 63% removed
	B*	NW**	35% out 63% removed
	C	SE	45% out 63% removed
	D	SW	55% out 63% removed
			65% out 63% removed

*Experimental plot soil group; **Experimental plot aspect



Modelo BiomeBGCMuSo



Welcome to the website of the Biome-BGCMuSo model!

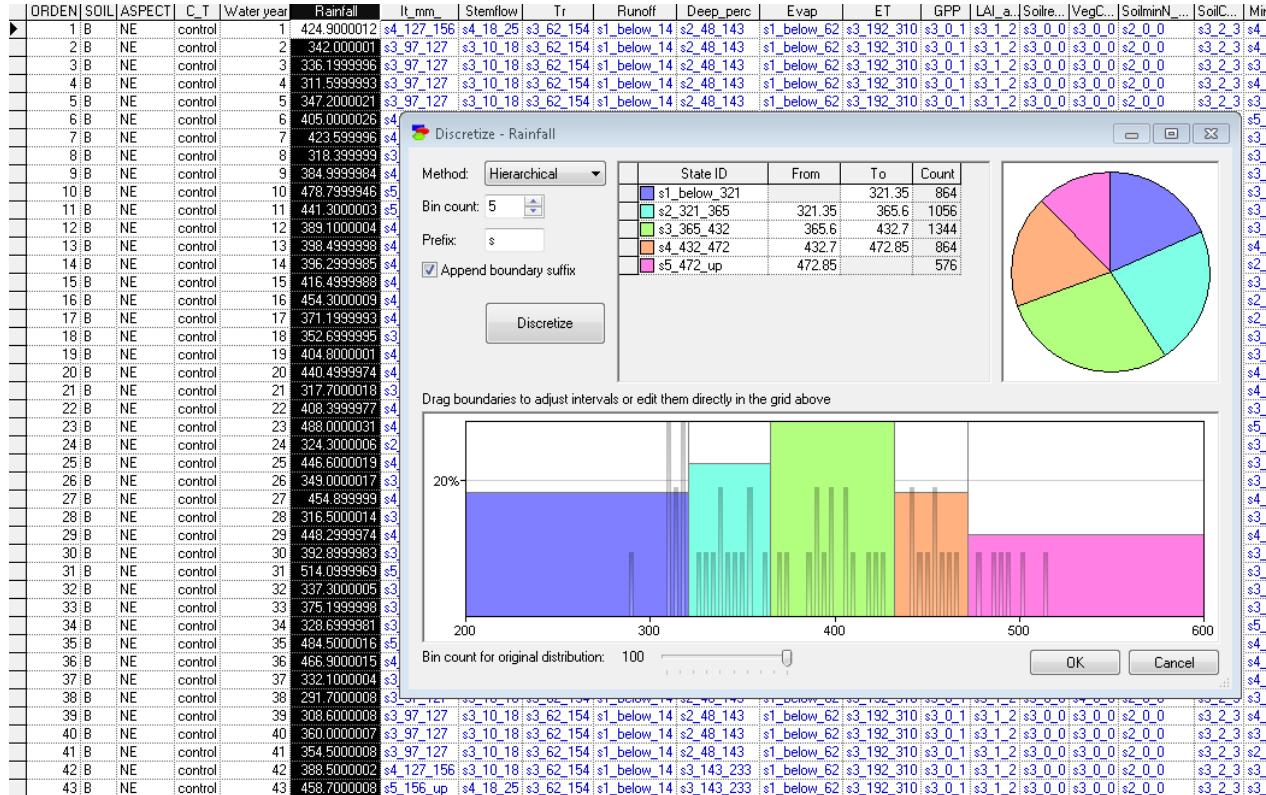
Biome-BGCMuSo is a biogeochemical model that simulates the storage and flux of water, carbon, and nitrogen between the ecosystem and the atmosphere, and within the components of the terrestrial ecosystem. Biome-BGCMuSo was developed from the widely used Biome-BGC model that was created by the [Numerical Terradynamic Simulation Group \(NTSG\), University of Montana](#). This website provides a brief introduction to the model highlighting the main differences between the original Biome-BGC and Biome-BGCMuSo. Biome-BGCMuSo source code and model executable are available at this website with documentation.

- Una **red bayesiana (RB)** es un modelo estadístico gráfico con **dos componentes**:
 - a) Un **componente cualitativo** o **diagrama de causa-efecto** definido mediante un gráfico acíclico dirigido (GAD). En este gráfico, cada nodo representa una variable en el modelo, y cada arco representa la **dependencia estadística entre las variables**.
 - b) Un **componente cuantitativo** definido por las **tablas de probabilidad condicional** (TPC), una por nodo que cuantifica la **intensidad de la dependencia** del nodo.
- En la construcción del gráfico es indispensable que las variables sean discretas. Las variables continuas se discretizaron en 5 estados usando para ello un procedimiento jerárquico basado en técnicas de clustering. La tabla 2 resume las variables incluidas en la construcción de la RB.

Todos los pasos de la construcción y explotación de RB se desarrollaron con el software GeNIE Modeler v.2.2, disponible de forma gratuita para uso de investigación académica de BayesFusion, LLC, bajo licencia de la Universidad de Pittsburgh.

Las RB solo funcionan con variables discretas.

Las variables continuas se discretizan en 5 estados con un **método jerárquico** basado en técnicas de análisis cluster.



Sea $\{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n\}$ un conjunto de sucesos mutuamente excluyentes y exhaustivos, y tales que la probabilidad de cada uno de ellos es distinta de cero (0). Sea B un suceso cualquiera del que se conocen las probabilidades condicionales $P(B|A_i)$. Entonces, la probabilidad $P(A_i|B)$ viene dada por la expresión:

$$P(A_i|B) = \frac{P(B|A_i)P(A_i)}{P(B)}$$

donde:

- $P(A_i)$ son las probabilidades a priori,
- $P(B|A_i)$ es la probabilidad de B en la hipótesis A_i ,
- $P(A_i|B)$ son las probabilidades a posteriori.

Tabla 2. Variables incluidas en la RB y sus estados.

Variable	Variable	Estados	Unidades
1	Grupo hidrológico del suelo (GHS)	A;B;C;D	-
2	Precipitación	<321;321-366;366-433;433-473;>473	mm·año ⁻¹
3	Orientación	NE; NW; SE; SW	-
4	Cobertura del dosel –Tratamiento (CCT)	Control; Tratamientos 25, 35, 45	-
5	Transpiración	<24;24-63;63-155;155-237;>237	mm·año ⁻¹
6	Intercepción	<32;32-97;97-127;127-156;>156	mm·año ⁻¹
7	HVS	<0,21;0,21-0,48;0,48-0,64;0,64-0,86;>0,86	-
8	Evapotranspiración	<125;125-193;193-310;310-377;>377	mm·año ⁻¹
9	LAI	<0,22;0,22-1,46;1,46-2,25;2,25-3,13;>3,13	m ² m ⁻²
10	Productividad primaria(GPP)	<0,17;0,7-0,77;0,77-1,34;1,34-1,80;>1,80	kgC·m ⁻² ·año ⁻¹
11	KBDI	<167;167-330;330-488;488-629;629-715;>715	Centésimas de pulgada
12	Temperatura mínima del suelo	<1,15;1,15-2,68;2,68-3,88;3,88-4,89;>4,89	°C
13	Lixiviado de N	<0,02;0,02-0,05;0,05-0,09;0,09-0,15;>0,15	kgN·ha ⁻¹ ·año ⁻¹
14	Es corriente	<15;15-25;25-39;39-72;>72	mm·año ⁻¹
15	Carbono orgánico del suelo	<1,91;1,91-2,54;2,54-3,21;3,21-3,63;>3,63	kgC·m ⁻²
16	Evaporación del suelo	<62;62-76;76-96;96-108;>108	mm·año ⁻¹
17	Mineralización N suelo	<1,95;1,95-5,61;5,61-7,53;7,53-10,22;>10,22	kgN·ha ⁻¹ ·año ⁻¹
18	Respiración del suelo	<0,19;0,19-0,56;0,56-0,75;0,75-1,02;>1,02	kgC·m ⁻² ·año ⁻¹
19	Es corriente cortical	<6,6-11;11-19;19-26;>26	mm·año ⁻¹
20	Carbono en la vegetación	<0,02;0,02-0,15;0,15-0,23;0,23-0,33;>0,33	kgC·m ⁻²
21	Percolación profunda	<48;48-143;143-234;234-396;>396	mm·año ⁻¹

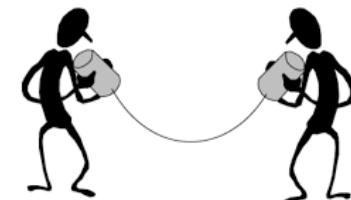
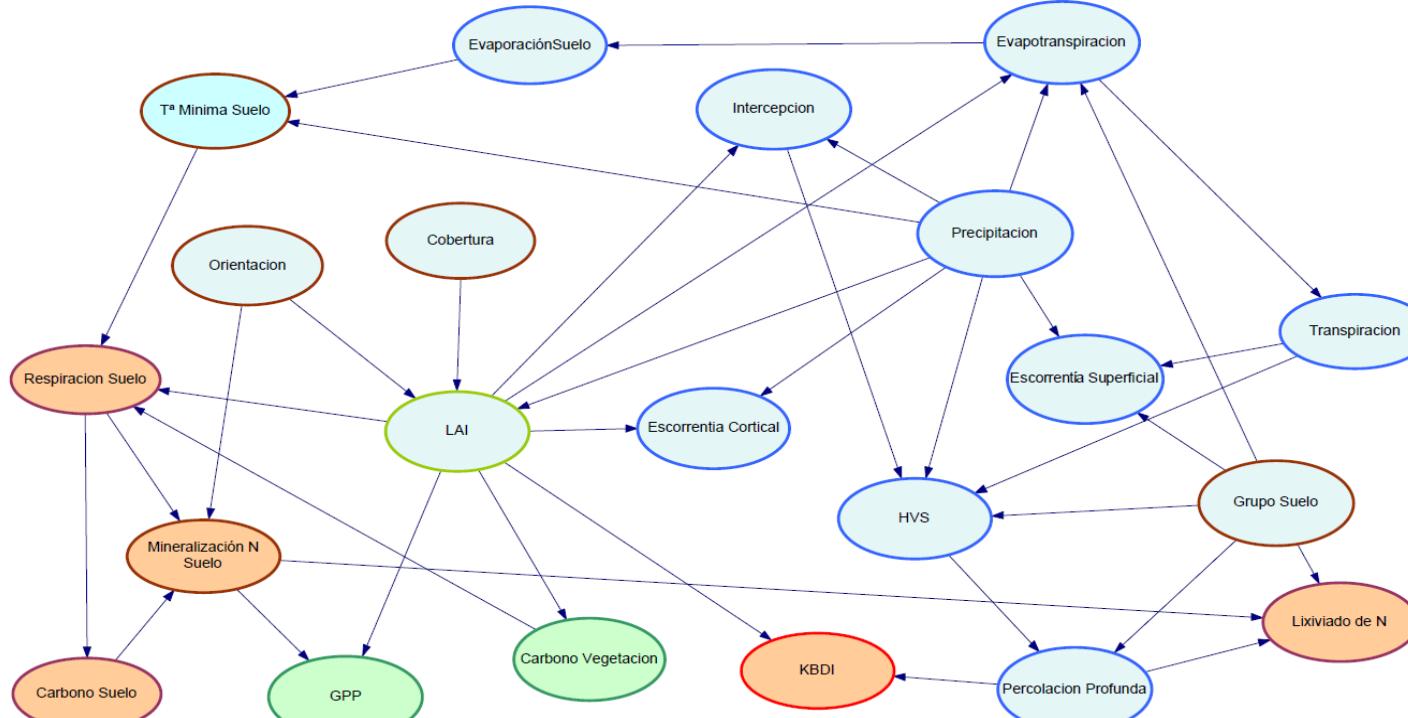
Análisis de sensibilidad.

Quién influye en quién..!!

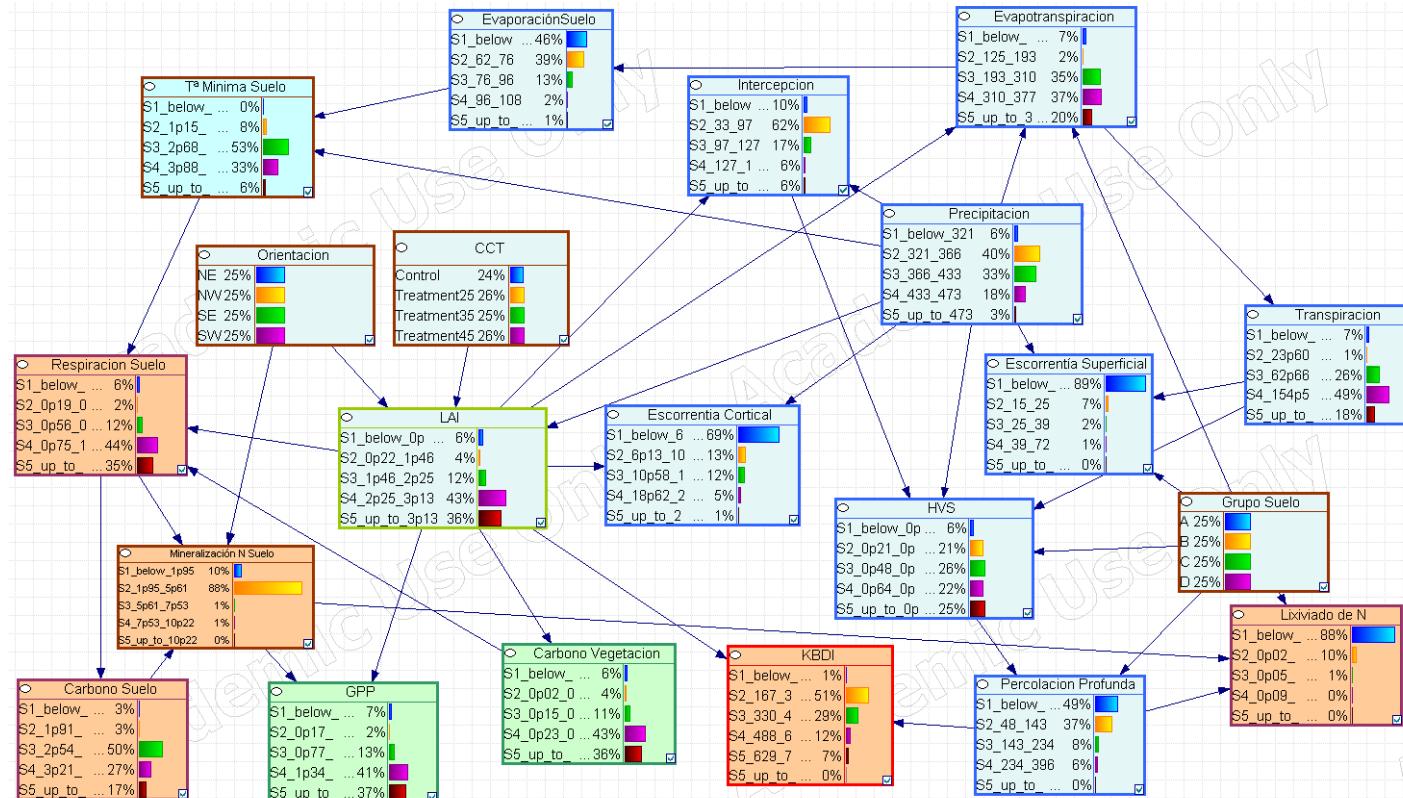


Tabla 3. Sensibilidad de las variables. El número indica la variable definida en la Tabla 2. La tabla se interpreta como: columnas = “variable influida por”, filas = “la variable influye en”. Por ejemplo, la variable fila 1 (Grupo hidrológico de suelo) condiciona el comportamiento de la variable 5, 7, 8, 11, 13, 14, 16 y 21. La sensibilidad se cuantifica en una escala Alta ***, Media **, Baja* y nula.

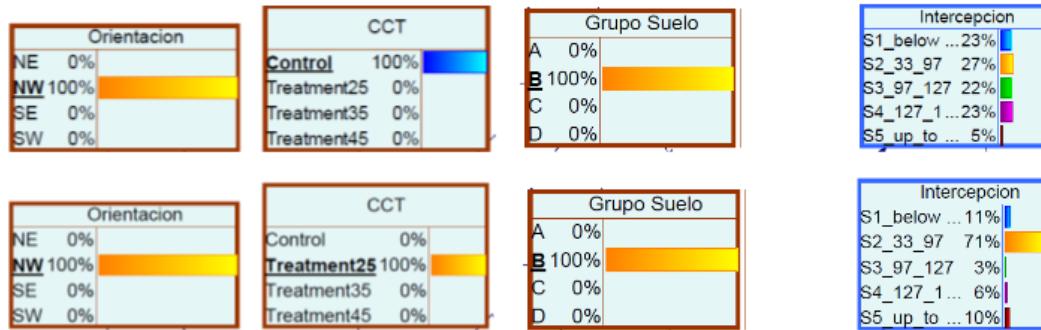
	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	**		***	***			**	**	***		**					***
2	***	***	***	***	***	***	*	*	***	**	**	*	***	***	***	**
3	**	**	*	**	***	***	*	*	*	**	*	*	***	*	***	*
4	**	**	*	***	***	***	*	*	*	***	*	*	***	**	***	*
5							*	*	**							*
6							*	*								*
7								*	*							*
8	*							*	*	*			*			*
9	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10																
11																
12							*					*				*
13																
14																
15								*	*				***			
16									*							*
17									*							
18									*	*	**		**			
19																
20							*		*	**		**	**		***	
21								*	**							



**La dependencia
se debe sustentar
en los datos!!**



- Análisis de escenarios mediante la RB construida.
- Estos escenarios se analizan **fijando evidencias**, esto es, **fijar una variable en un estado concreto con una certidumbre del 100%** para ver cómo esta probabilidad se propaga por el resto de la red y afecta al resto de variables de interés.
- Ejemplo que le ocurre a la variable intercepción cuando las variables sobre las que no tenemos posibilidad de actuación (orientación y tipo de suelo) se fijan en los estados que se encontraron en las parcelas experimentales y el tratamiento se cambia de estado Control a Tratamiento 25 (eliminar el 25% de la cobertura de la parcela que se usa como control).



Conclusions

- La gestión forestal de base hidrológica es una herramienta válida para responder a la necesidad de adaptación en aquellas áreas donde el agua es el factor más limitante. En esas áreas, la gestión adaptativa podría centrarse en las relaciones bosque-agua.
- Los resultados tanto experimentales como de modelos deben analizarse utilizando herramientas capaces de hacer frente a las **relaciones complejas** entre las variables involucradas y un **alto grado de incertidumbre**. Las Redes Bayesianas demuestran ser una herramienta eficaz en este ámbito.
- Los resultados específicos ofrecidos por la RB construida mostraron que **el manejo de base hidrológica fue muy positivo** en la medida en que se proporcionó **más agua a la masa** debido a una **reducción importante de la intercepción**.
- Este recurso se puso a disposición de la planta, lo que aumentó tanto la Evapotranspiración como sus componentes (Transpiración y Evaporación de Suelo). T
- También se **incrementó el contenido de agua del suelo y muy ligeramente la percolación profunda**. Por el contrario se redujo drásticamente la escorrentía cortical como consecuencia de la reducción tanto del número de árboles por hectárea como de la intercepción.
- Finalmente, **no se observó ningún efecto sobre la escorrentía**.



Conclusions

- En lo que respecta al nitrógeno, la **mineralización a partir de materia orgánica se mantuvo inalterado** y la pérdida de N por lixiviación aumentó de forma prácticamente imperceptible ya que se asocia con la percolación profunda.
- El contenido de **carbono orgánico del suelo también se incrementó**, lo que a su vez causó una mayor respiración. El efecto a largo plazo del tratamiento en el LAI fue muy positivo.
- Sin duda, esto se debió al **mayor vigor generado por la mayor disponibilidad de agua y la reducción de la competencia entre los árboles**. Esta mayor actividad resultó en un **aumento en GPP y carbono en la vegetación**, y por lo tanto, es de esperar un mayor secuestro de carbono.
- Vale la pena enfatizar que esta **cantidad extra de agua y nutrientes fue tomada por la planta y no implicó ninguna pérdida de nutrientes del sistema**. El riesgo de incendio también se redujo por efecto del tratamiento. Las intensidades de tratamiento con **reducciones de cobertura superiores al 25% no aportaron mejores resultados**.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

Thanks for your attention

Alberto García-Prats (agprats@upv.es)

Research Institute of Water and Environmental Engineering (IIAMA).
Universitat Politècnica de València (UPV). Spain.

<https://hydrosil.webs.upv.es>





¡Gracias por su atención!

<http://www.resilientforest.eu>

