

Jornada: Sector Forestal y del Medio Natural vs Cambio Climático
Madrid, 2 diciembre 2017

Gestión Forestal para la Adaptación al Cambio Climático: fundamentos y casos prácticos

Rafael Calama - Marta Pardos
Dpto. Selvicultura y Gestión Forestal. CIFOR-INIA
iuFOR



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD





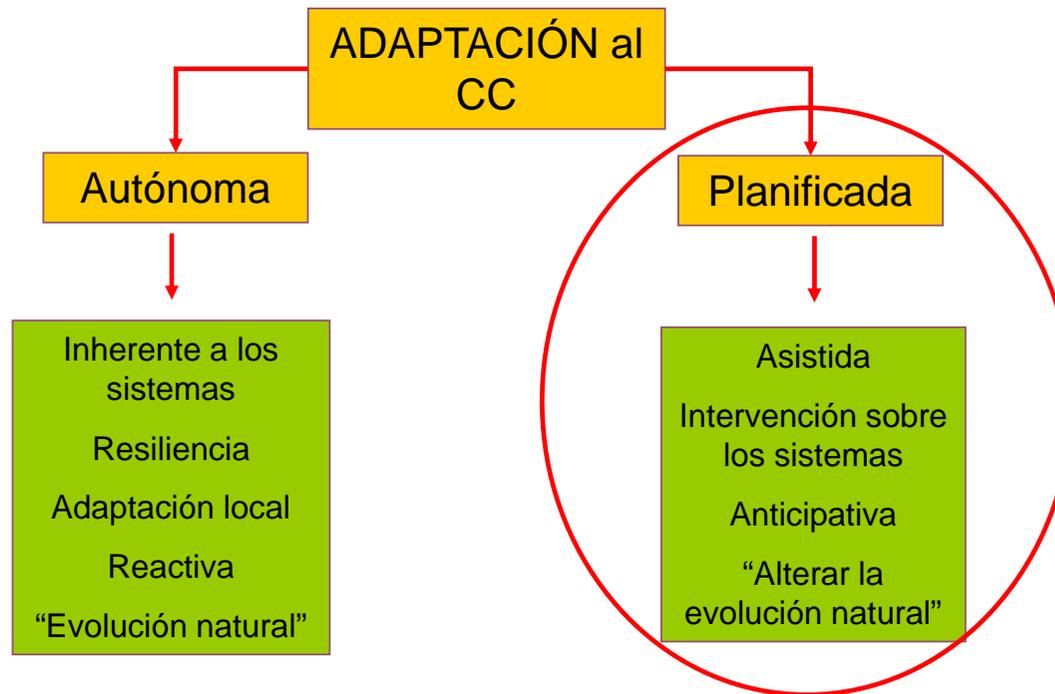
Gestión Forestal para la Adaptación al Cambio Climático

- ***Introducción: ¿qué es la adaptación al cambio climático?***
- ***Razones para la Adaptación de los Sistemas Forestales frente al Cambio Climático***
- ***La Gestión Forestal como herramienta para la Adaptación: Fundamentos***
- ***Resultados de Investigación en Gestión Forestal para la Adaptación***

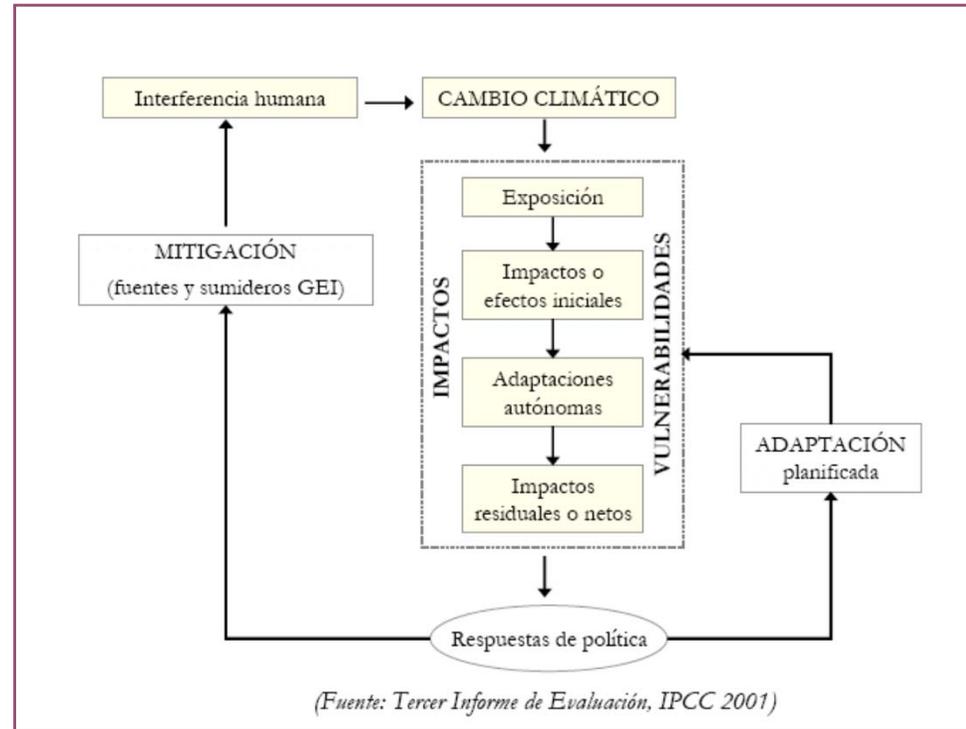
¿Qué es adaptar?

Adaptar (R.A.E.) = Dicho de un ser vivo, acomodarse a las condiciones del entorno

Adaptación al cambio climático (IPCC) = Ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas



Adaptación Planificada al Cambio Climático

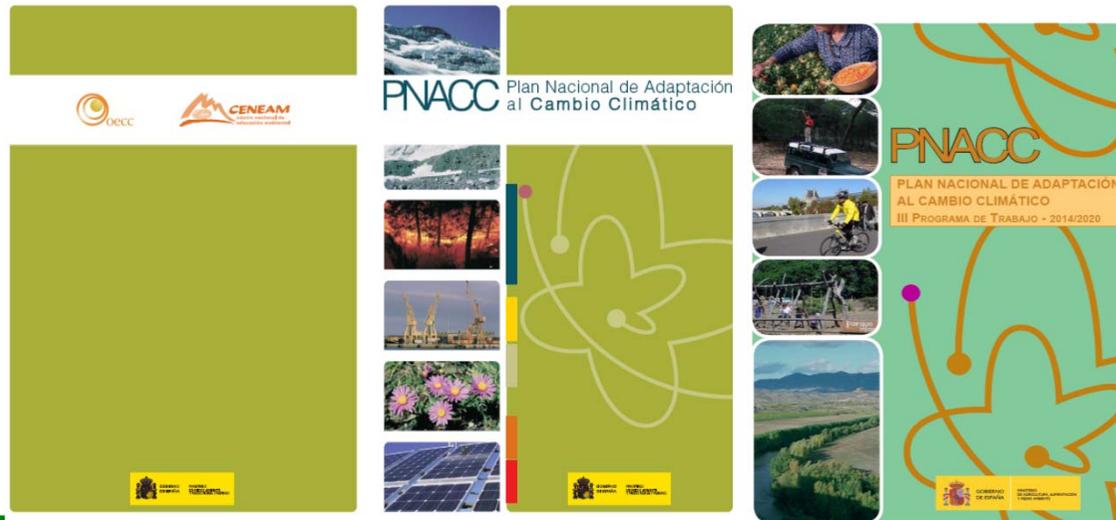


Medidas de adaptación planificada dependen de los impactos observados/esperados, la adaptación autónoma y la eficacia de las medidas de mitigación

Adaptación Planificada al Cambio Climático

P.N.A.C.C España (2006):

Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de los distintos sectores, sistemas, recursos y territorios vulnerables al CC



Evaluado a través de distintos informes de seguimiento y ejecutado mediante programas de trabajo (2014 – 2020)

Biodiversidad
Recursos hídricos
Bosques
Sector agrícola
Zonas costeras
Caza y pesca continental

Zonas de montaña
Suelo
Pesca y ecosistemas marinos
Transporte
Salud humana

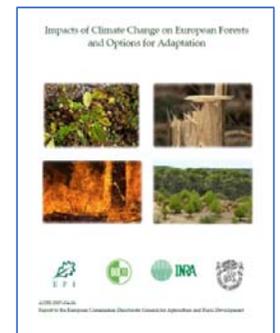
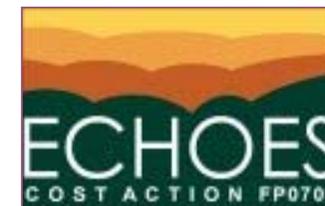
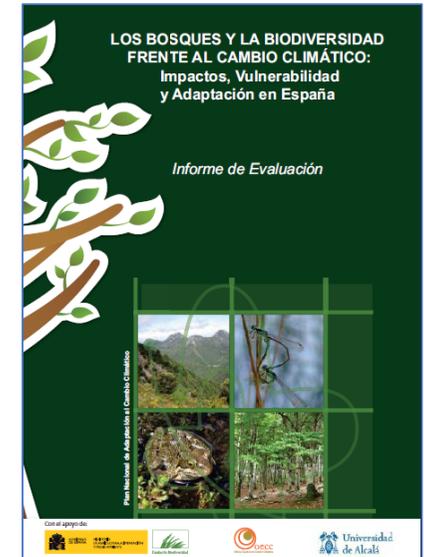
Industria y Energía
Turismo
Finanzas - Seguros
Urbanismo
Construcción

La Adaptación planificada en el sector forestal

Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación de la gestión de los sistemas forestales y sectores o agentes asociados (PNACC)

Modificar (“adaptar”) las prácticas de gestión al objeto de:

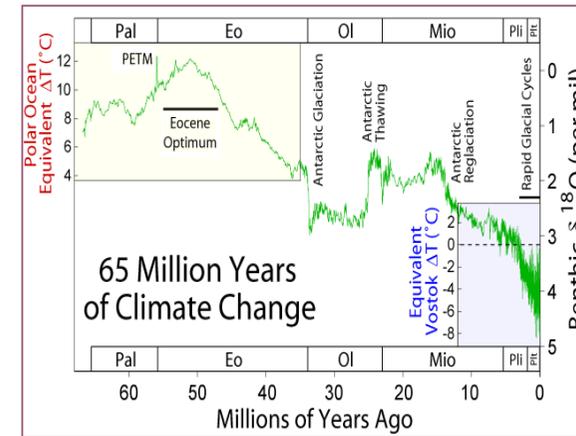
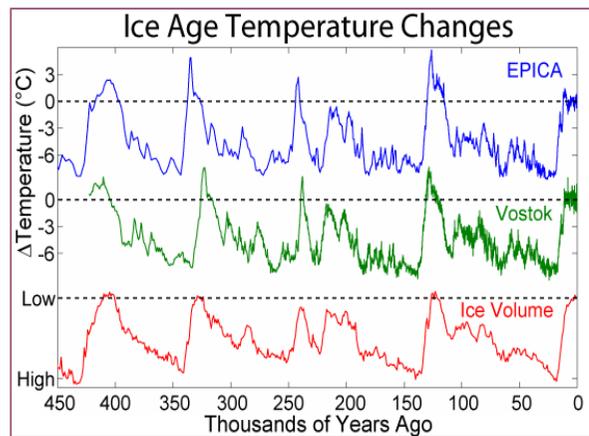
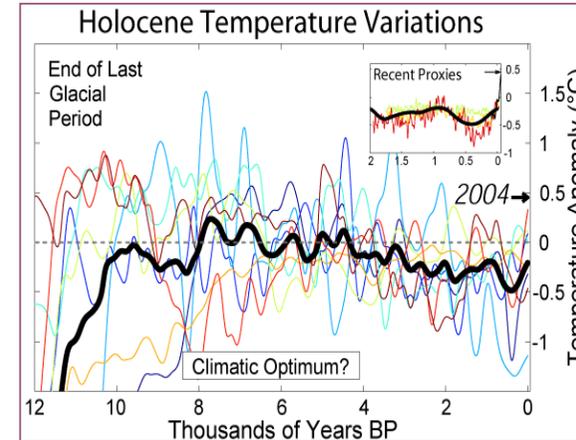
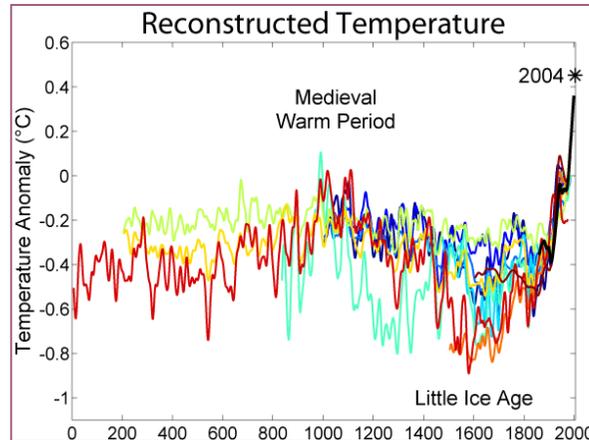
- Favorecer la capacidad inherente de adaptación de especies, sistemas y procesos
- Reducir el riesgo de ocurrencia de aquellos procesos ambientales y sociales que aumentan la vulnerabilidad de los sistemas forestales
- Aumentar la resistencia y la resiliencia de los sistemas forestales
- Minimizar el impacto del cambio climático sobre los servicios ecosistémicos





Razones para la adaptación planificada de los
Sistemas Forestales al Cambio Climático

Cambio climático: ¿fenómeno inusual?



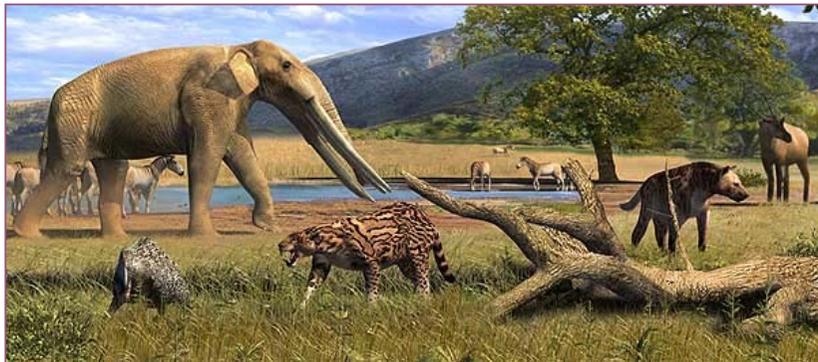
El clima no ha sido un elemento constante a lo largo de la historia de la Tierra

Cambio cubierta vegetal: ¿fenómeno inusual?

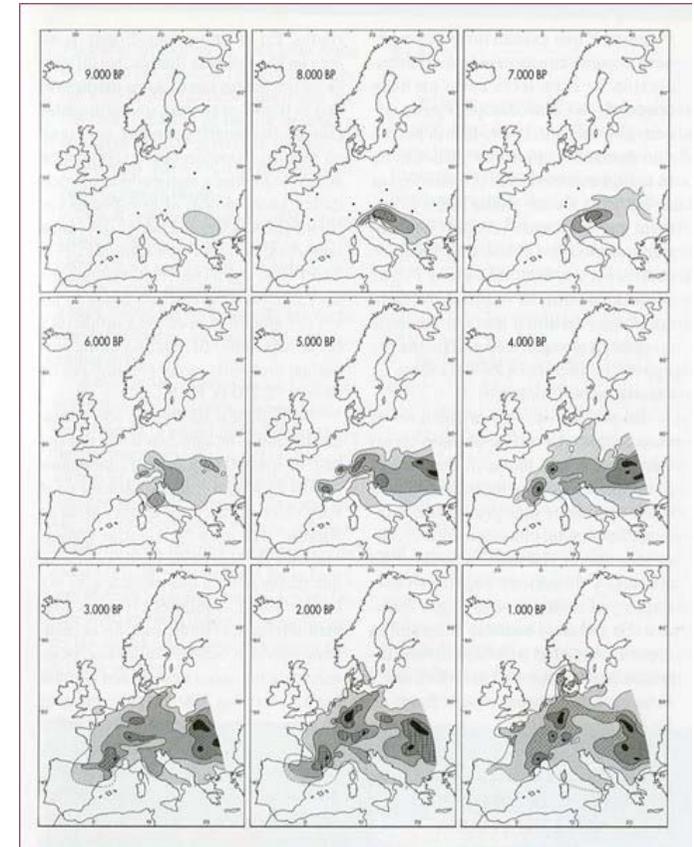
Evolución de la cubierta vegetal



Cretácico (65 M años BP). Clima más cálido y húmedo



Mioceno (10 M años BP). Clima más cálido y seco. Vegetación sabanoide



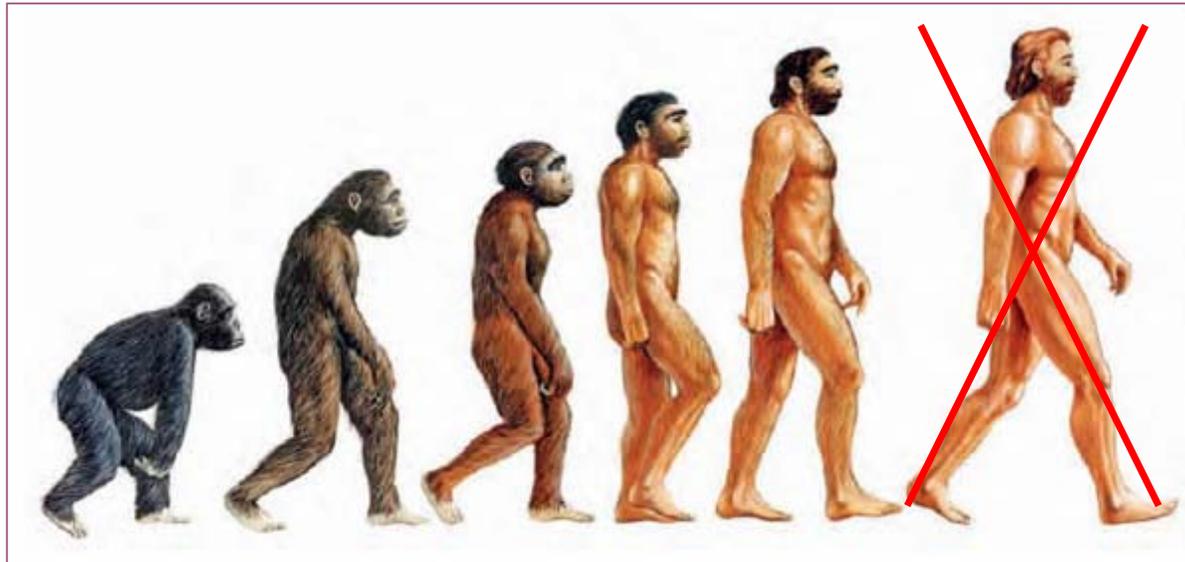
Evolución post-glacial de los hayedos en Europa

La cubierta vegetal ha evolucionado a lo largo de la historia de la Tierra => capacidad de adaptación autónoma de los Sistemas Forestales

Adaptación planificada de los Sistemas Forestales

Teniendo en cuenta la capacidad de adaptación autónoma de los sistemas forestales:

¿Por qué planificar medidas de adaptación?



¿No estaremos frenando la evolución natural de los sistemas forestales?

Adaptación planificada de los Sistemas Forestales

Teniendo en cuenta la resiliencia y capacidad de adaptación autónoma de los sistemas forestales:

¿Por qué plantear medidas de adaptación?

1. Razón moral

- Responsabilidad antropogénica en el Cambio Climático
- Responsabilidad hacia las generaciones futuras
- La intervención humana impide la natural evolución de los sistemas biológicos (fragmentación poblaciones)
- Velocidad del cambio > Velocidad de adaptación autónoma



Adaptación planificada de los Sistemas Forestales

Teniendo en cuenta la resiliencia y capacidad de adaptación autónoma de los sistemas forestales:

¿Por qué plantear medidas de adaptación?

2. Razón “económica”

- Los bosques son generadores de múltiples bienes y servicios a la sociedad
- El cambio climático está afectando a la prestación de estos servicios esenciales, con las graves consecuencias que ello puede acarrear para el bienestar de los seres humanos
- Adaptación debe garantizar la provisión de esos bienes y servicios, tanto en la actualidad como para las generaciones venideras

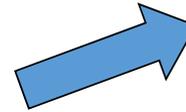


Adaptación planificada de los Sistemas Forestales

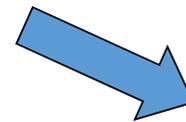
Escenario actual



Sin adaptación



Con adaptación



Adaptar no es perpetuar el sistema actual

Adaptar es conseguir el estado del sistema que mejor se ajuste a las nuevas condiciones proporcionando el mayor número de bienes y servicios



La Gestión Forestal como herramienta de adaptación planificada al Cambio Climático

Gestión forestal para la adaptación

¿ Cómo realizar una adaptación planificada de los sistemas forestales?

Gestión Forestal Sostenible (2ª Conferencia Pan-Europea de Protección de Bosques, Helsinki, 1993):

“La administración y uso de los bosques y tierras forestales de forma e intensidad tales que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a escala local, nacional y global, y que no causen daño a otros ecosistemas”



Incluir la Adaptación al CC como un objetivo de la gestión

Gestión Forestal para la Adaptación: gestionar adaptando

1. Partir de los principios de la Gestión Forestal clásica

- Perpetuación y mejora de los sistemas forestales gestionados (persistencia)
- Incremento de la superficie forestal y existencias (sostenibilidad ecológica y económica)
- Multifuncionalidad (maximizar rendimientos)



Gestión se ha adaptado a distintos escenarios sociales y económicos

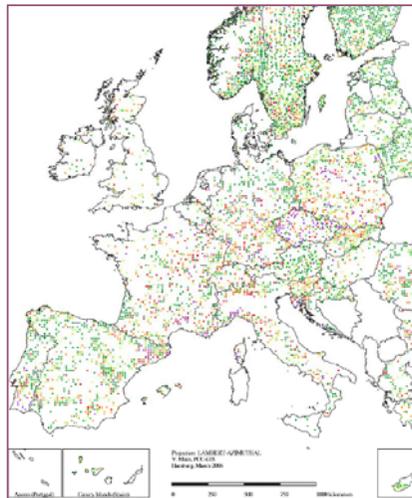
- El rodal como exclusivo componente del sistema
- Se ha basado en sistemas de ensayo agrícolas
- Búsqueda de la normalización, regularización y uniformización: simplificación



2. Monitorización de impactos, vulnerabilidades, capacidad adaptativa autónoma y eficacia de las medidas de adaptación

Decisión bajo incertidumbre requiere acceso a la mejor información

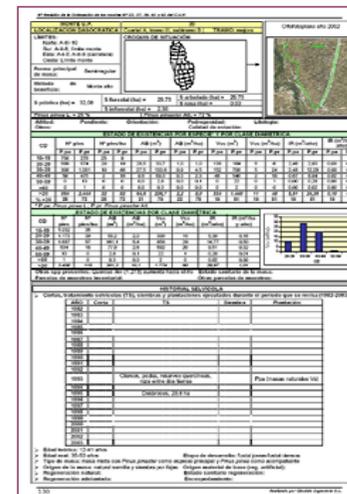
Redes de seguimiento de daños en los bosques



IFN



Inventarios para gestión a escala de monte



Redes de sitios de ensayo (SGEFORS GENFORD)



- Transformarlos en instrumentos para detección – evaluación de impactos
- Reformular objetivos en redes de investigación
- Facilitar acceso – homogeneizar => metabases de datos

3. Gestión Flexible y múltiples estados objetivo

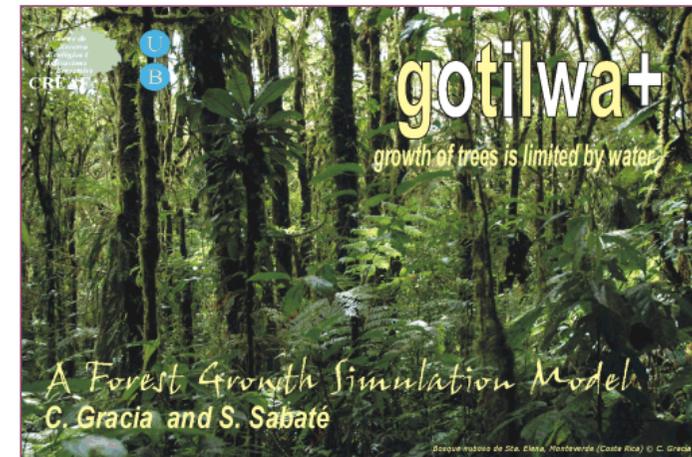
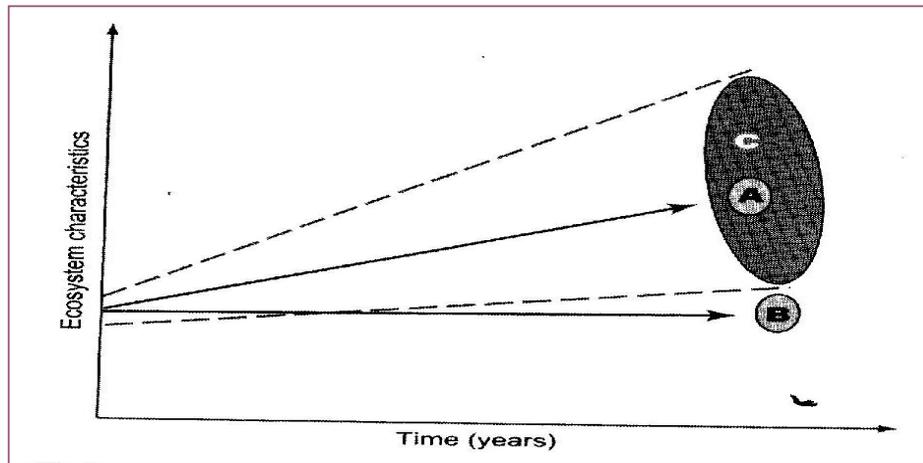
Gestión clásica: objetivos => esquema único gestión => único estado final

Edad	Ho	Hg	MASA PRINCIPAL ANTES DE LA CLARA				MASA EXTRAIDA		MASA TOTAL					
			N	Dg	G	V	N	Ve	CC					
20	5.34	4.77	366	17.4	8.7	22	96	0.04		1.10				
30	7.68	7.04	270	21.1	9.4	34	62	0.08		1.63				
40	9.62	8.92	207	24.8	10.0	46	42	0.15		1.70				
50	11.27	10.52	165	28.6	10.6	56	30	0.23		1.70				
60	12.70	11.90	136	32.3	11.1	66	22	0.33		1.67				
70	13.95	13.11	114	36.0	11.6	74	16	0.45		1.62				
80	15.07	14.19	98	39.6	12.1	82	13	0.58		1.52				
90	16.08	15.17	85	43.1	12.5	90	10	0.73		1.49				
100	17.00	16.06	75	46.6	12.9	96	8	0.89		1.41				
110	17.84	16.87	67	50.0	13.2	103	7	1.06		1.34				
120	18.61	17.62	61	53.4	13.6	108	61	1.786		108	176	176	1.47	1.32

- Basada en el principio del “pasado constante”
- Difícil y costoso de adaptar a escenarios cambiantes
- Una vez alcanzado los objetivos pueden haber cambiado

3. Gestión Flexible y múltiples estados objetivo

Gestión flexible: objetivos => propuestas de gestión => múltiples estados



- La gestión forestal debe considerar posibles estados futuros del sistema compatibles con los escenarios potenciales y con los objetivos propuestos
- Evaluación continua y planificación revisable
- Flexibilizar conceptos: turno, especie principal, distribución objetivo, posibilidad...
- Uso de modelos y SAD como herramientas de apoyo

4. Emular y aprovechar los procesos naturales

No “frenar” al monte

- Migración asistida (Inc. Microhabitat más favorables)
- Selección genotipos / procedencias con mayor tolerancia
- Plasticidad fenotípica
- Favorecer procesos naturales de regeneración / sustitución

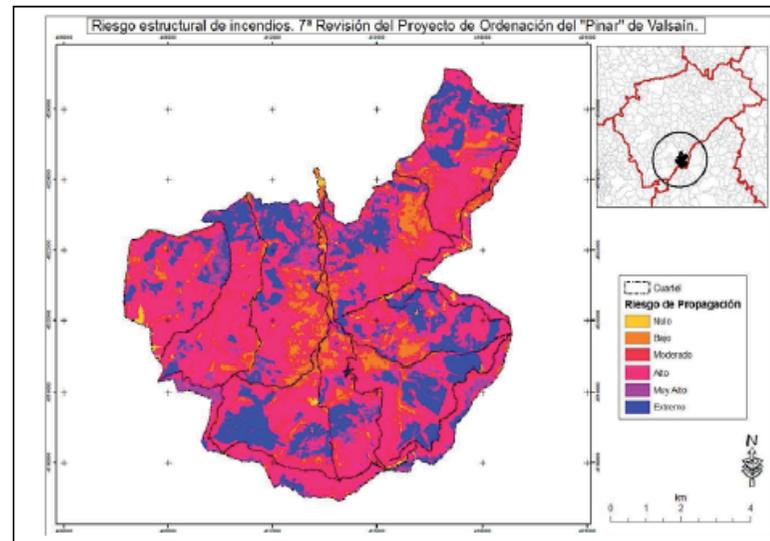


Regeneración de Pinus pinea y Juniperus thurifera bajo P. pinaster (Segovia)

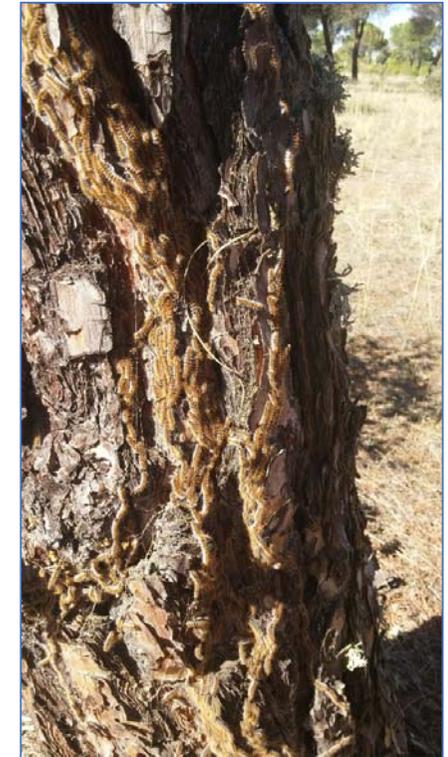
5. Anticipación: riesgo e incertidumbre

Considerar el riesgo y probabilidad de ocurrencia en los planes de gestión

- Modelizar impactos más probable ante posibles escenarios
- Planes de gestión flexibles y robustos ante escenarios cambiantes y perturbación
- Respuesta programada con anterioridad ("*plan B*")



7ª Revisión P.O. Valsain (Fuente MAGRAMA)



Plaga de procesionaria en Nava del Rey (Valladolid)

6. Aumentar la diversidad

A mayor diversidad, mayor rango de condiciones ecológicas compatibles

- Específica: masas mixtas más resilientes, facilitación => diversificar repoblaciones
- Estructural: masas irregulares, distinto nivel de vulnerabilidad según edades
- Genética: facilita selección individuos con mayor potencial de adaptación autónoma
- Heterogeneidad a escala de paisaje: distintas intensidades de intervención



Masas mixtas Pinus pinaster – Quercus pyrenaica (Soria)



Masa de Pinus pinea con estructura irregular (Hoy de Pinares, Ávila)

7. Promover la resistencia individual

Optimizar el uso del recurso limitante y proteger frente al impacto más probable

- Gestión de la competencia / facilitación
- Protección en estados iniciales
- Generación microhabitats locales más favorables
- Calidad de planta + técnicas de reforestación



Resalveo de sotobosque de Quercus sp bajo pinar (Valladolid)



Retro-araña, microcuenca, mulch y protectores (Foto: CEAM)



Clareos precoces en Pinus pinea (Valladolid)

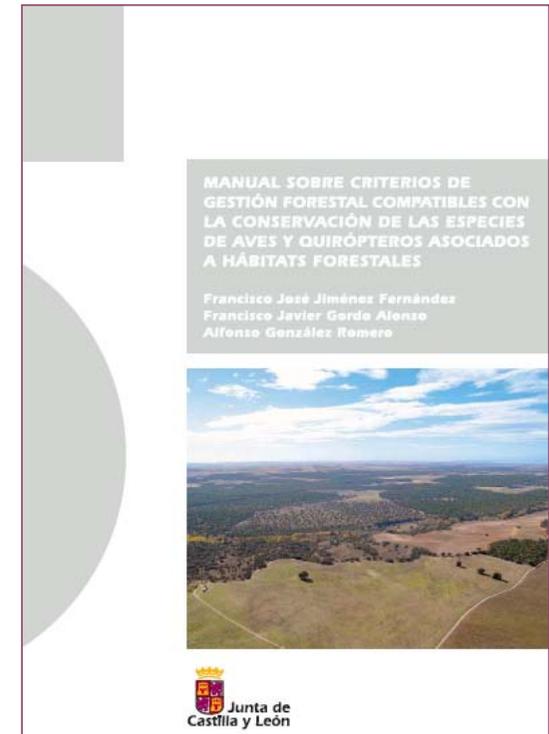


Señalamiento corta para liberación de regenerado bajo cubierta de Pinus pinea (Valladolid)

8. Gestionar ecosistemas, no conjunto de árboles

Considerar la importancia ecológica de todos los elementos del sistema, sus interacciones y el papel que pueden jugar en un escenario de cambio climático

- *Vegetación accesoria:*
 - Facilitación vs competencia
- *Fauna*
 - Dispersores - polinizadores
 - Herbivoría
- *Microfauna edáfica*
- *Hongos micorrícicos*



9. Localización de la gestión

No hay una “receta” global válida

Tipificación de los sistemas forestales

- No solo existencias
- Características ecológicas
- Vulnerabilidades & Potenciales impactos

Localización de la gestión

- Gestión individualizada
- Ordenación por rodales

Gestión basada en el conocimiento experto

- Muestreo estadístico?
- Simplificación de los proyectos de ordenación
- Gestión con base científica

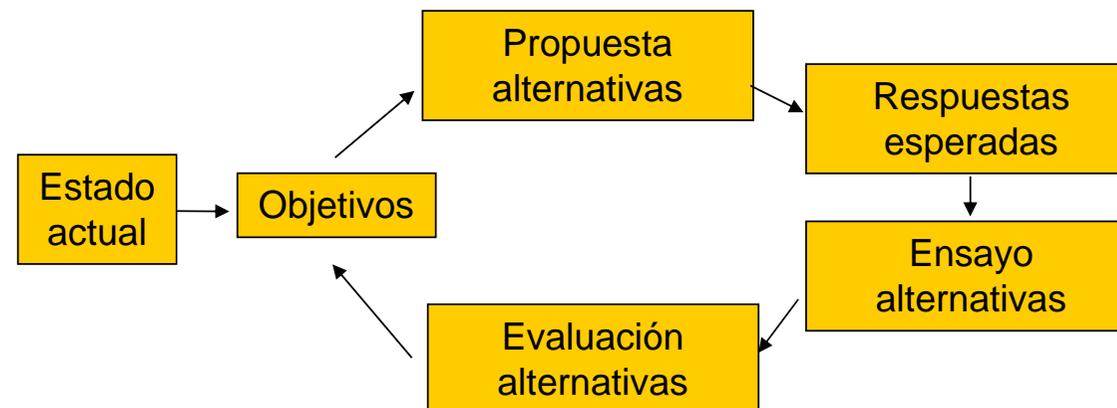
Taula 6. Menú de models de gestió per a les formacions pures.

Tipologia forestal	Estructura	Objectiu preferent	Característiques del model
PhLIT_A	Regularitzada	Fusta de serra normal amb Ø final -35 cm Augment de la resistència al foc	Règim d'aclarides mixtes i baixes Ph01
		Fusta de serra normal amb Ø final -35 cm Augment de la resistència al foc	Ac. plançonedada mecanitzada Ph02
		Fusta comercial amb Ø final -25 cm Augment de la resistència al foc	Torn curt Ph03
		Augment de la resistència al foc	Estructures forestals resistents al foc Ph04
PhLIT_B PhCON_A	Regularitzada	Fusta de serra normal amb Ø final -30 cm Augment de la resistència al foc	Règim d'aclarides mixtes i baixes Ph05
		Fusta comercial amb Ø final -20 cm Augment de la resistència al foc	Torn curt Ph06
		Augment de la resistència al foc	Estructures forestals resistents al foc Ph07
PhLIT_C PhCON_B	Regularitzada	Augment de la resistència al foc	Estructures forestals resistents al foc Ph08



10. Manejo adaptativo

- Proceso sistemático para la mejora continua de las prácticas y políticas de gestión mediante el aprendizaje a partir de los resultados de las actividades selvícolas
- Proceso cíclico en el cada actuación es parte de un experimento a escala real planificado para obtener información útil para la gestión forestal



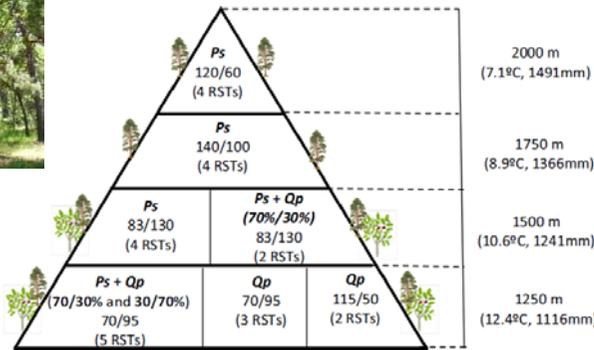
- Permite contrastar los resultados de la gestión, y proponer alternativas
- Red Natura 2000, Red Bosques Modelo, programas investigación en PP.NN.



**Casos prácticos de investigación en Gestión Forestal
para la Adaptación al Cambio Climático**

1. Gestión Flexible y múltiples estados objetivo

EJEMPLO 1 : Vulnerabilidad frente al cambio climático: Simulación escenarios de gestión. *Pinus sylvestris* Sierra Guadarrama



Tipologías

species mixture [in % basal area]	age (or stand development stage)	site type (>see separate sheet)	Correspondence	SI	Species
1.1 Q. ilex 100%	overmature (>120 years)		1 1250-good		13 Quercus ilex
2.1 Q. pyrenaica 30%, Q. ilex 70%	coppice		2 1250-good		13 Quercus ilex
2.1 Q. pyrenaica 30%, Q. ilex 70%	coppice		2 1250-good		17 Quercus pyrenaica
3.1 Q. pyrenaica 100% dense	coppice		2 1250-good		17 Quercus pyrenaica
4.1 Q. pyrenaica 100% low dense	coppice		2 1250-good		17 Quercus pyrenaica
5.1 Q. pyrenaica 70%, P. sylvestris 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
5.1 Q. pyrenaica 70%, P. sylvestris 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		3 1250-good		29 P. sylvestris
6.1 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: thicket (20 years)		3 1250-good		29 P. sylvestris
6.1 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: thicket (20 years)		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
6.2 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: pole (50 years)		3 1250-good		29 P. sylvestris
6.2 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: pole (50 years)		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
6.3 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		3 1250-good		29 P. sylvestris
6.3 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
6.4 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: irregular		3 1250-good		29 P. sylvestris
6.4 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: irregular		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
7.1 Q. pyrenaica 100% dense	coppice		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
8.1 Q. pyrenaica 100% low dense	coppice		3 1250-good		17 Quercus pyrenaica
9.1 Q. pyrenaica 100% dense	coppice		4 1250-moderate		14 Quercus pyrenaica
10.1 Q. pyrenaica 100% low dense	coppice		4 1250-moderate		14 Quercus pyrenaica
11.1 P. sylvestris 100%	thicket (20 years)		5 1500-good		26 P. sylvestris
11.2 P. sylvestris 100%	pole (50 years)		5 1500-good		26 P. sylvestris
11.3 P. sylvestris 100%	mature (80 years)		5 1500-good		26 P. sylvestris
11.4 P. sylvestris 100%	over mature (>120 years)		5 1500-good		26 P. sylvestris
12.1 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		5 1500-good		26 P. sylvestris
12.1 P. sylvestris 70%, Q. pyrenaica 30%	Q.pyr: coppice, P.sylv: mature (80 years)		5 1500-good		14 Quercus pyrenaica
13.1 P. sylvestris 100%	thicket (20 years)		6 1750-good		23 P. sylvestris
13.2 P. sylvestris 100%	pole (50 years)		6 1750-good		23 P. sylvestris
13.3 P. sylvestris 100%	mature (80 years)		6 1750-good		23 P. sylvestris
13.4 P. sylvestris 100%	over mature (>120 years)		6 1750-good		23 P. sylvestris
14.1 P. sylvestris 100%	thicket (20 years)		7 2000-moderate		17 P. sylvestris
14.2 P. sylvestris 100%	pole (50 years)		7 2000-moderate		17 P. sylvestris
14.3 P. sylvestris 100%	mature (80 years)		7 2000-moderate		17 P. sylvestris
14.4 P. sylvestris 100%	over mature (>120 years)		7 2000-moderate		17 P. sylvestris

Clima actual

Elevation	Tmax	Tmin	Tavg	P (mm)
1250	14.83	5.92	10.38	1116.3
1500	12.86	4.74	8.80	1241.3
1750	10.88	3.57	7.23	1366.3
2000	8.90	2.39	5.65	1491.2

Escenarios Climáticos

Elevation	ΔT (°C) - annual P mean (mm)				
	C1	C2	C3	C4	C5
1250	Δ3.80 - 872	Δ3.85 - 950	Δ3.98 - 1093	Δ4.68 - 944	Δ5.99 - 875
1500	Δ3.80 - 970	Δ3.85 - 1056	Δ3.97 - 1216	Δ4.68 - 1049	Δ5.98 - 974
1750	Δ3.78 - 1068	Δ3.83 - 1163	Δ3.96 - 1338	Δ4.66 - 1154	Δ5.97 - 1072
2000	Δ3.84 - 1166	Δ3.88 - 1269	Δ4.01 - 1460	Δ4.71 - 1258	Δ6.02 - 1170

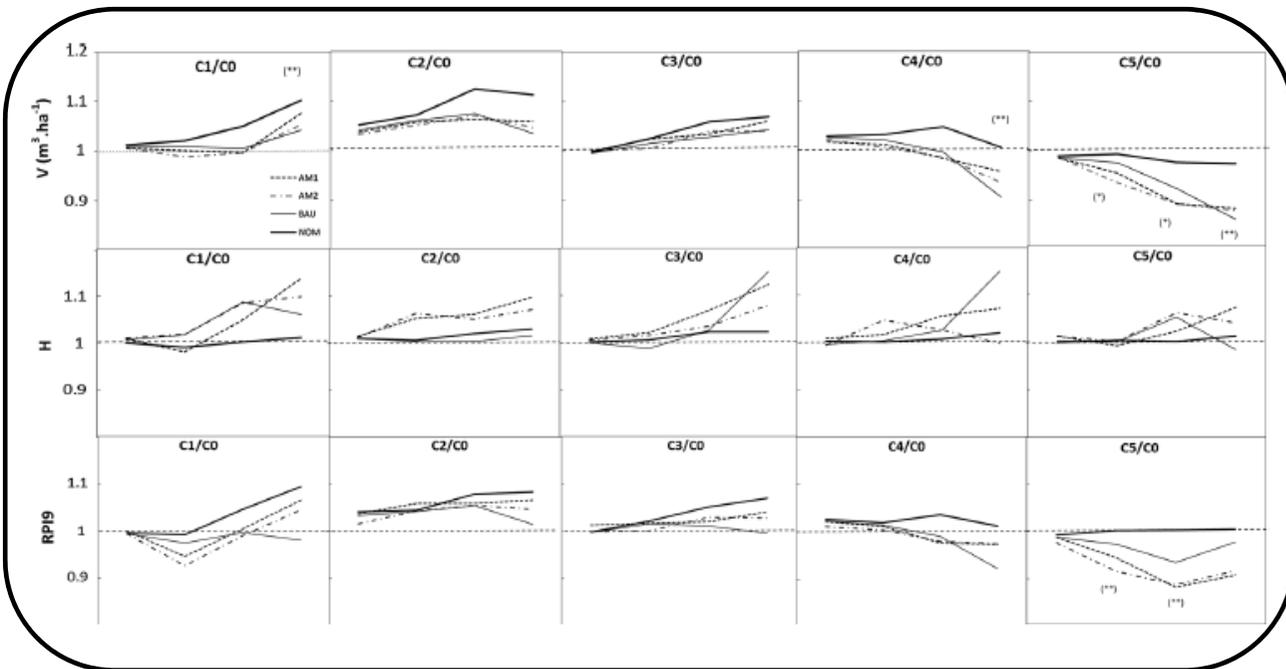
Alternativas de gestión

Practice	Stande age (years)													
	T=0	T=20	T=30	T=40	T=60	T=70	T=80	T=90	T=100	T=110	T=120	T=130	T=140	
Natural Regeneration (Q. pyrenaica)	X					X							X	
Natural Regeneration (P. sylvestris)	X										X			
Tending (Q. pyrenaica)		X						X						
Tending (P. sylvestris)		X											X	
Thinning from below (Q. pyrenaica)			X						X					
Thinning from below (P. sylvestris)				X						X			X	
Random thinning (Q. pyrenaica)					X	X					X			
Random thinning (P. sylvestris)						X		X						
Clearcutting (Q. pyrenaica)							X						X	
Seedling cutting (P. sylvestris)									X					
Shelterwood cutting (P. sylvestris)										X				
Final cutting (P. sylvestris)											X			

1. Gestión Flexible y múltiples estados objetivo

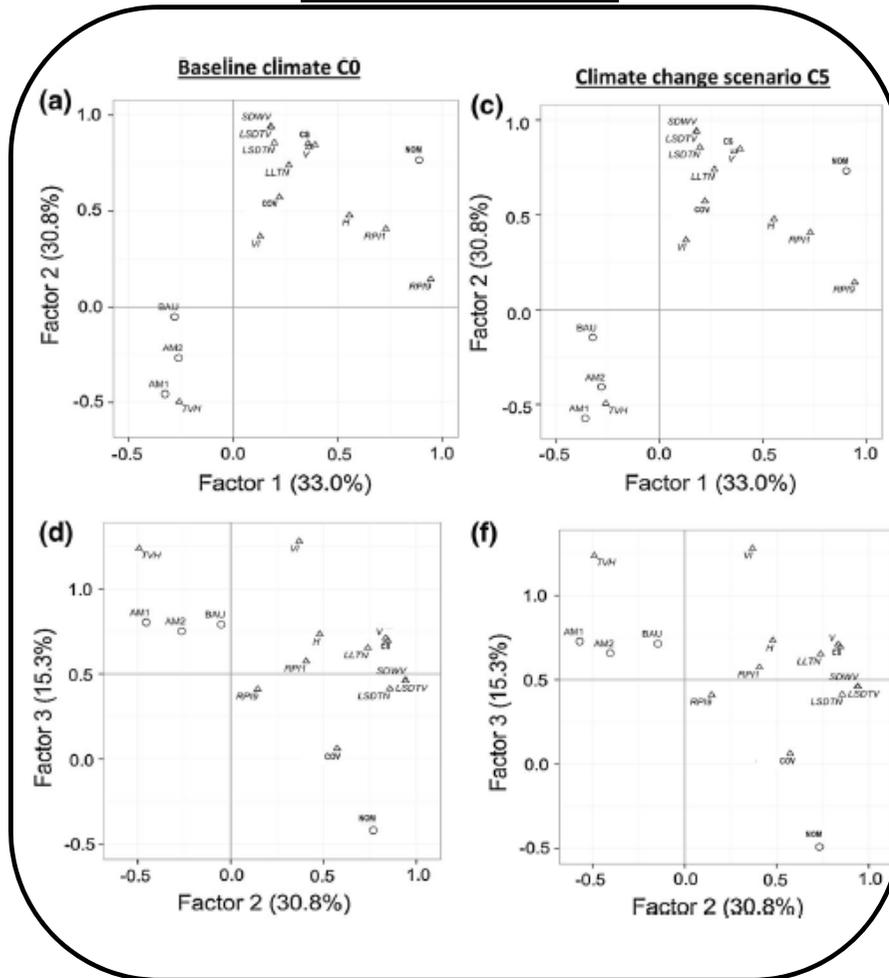
Casos prácticos

EJEMPLO 1 : Vulnerabilidad frente al cambio climático: Simulación escenarios de gestión. *Pinus sylvestris* Sierra Guadarrama



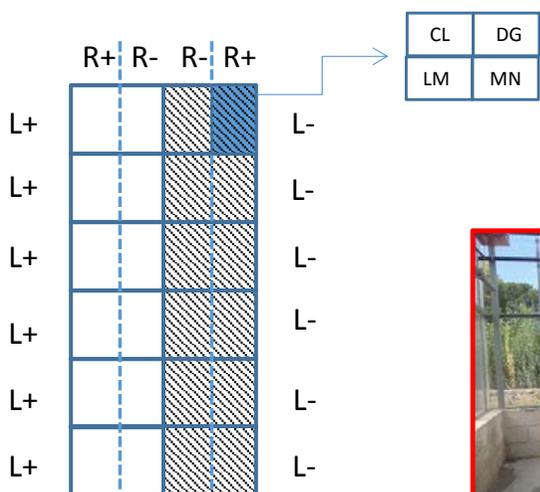
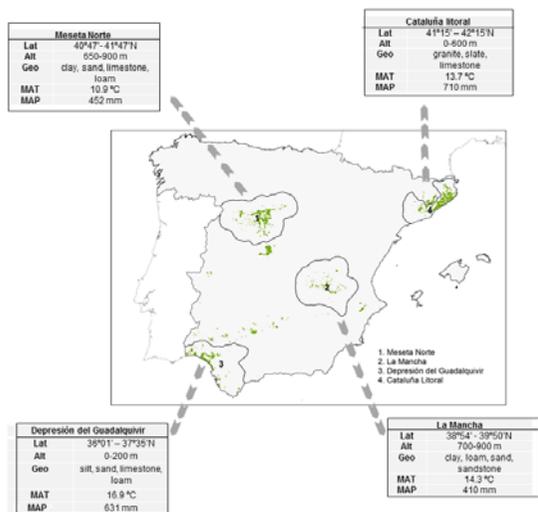
Sensibilidad al cambio climático

Análisis factorial



2. Emular y favorecer procesos naturales

EJEMPLO 2 : ¿es la procedencia un factor adaptativo en *Pinus pinea*?



- R+: control, 25% (v/v)
- R-: hasta 10%
- L+: control, sin sombra
- L-: 40% sombra



1. Escasa variabilidad genética y adaptativa de la especie.
 ¿existen diferencias entre procedencias en:

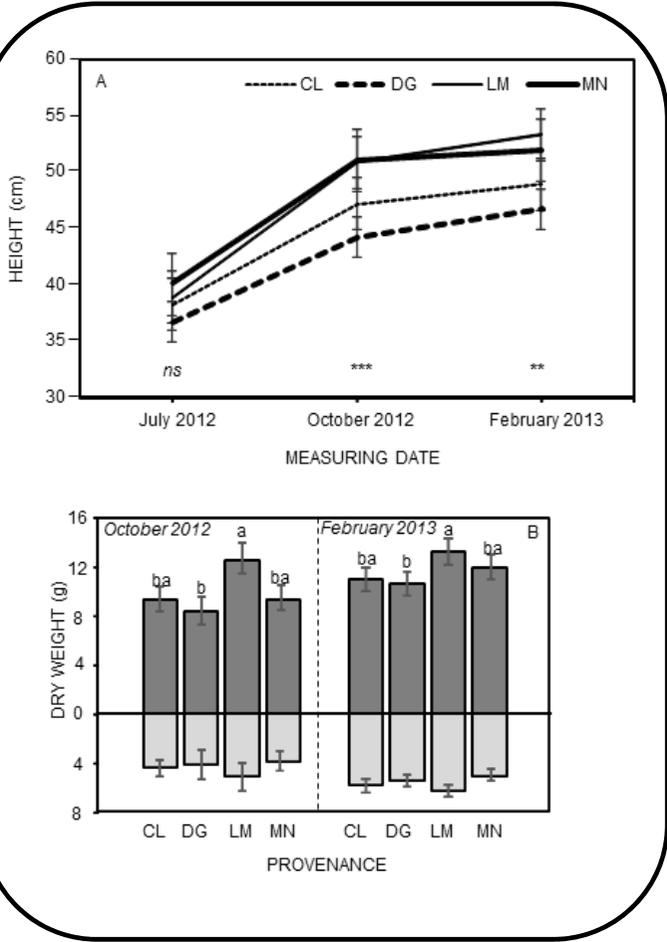
1. Crecimiento
2. Reparto de biomasa
3. Capacidad fotosintética ?

3. ¿Responden estas diferencias a un compromiso entre los niveles de luz y agua?

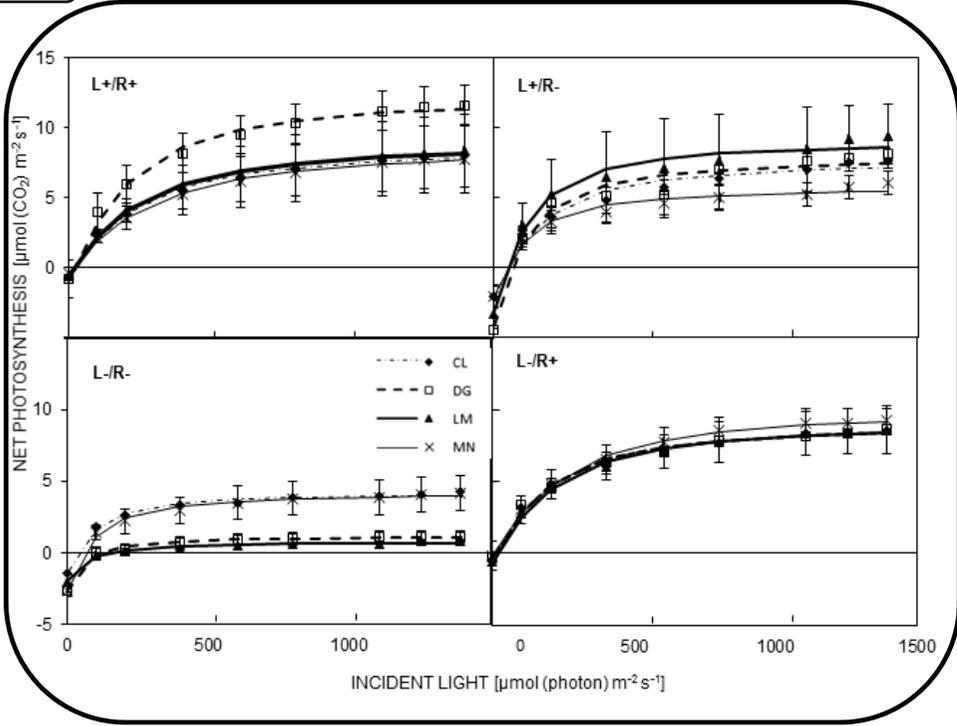
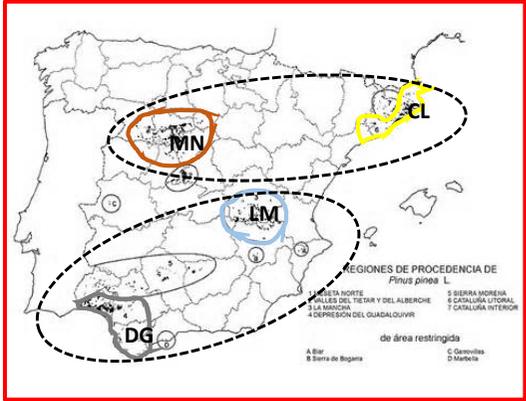
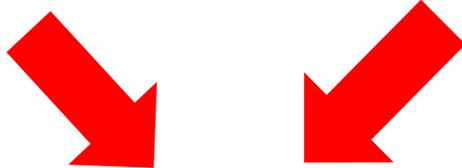
2. Emular y favorecer procesos naturales

Casos prácticos

EJEMPLO 2 : ¿es la procedencia un factor adaptativo en *Pinus pinea*?



Morfología



Curvas A-luz

3. Anticipación: riesgo e incertidumbre

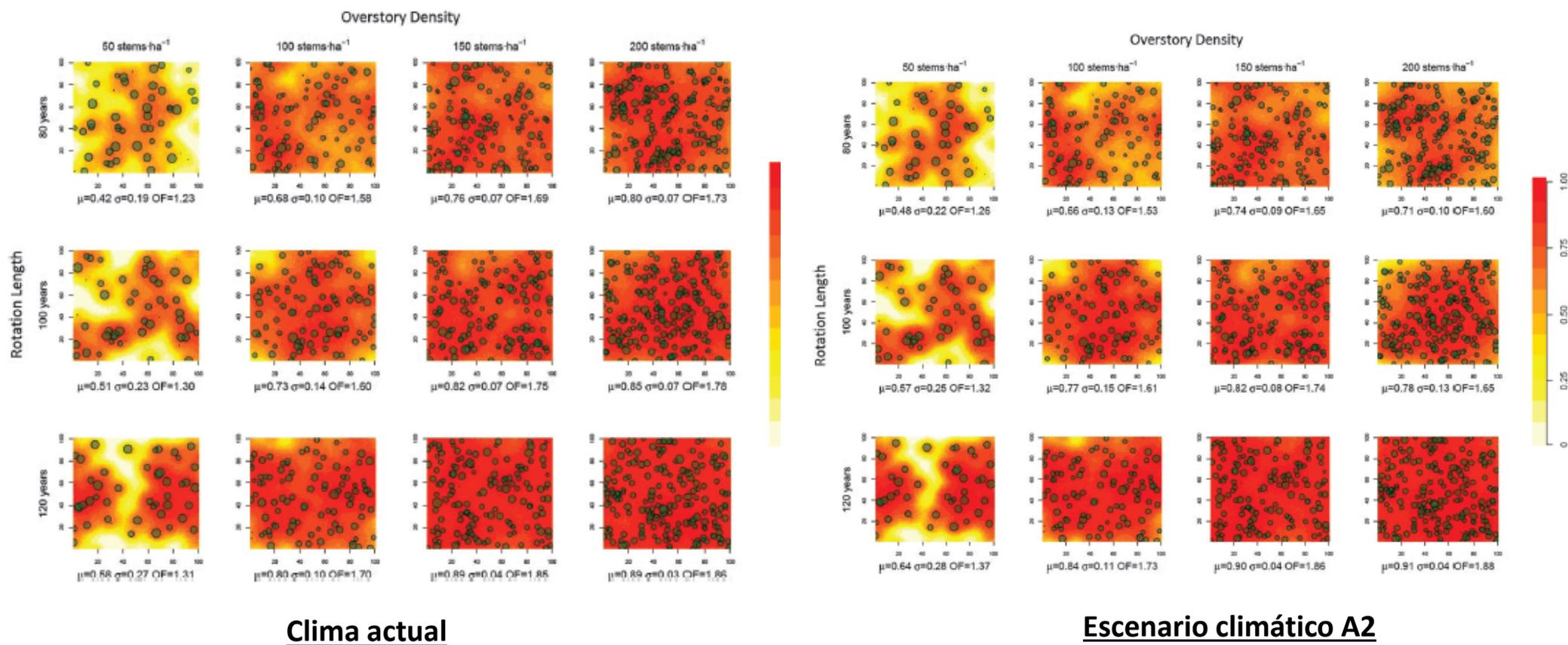
EJEMPLO 3 : Gestión forestal enfocada a la regeneración natural: *Pinus pinea* en la Meseta Castellana



3. Anticipación: riesgo e incertidumbre

EJEMPLO 3 : Gestión forestal enfocada a la regeneración natural: *Pinus pinea* en la Meseta Castellana

Probabilidad de supervivencia de al menos 1 planta/m²

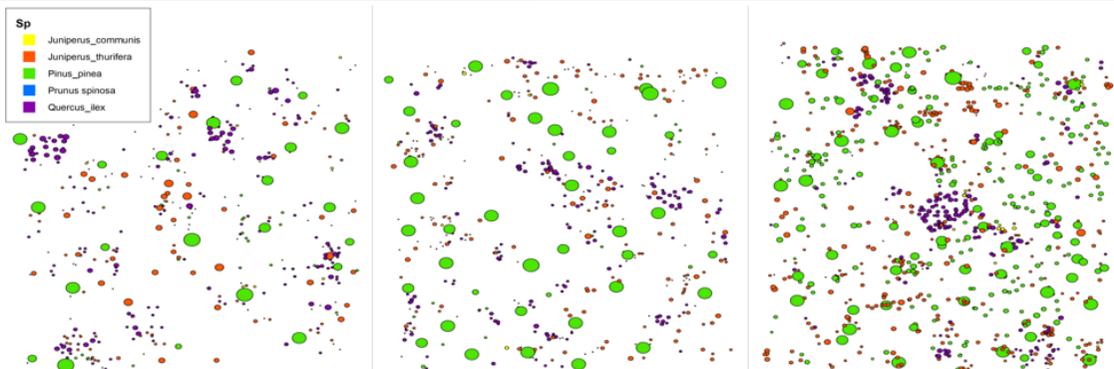


Clima actual

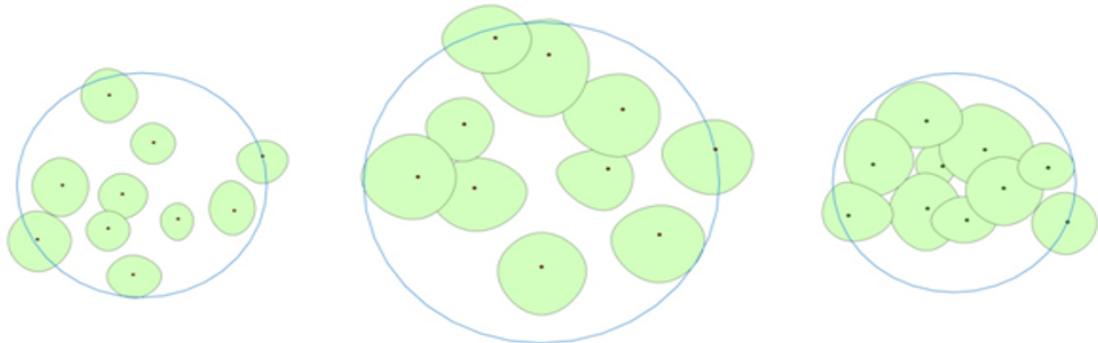
Escenario climático A2

4. Aumentar la diversidad

EJEMPLO 4 : Competencia masas mixtas vs masas puras



Mixed stands



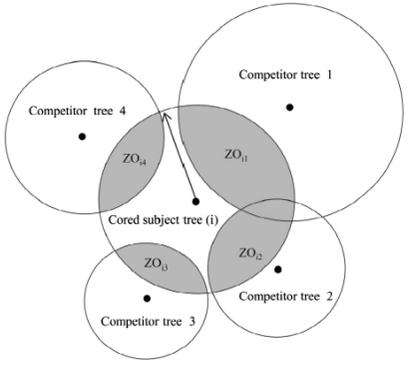
Pure stands



Stocking density I
(10m²/ha)

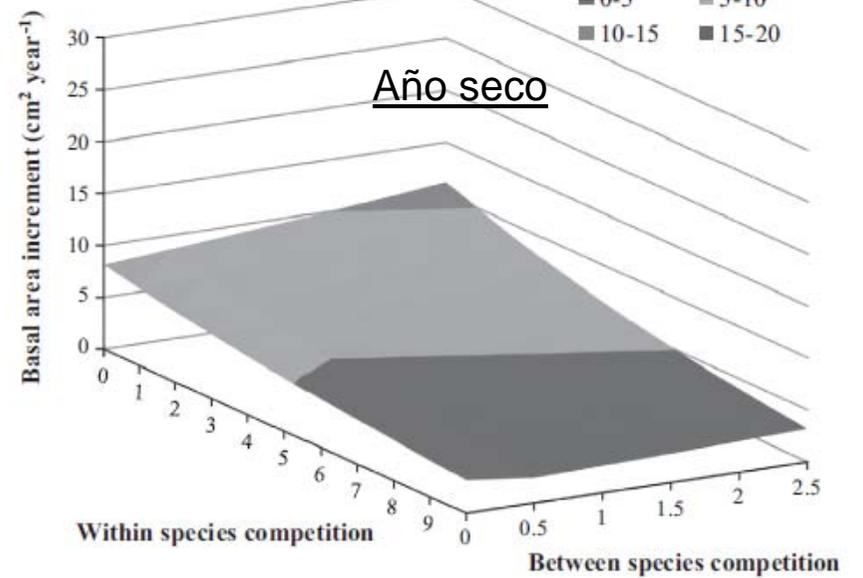
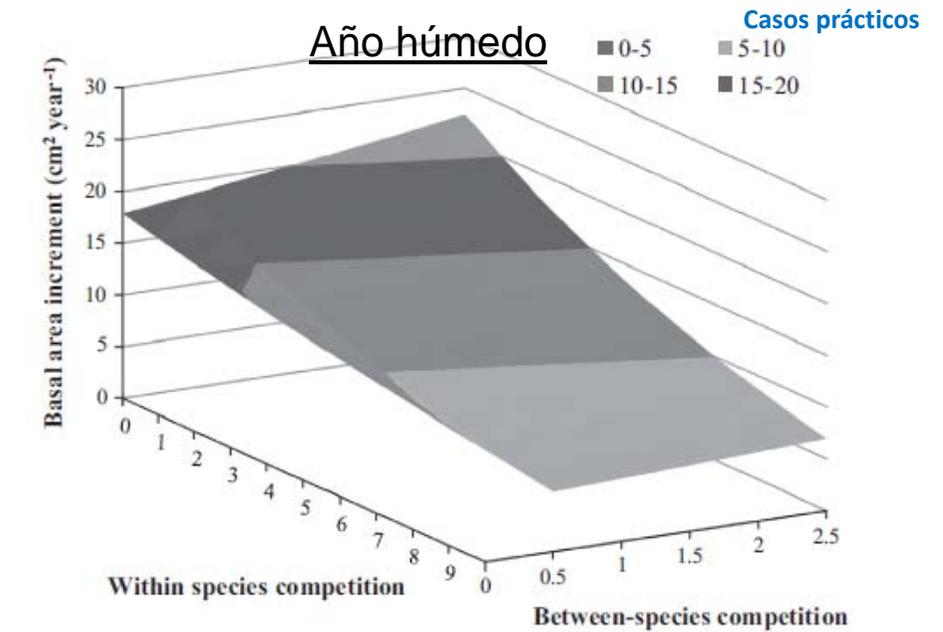
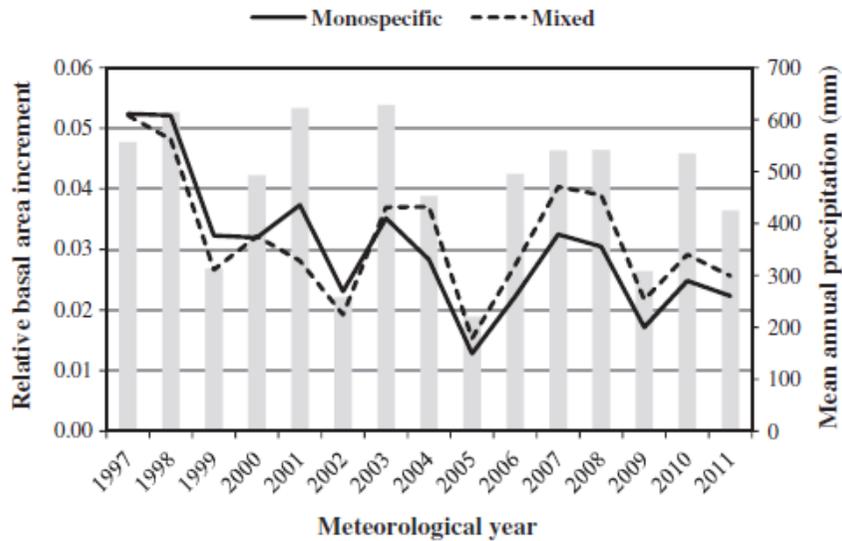
Stocking density II
(15m²/ha)

Stocking density III
(20m²/ha)



4. Aumentar la diversidad

EJEMPLO 4 : Competencia masas mixtas vs masas puras



5. Promover la resistencia individual: *Optimizar el uso del recurso limitante y proteger frente al impacto más probable*

EJEMPLO 5: Efecto del riego estival y del mulch orgánico en una plantación de *Pinus pinea* y *Quercus ilex* en una zona quemada

Zona incendiada

5-10% supervivencia

Mulch

Riego

1.1 ha

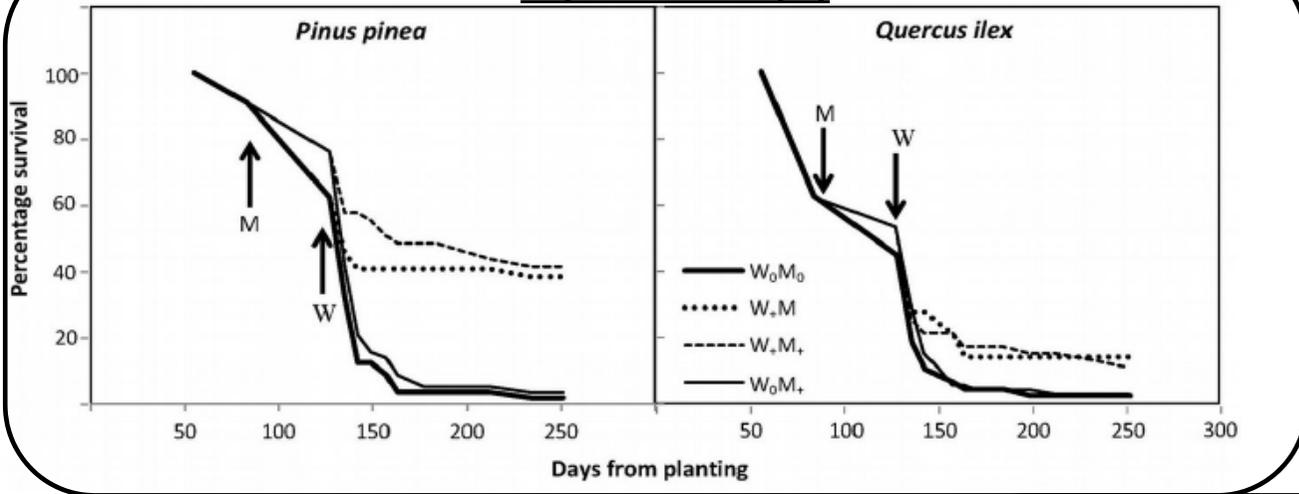
Marzo 2011

200 hoyos

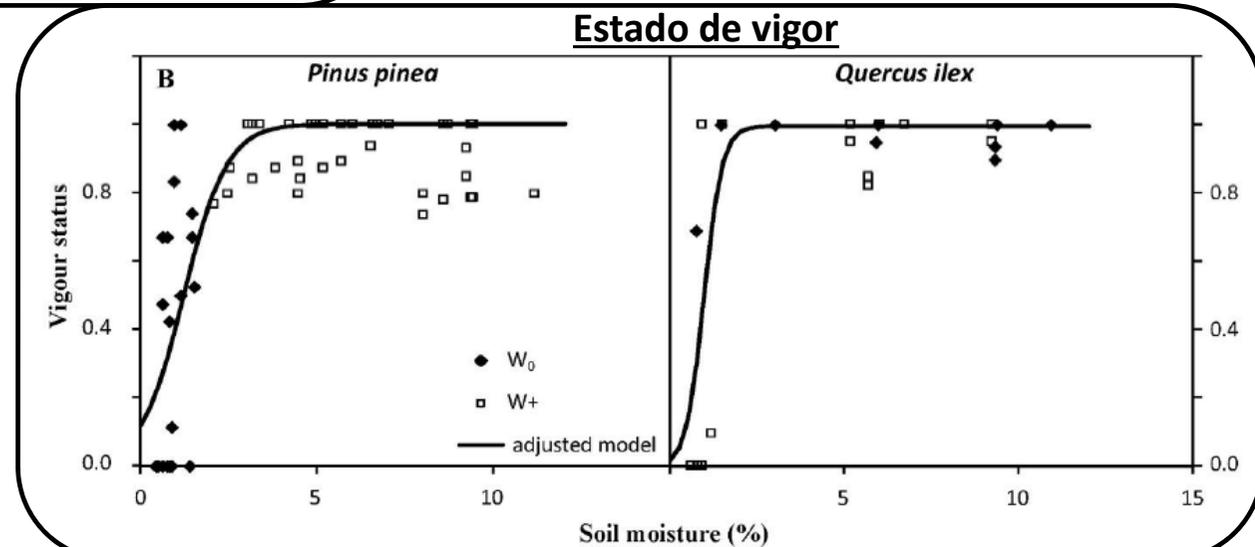
5. Promover la resistencia individual: *Optimizar el uso del recurso limitante y proteger frente al impacto más probable*

EJEMPLO 5: Efecto del riego estival y del mulch orgánico en una plantación de *Pinus pinea* y *Quercus ilex* en una zona quemada

Supervivencia (%)



Estado de vigor





Muchas gracias por su atención

Agradecimientos

- RTA2013-00011-C2.1, AGL2010-15521, AT2013-004, PROPINEA, RTA-2007-00044, FP7-KBBE-2012-ARANGE