

29-5-09

Restauración ecológica de campos abandonados en ambientes mediterráneos. Un enfoque multi-escala

Máster O. en Restauración de Ecosistemas - Medio rural y periurbano

José María Rey Benayas



Departamento de Ecología



Esquema

- Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza.
- Restauración pasiva y restauración activa.
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos ecológicos implicados).
- Propuesta de un diseño de ecosistema.
- La restauración en el mundo real.





- **Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza.**
- Restauración pasiva y restauración activa.
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos ecológicos implicados).
- Propuesta de un diseño de ecosistema.
- La restauración en el mundo real.

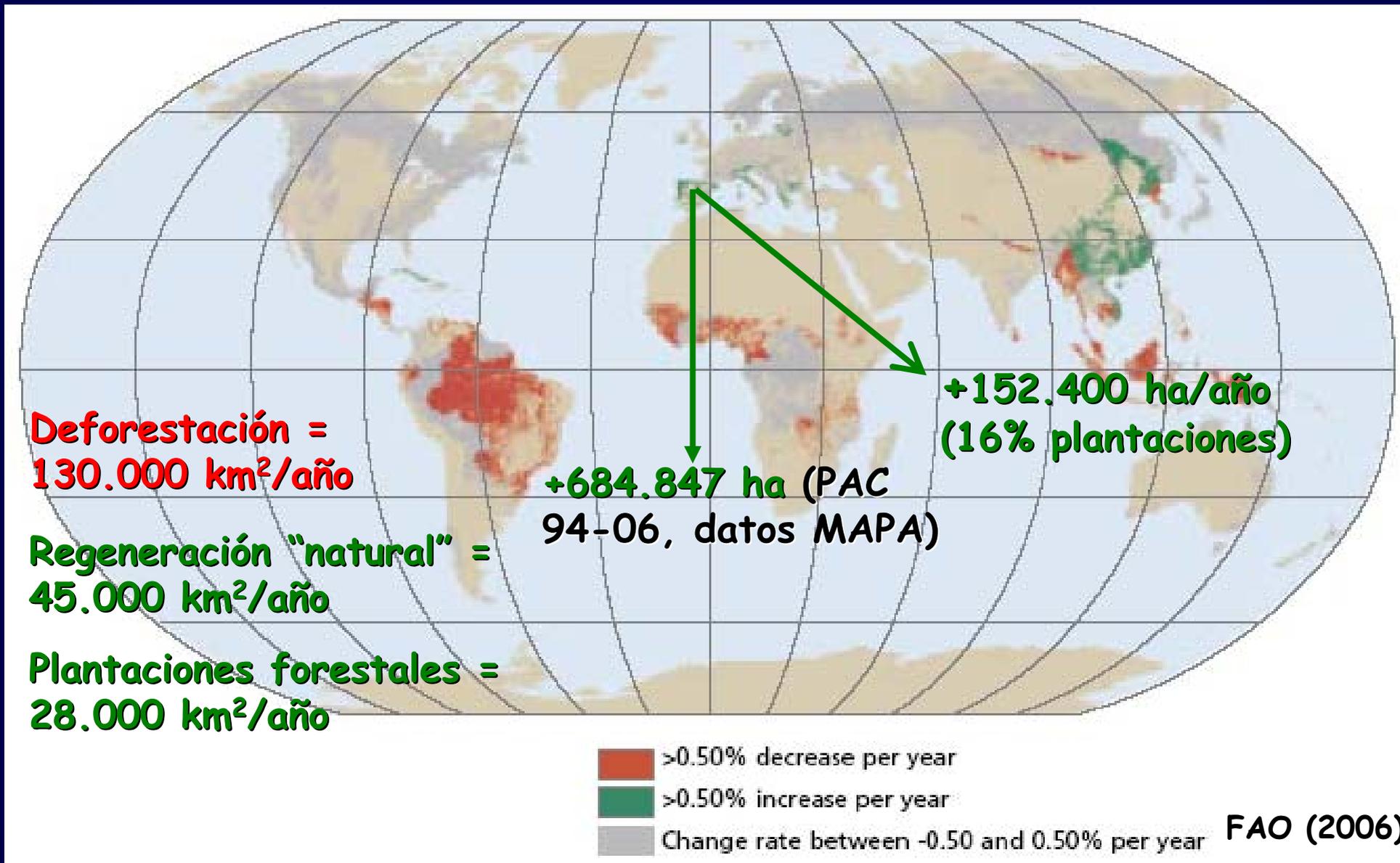
1. Agricultura y conservación

- La **frontera agropecuaria avanza** en la mayor parte del mundo.
- Se **intensifica** la superficie agrícola utilizada.
- Aumenta la cantidad de **tierra degradada** debido a actividades agrícolas y ganaderas.
- En otros lugares, se **han abandonado** grandes extensiones de tierras agrícolas y pastizales durante los últimos años.
- Se reconoce el **valor de conservación** de muchos hábitats y especies ligados al uso agrícola y ganadero.



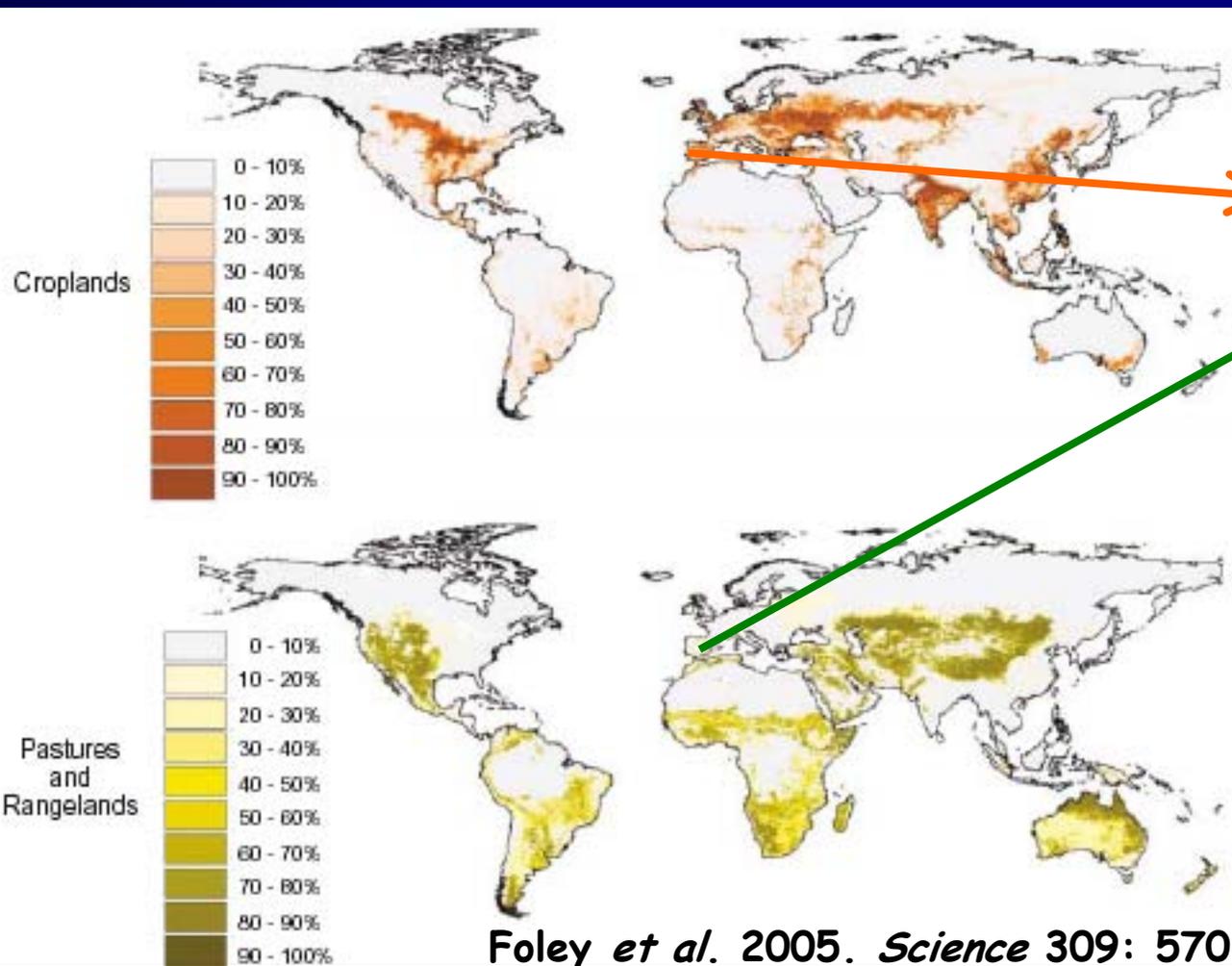
1. Agricultura y conservación

Deforestación y reforestación en el mundo (2000-2005)



1. Agricultura y conservación

En la actualidad, las tierras agrícolas y los pastizales ocupan el 40% de la superficie emergida del Globo.



En España, la superficie **cultivada** y de **pastos** representa el **36%** y **11%** (Fuente: MAPA 2004).



1. Agricultura y conservación

Arranque de viñedos en La Mancha (43.500 ha en España en 2008)



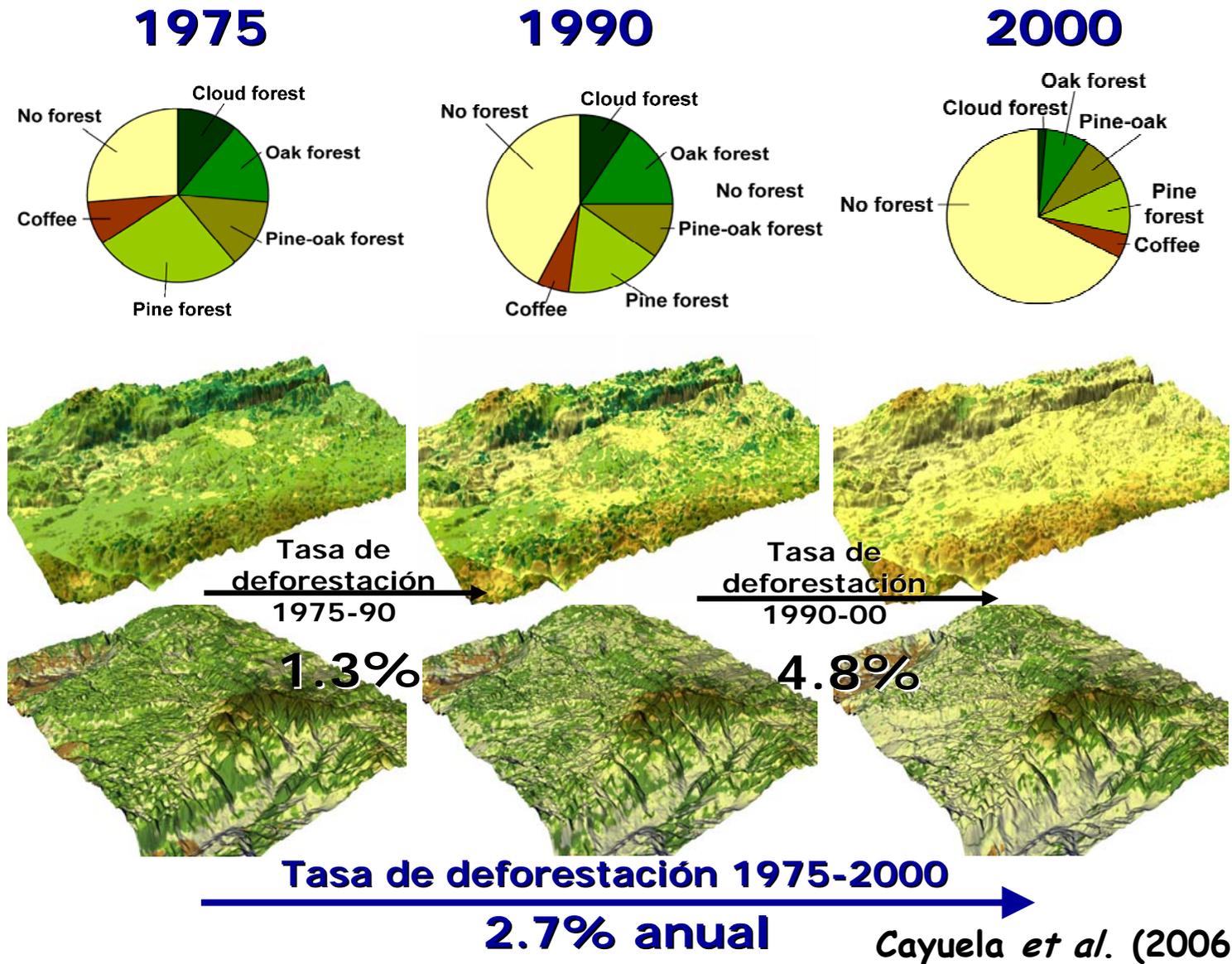
1. Agricultura y conservación

Reforestación de tierras agrícolas incentivadas por la PAC



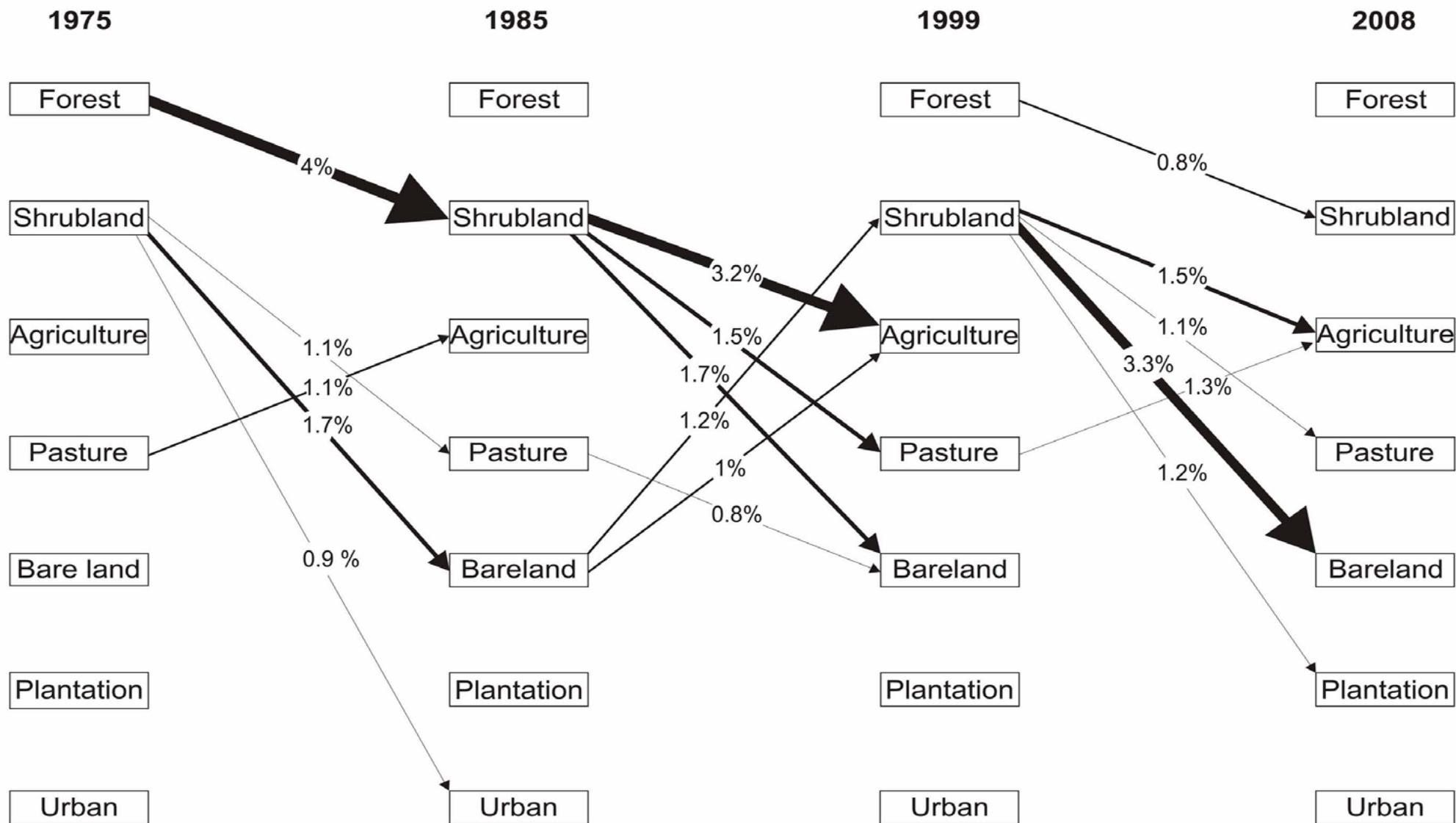
1. Agricultura y conservación

Pérdida de superficie forestal (Altos de Chiapas, México)



1. Agricultura y conservación

Pérdida de superficie forestal (Chile central)



1. Agricultura y conservación

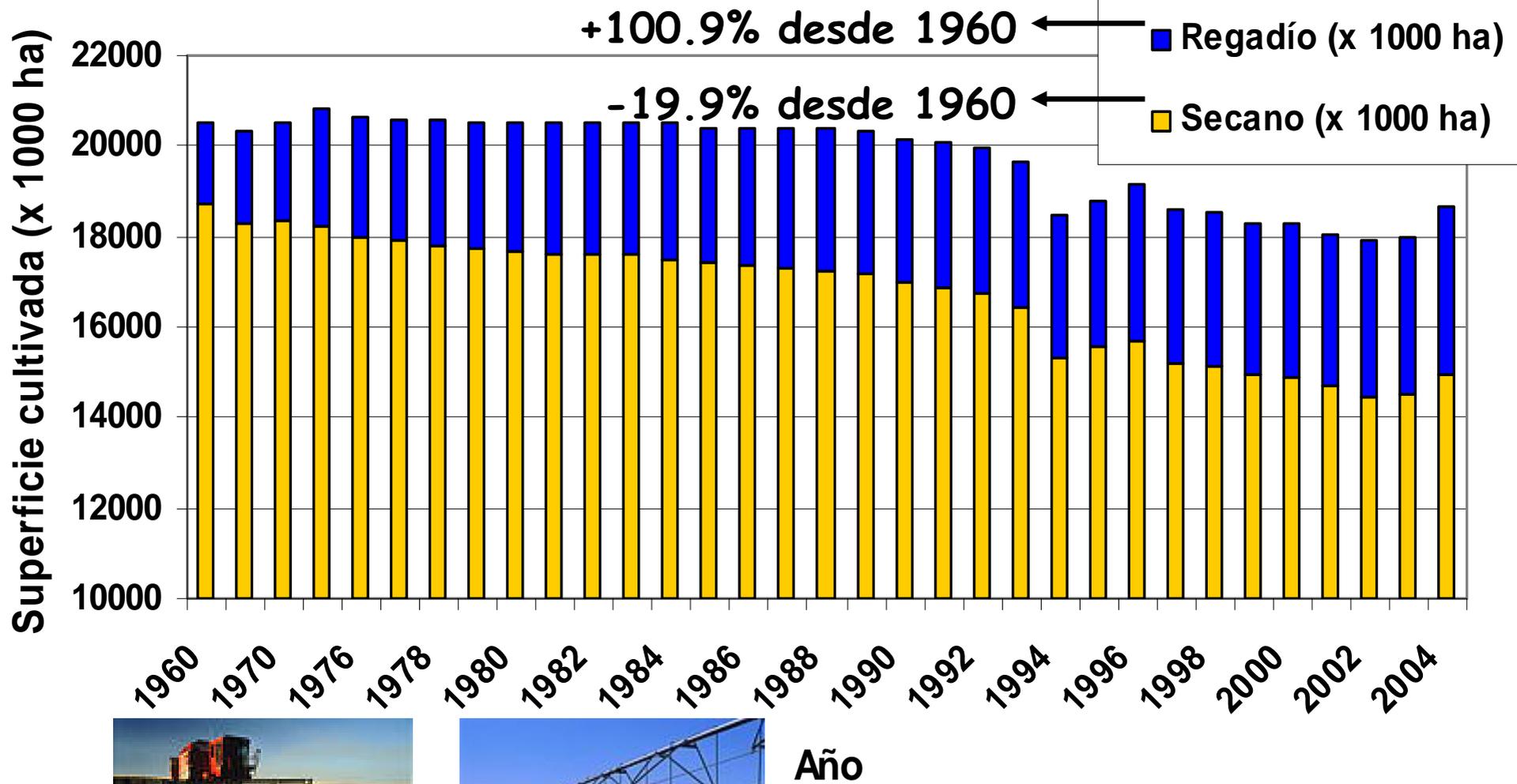
Intensificación de la agricultura



1 Ahora

1. Agricultura y conservación

Abandono e intensificación de la agricultura en España



1. Agricultura y conservación

- **Directiva Hábitats de la UE:** de las 7 grandes categorías de hábitats terrestres, 4 incluyen usos agrícolas y ganaderos (pastizales, matorrales, dehesas, etc.).
- Muchas **especies** dependen de los sistemas agrarios extensivos.





- Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza.
- **Restauración pasiva y restauración activa.**
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos implicados).
- Propuesta de un diseño de ecosistema.
- La restauración en el mundo real.

2. Restauración pasiva y restauración activa

- Los **campos abandonados** y otros terrenos deforestados pueden ser sujetos de la restauración pasiva u objetos de la restauración activa.
- La **restauración pasiva** es la sucesión secundaria. Restaura más y con menores costes.
- La **restauración activa** se basa en la plantación [y manejo] de árboles y arbustos. Es más cara e interesa en casos específicos (fracaso de la restauración pasiva, rapidez en resultados, incentivos económicos, etc.).
- Hay **modelos mixtos**, como la ejecución de técnicas en puntos del territorio que favorezcan la restauración pasiva a escala de paisaje.

2. Restauración pasiva y restauración activa



Exclusión de ganado (Doñana, España)



Posadero para aves (California)

2. Restauración pasiva y restauración activa

La restauración pasiva es rápida en ambientes favorables para la productividad ...



Potrero activo



1 año



2 años

Potreros abandonados en Veracruz, México



5 años



6 años

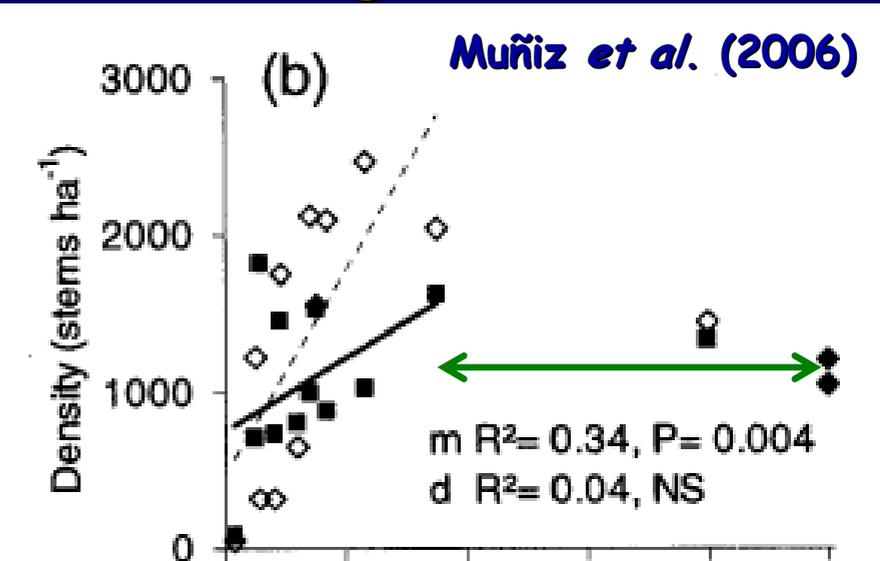
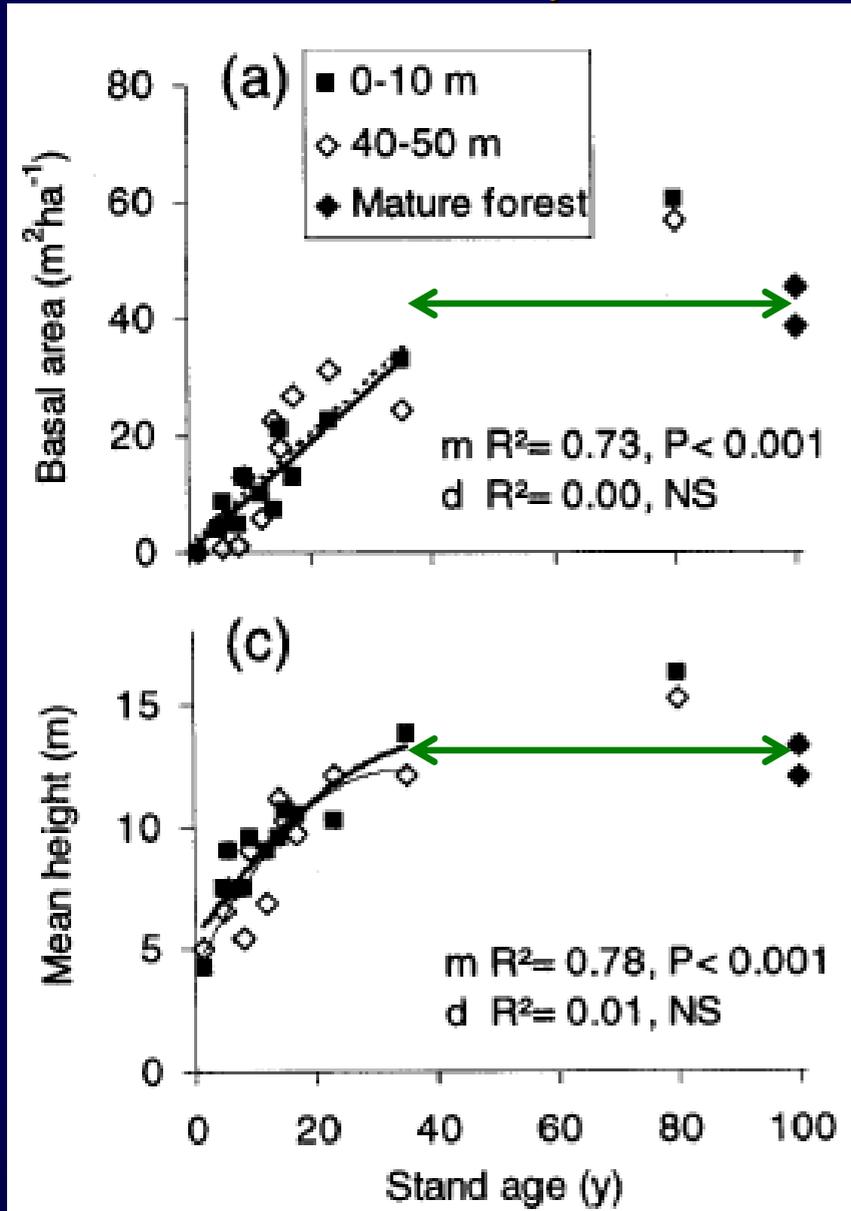


9 años

CRONOSECUENCIA (EDAD DE ABANDONO)

2. Restauración pasiva y restauración activa

Sucesión secundaria y estructura de la vegetación en Veracruz



2. Restauración pasiva y restauración activa

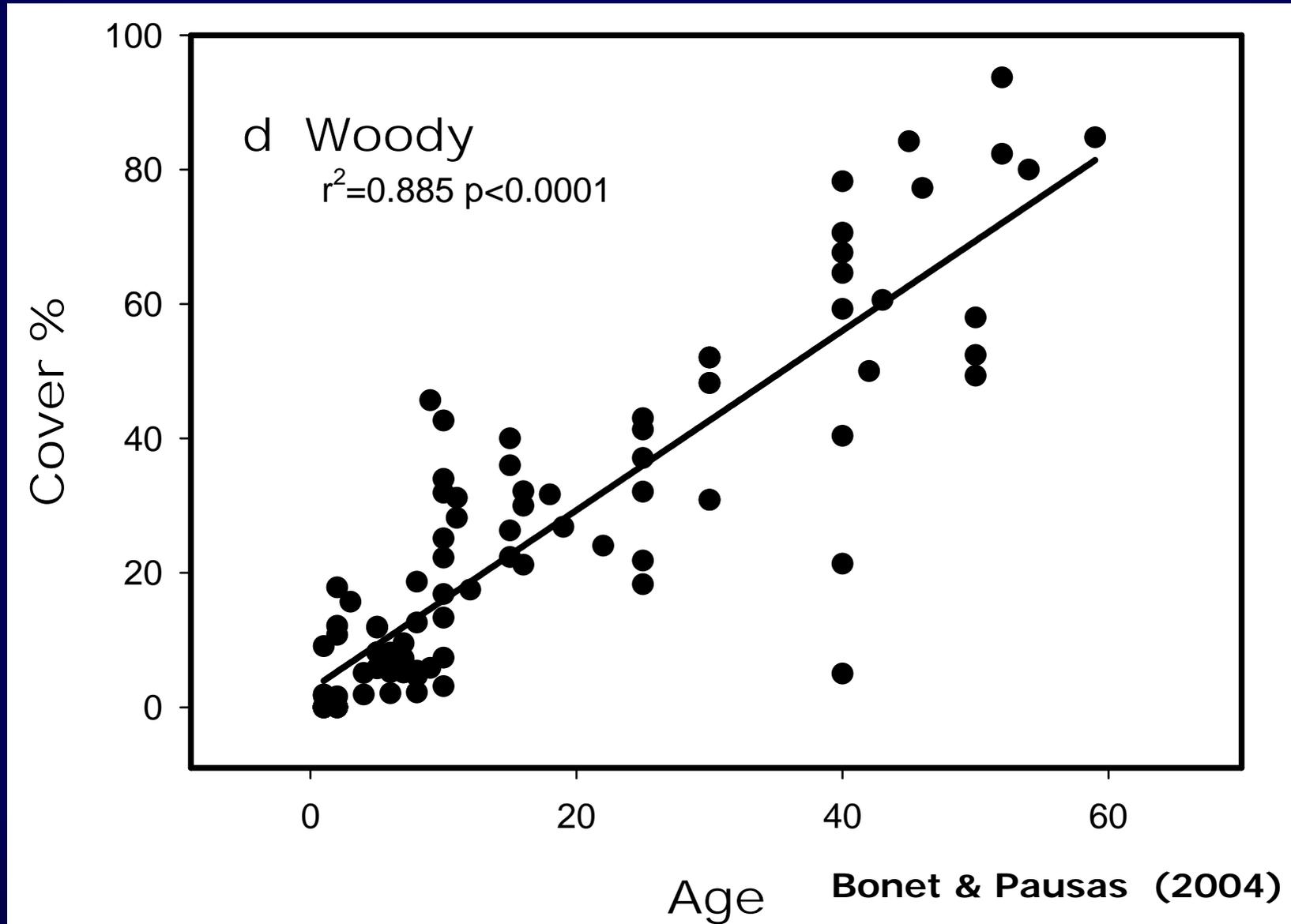
... Pero lenta en ambientes desfavorables para la productividad como el mediterráneo

Matorral de *Retama sphaerocarpa* tras dos décadas de abandono en Marchamalo, Guadalajara



2. Restauración pasiva y restauración activa

Sucesión secundaria y cubierta leñosa en Levante



2. Restauración pasiva y restauración activa

El establecimiento y crecimiento de las plantas leñosas está limitado

- La elevada **radiación**.
- La baja disponibilidad de **agua** en el verano.
- Las **hierbas** son fuertes competidores por los recursos.
- La disponibilidad de **propágulos** (llegada o depredación).
- Otros factores tales como las **heladas** invernales, el **herbivorismo** y la **fertilidad**.





- Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza.
- Restauración pasiva y restauración activa.
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos ecológicos implicados).
- Propuesta de un diseño de ecosistema.
- La restauración en el mundo real.

3. Restauración activa y procesos

En la restauración activa debe tenerse en cuenta

- Elección de especies apropiadas.
- Producción de material de calidad para la revegetación. ■
- Introducción correcta en el campo.
- Manejo de las plantas introducidas.
- Seguimiento y evaluación del proyecto.

3. Restauración activa y procesos

La restauración ecológica, un proceso de procesos



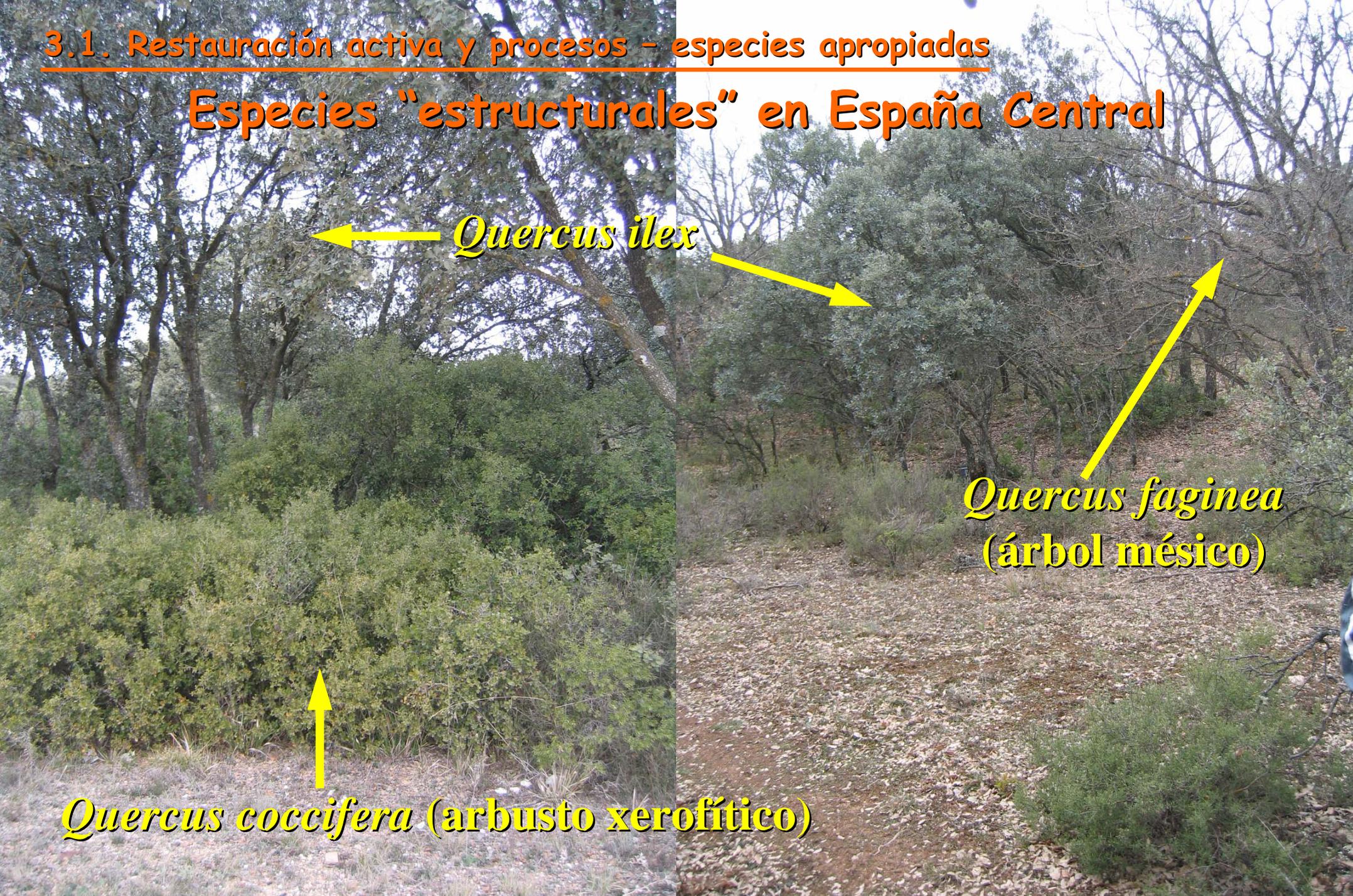
3.1. Restauración activa y procesos - especies apropiadas

Especies "estructurales" en España Central

← *Quercus ilex*

Quercus faginea
(árbol méxico)

↑ *Quercus coccifera* (arbusto xerofítico)

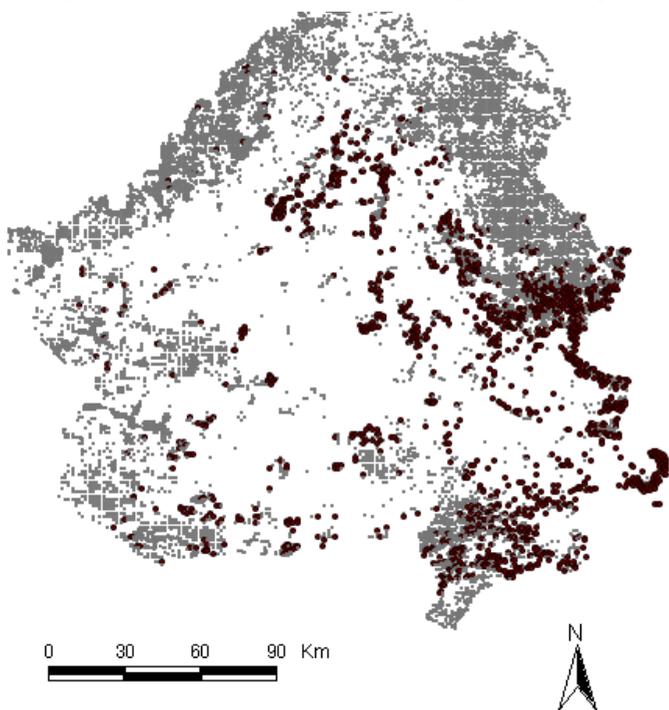


3.1. Restauración activa y procesos - especies apropiadas

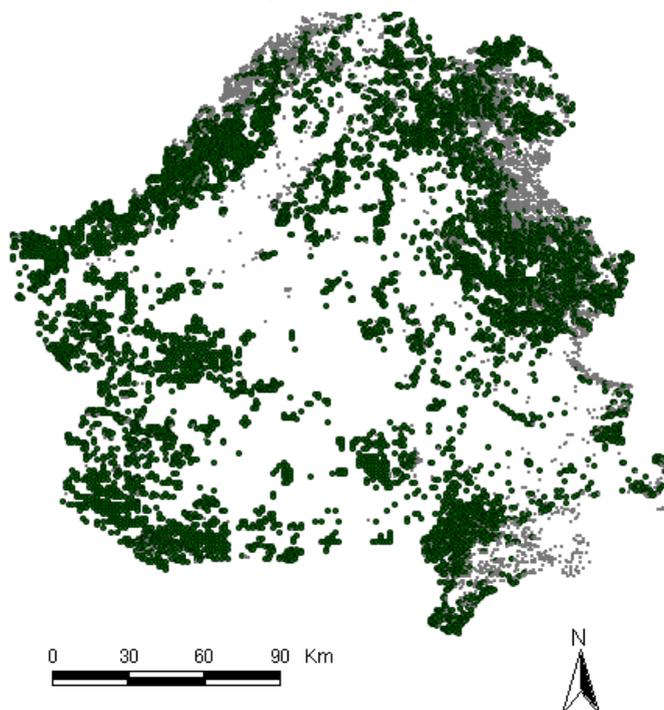
Análisis regional (Fuente: IFN II)

N = 12.047 inventarios

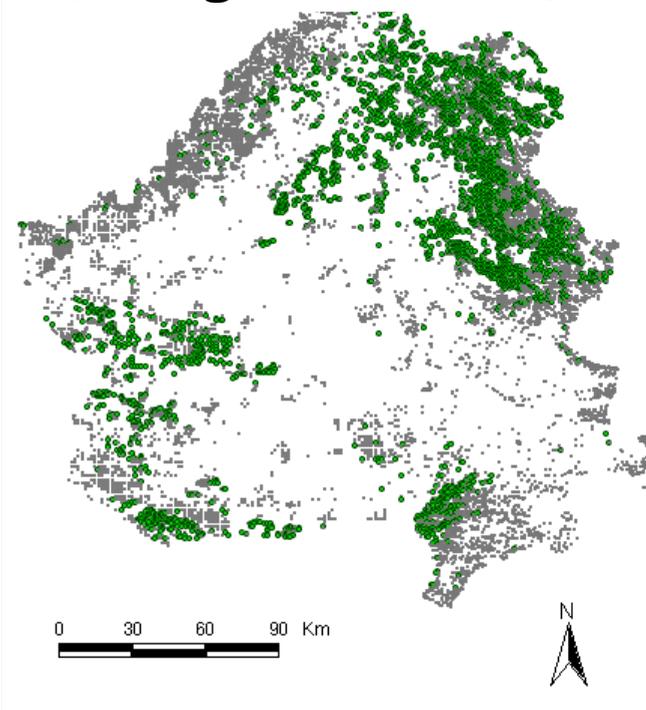
Q. coccifera (14%)



Q. ilex (68%)



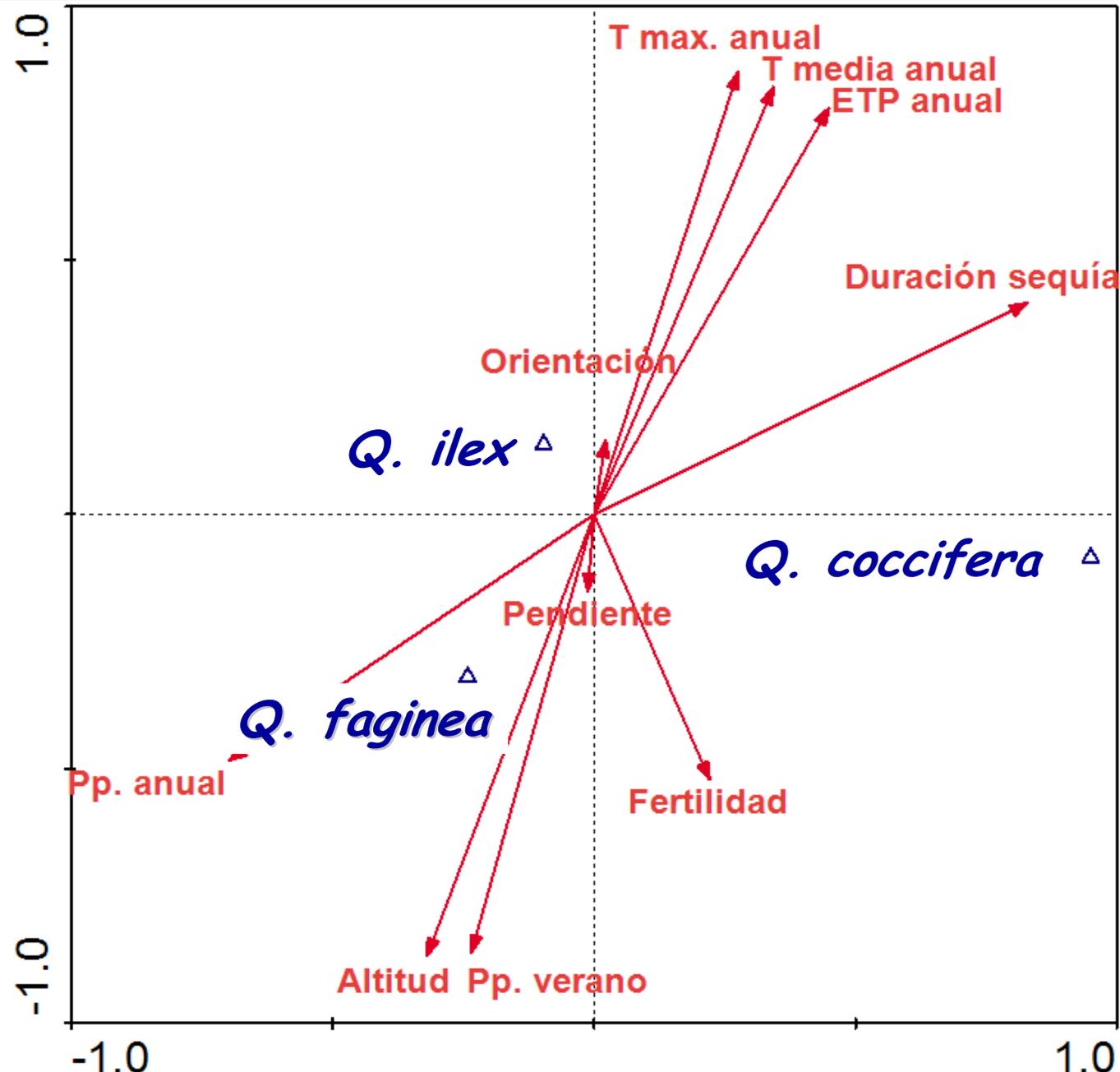
Q. faginea (26%)



Solamente el 22.5% de los inventarios no tiene ninguna de las tres especies

Resultados inéditos

3.1. Restauración activa y procesos - especies apropiadas



Análisis Canónico de Correspondencias

	I	II
% var sp	25.3	32.4
% var amb	78	100

Solamente introducir especies "asociadas" al ambiente del campo abandonado

Resultados inéditos

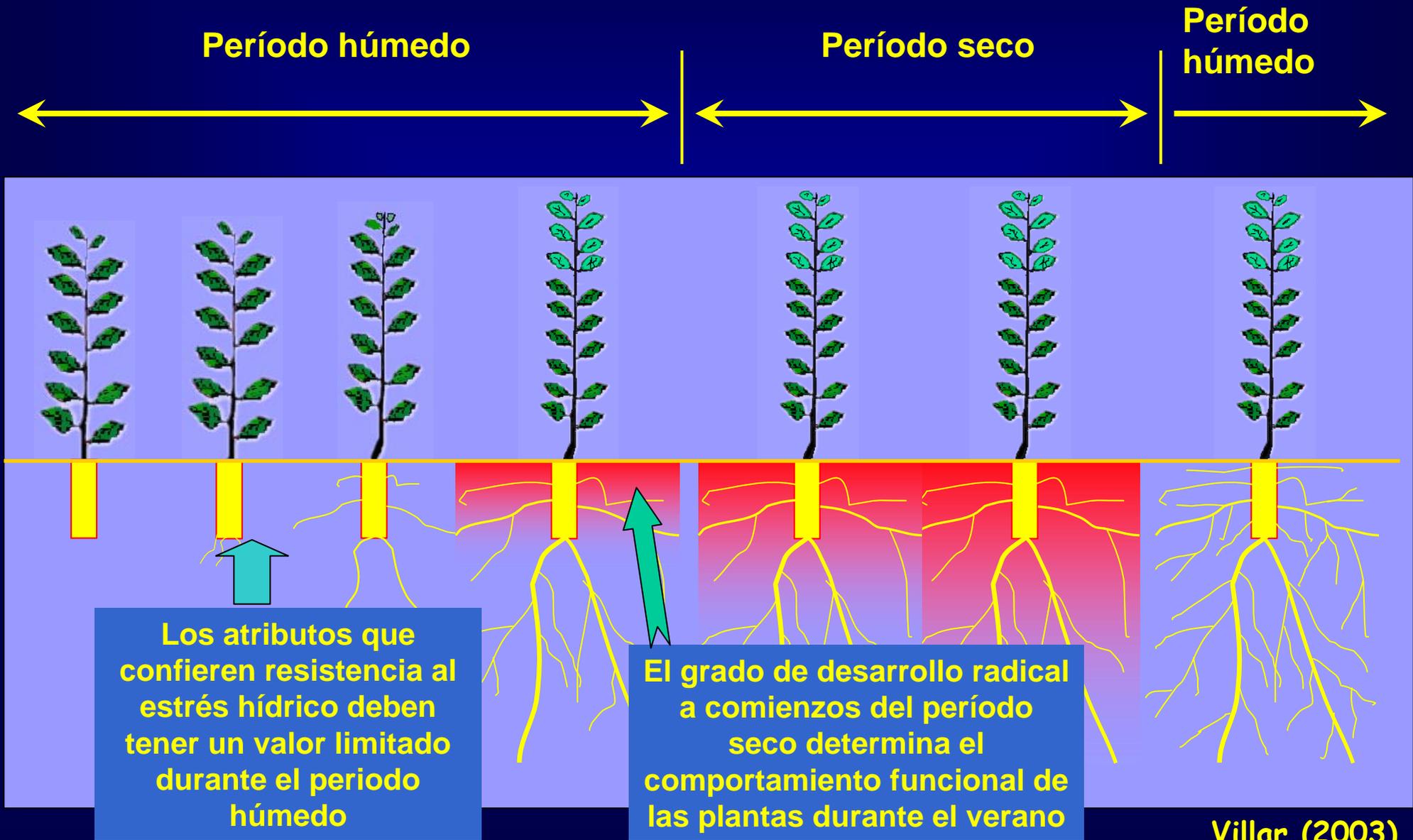
3.2. Restauración activa y procesos - material de calidad



Quercus ilex

3.2. Restauración activa y procesos - material de calidad

Hipótesis: las plantas productivas se establecen mejor que las xeromorfas



3.2. Restauración activa y procesos - material de calidad

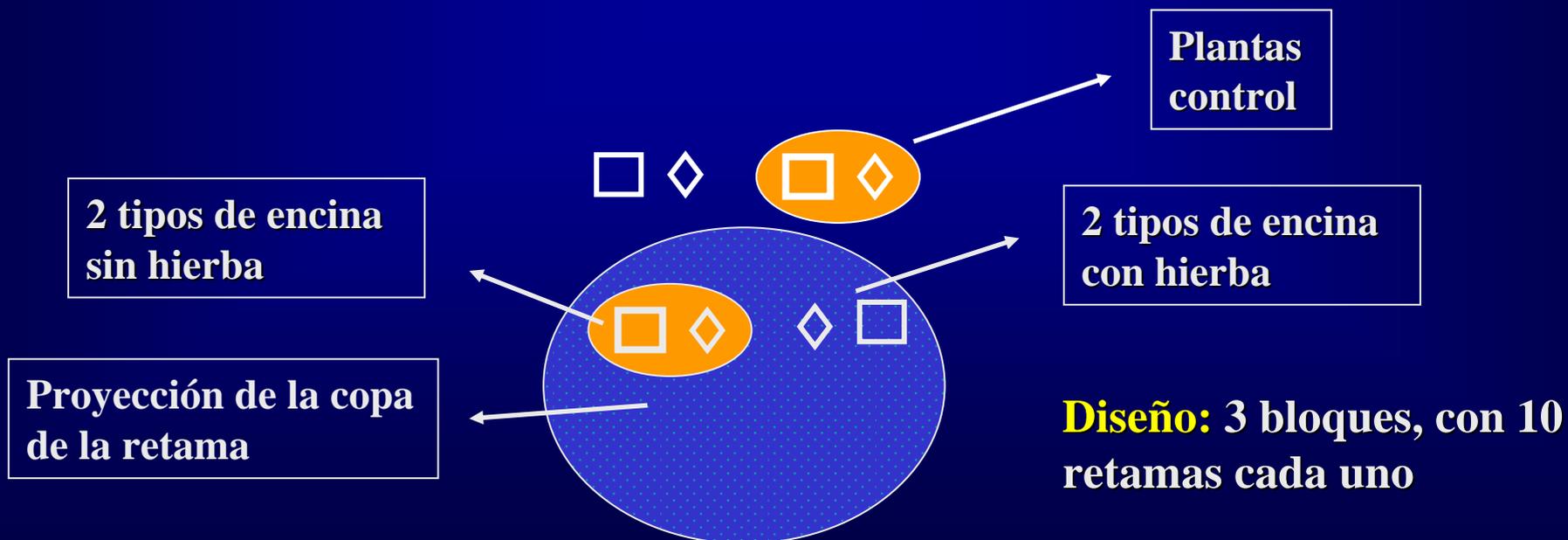
Experimento en Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real)

Tratamientos en el vivero de *Q. ilex*:

- TIPOS DE PLANTA: Planta tipo productivo □
- Planta tipo xeromorfo ◇

Tratamientos en el campo:

- FACILITACIÓN: Bajo y fuera de retama
- COMPETENCIA: Presencia y ausencia de hierbas

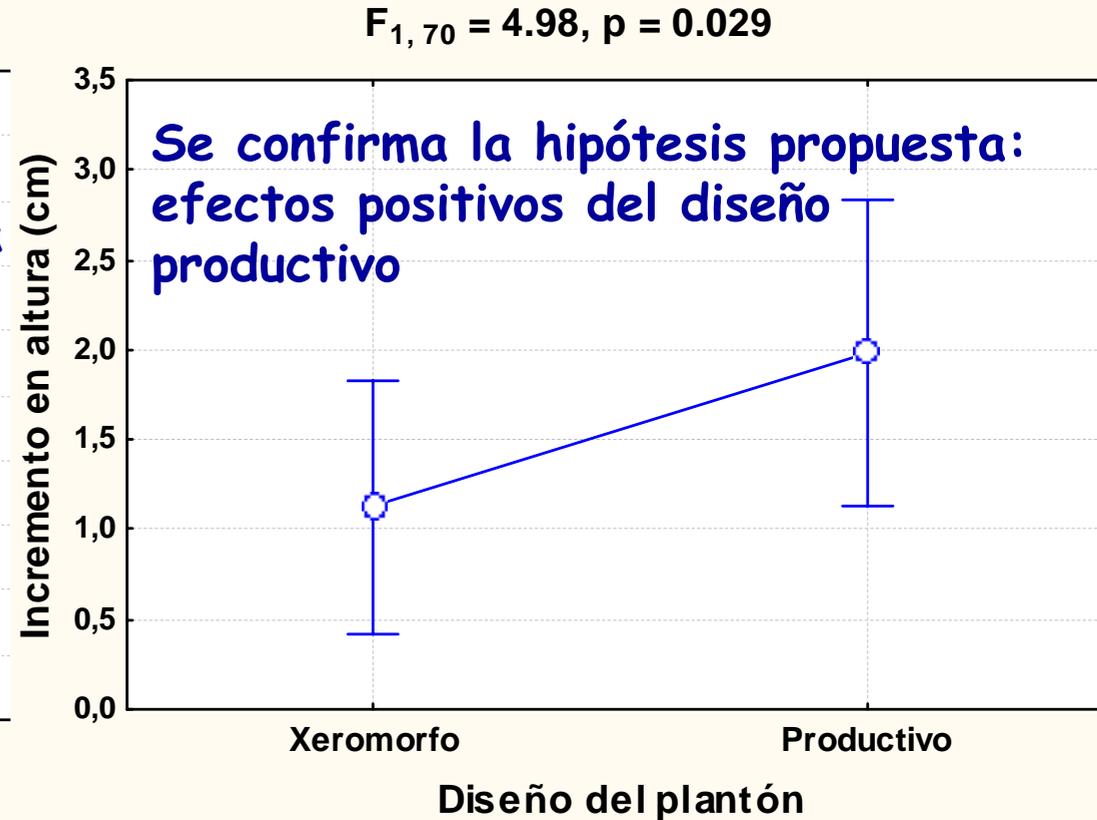
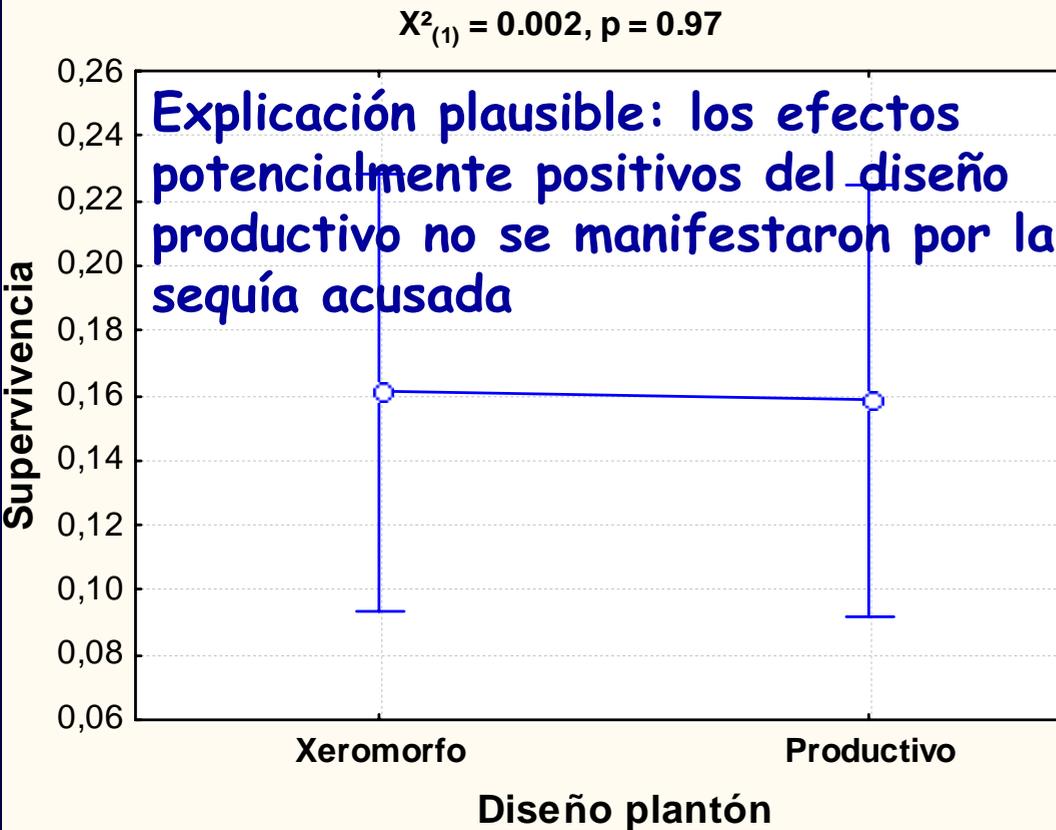


3.2. Restauración activa y procesos - material de calidad



3.2. Restauración activa y procesos - material de calidad

Efectos del diseño del plantón



Resultados inéditos

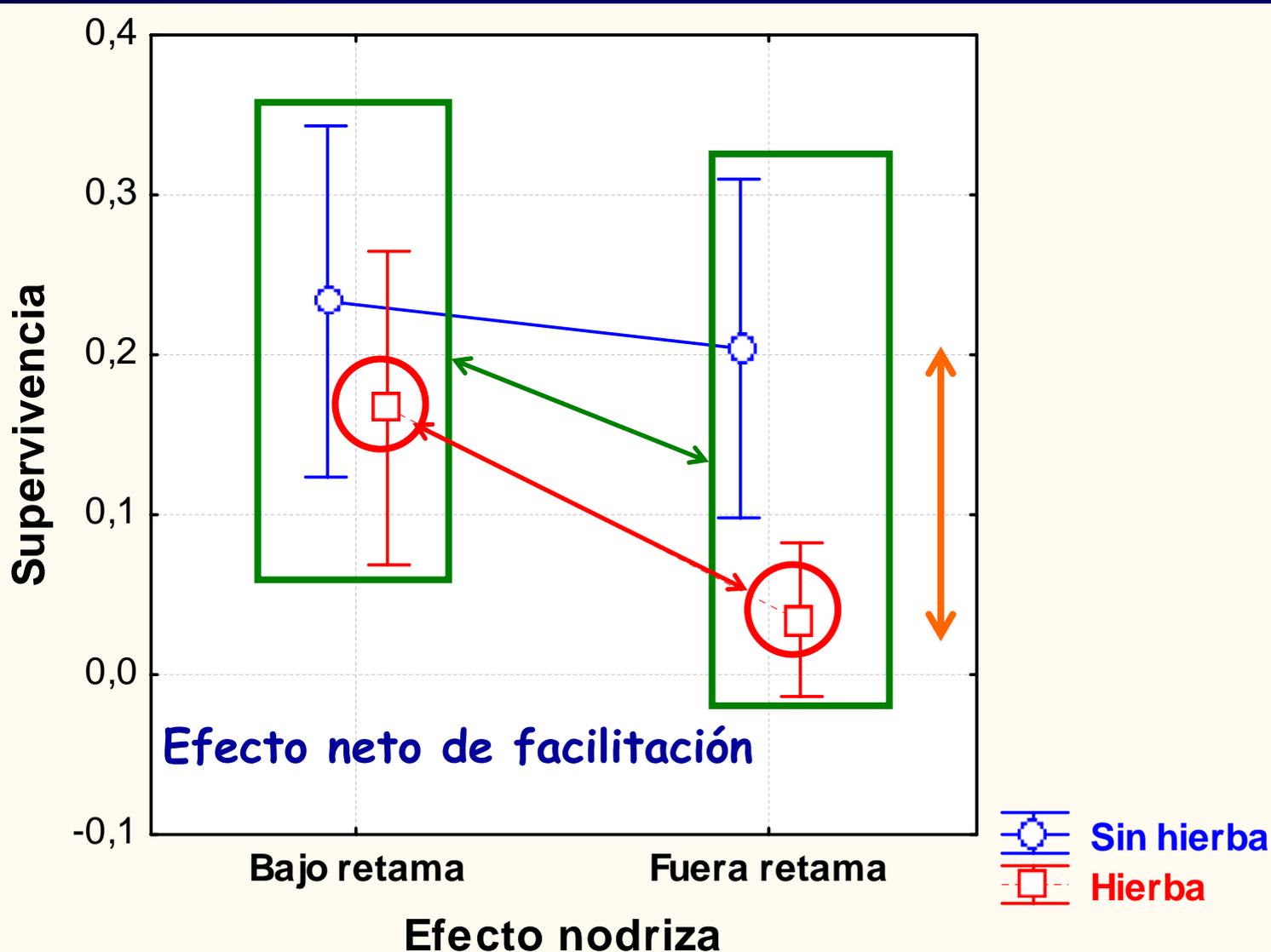
3.3. Restauración activa y procesos - introducción correcta

- **Hipótesis:** La retama puede favorecer a las plantas leñosas introducidos bajo su dosel.
- También puede favorecer a las hierbas.
- La competencia de las hierbas puede mermar los beneficios perseguidos. ■
- **¿Cuál es el balance de los dos procesos implicados (facilitación y competencia)?**



3.3. Restauración activa y procesos - introducción correcta

Efectos de la retama y de las hierbas



Retama	0.08
Hierba	0.012
Diseño Plantón	0.97
RxH	0.067
RxP	0.027
HxP	0.49
RxHxP	0.33

- La retama es facilitadora ...

- ... en los ambientes competitivos.

- La retama es más útil para la restauración pasiva que para la restauración activa.

Cuesta et al. (2009)

3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones

- Manejo de las plantas introducidas.
- Ajustes al ambiente.
- Respuesta a la interacción de factores limitantes y su manejo.



3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - ajustes

Hierbas, recursos limitantes y ajustes

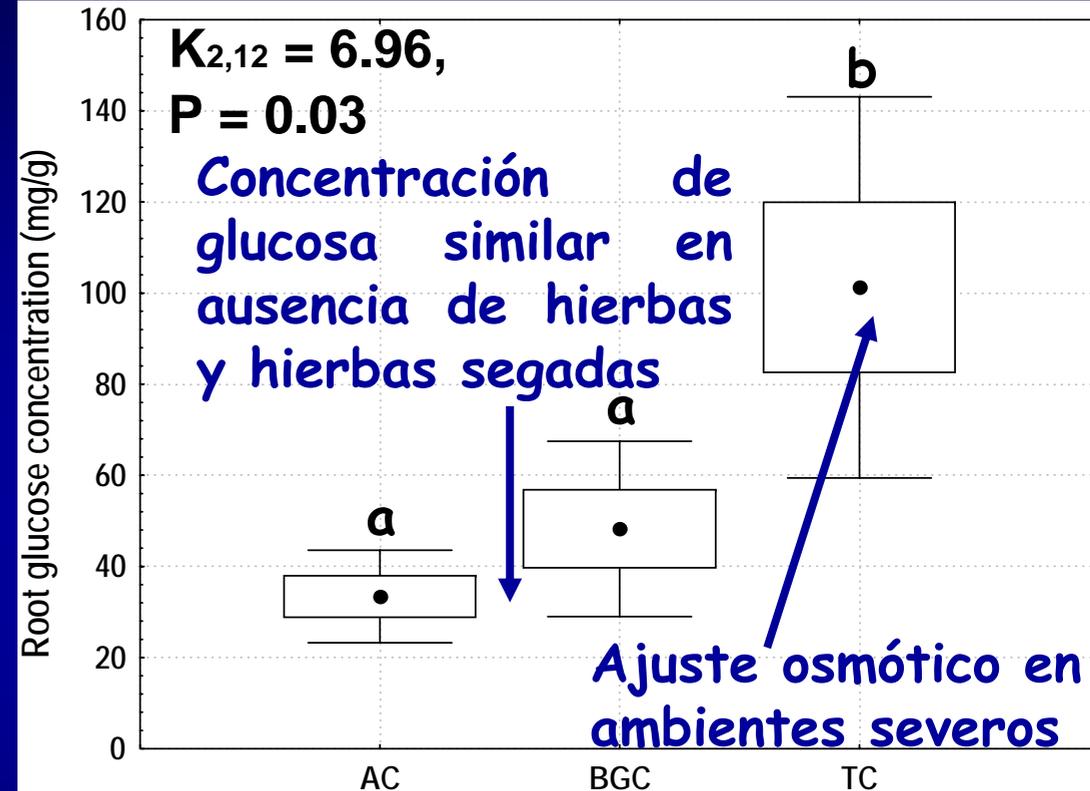
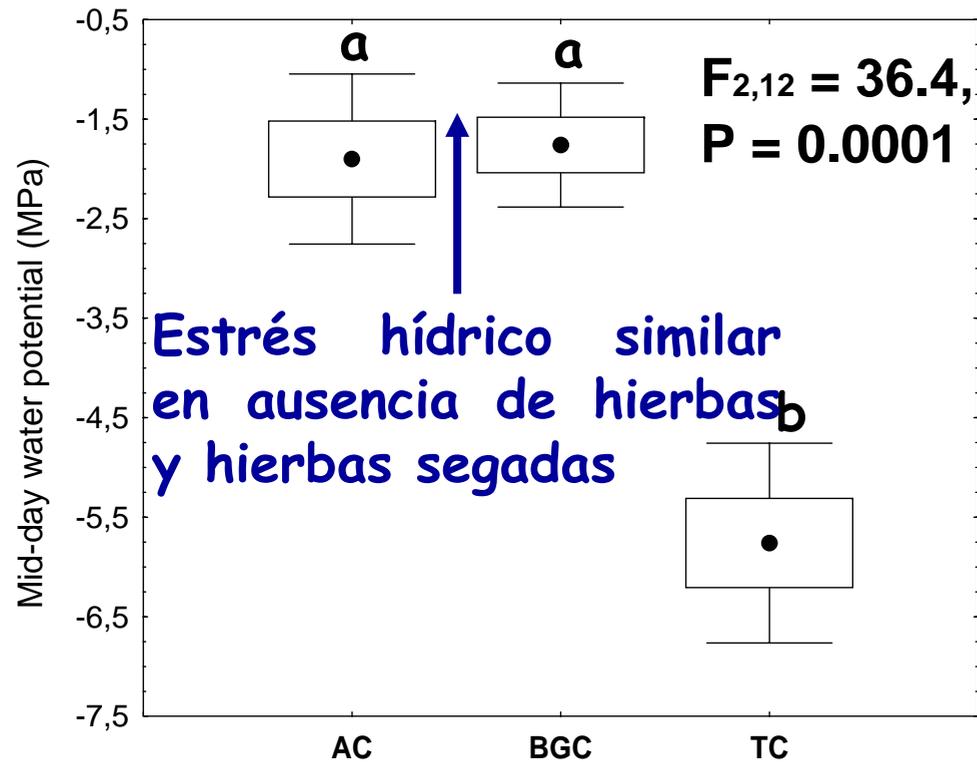
- Las hierbas acopian los recursos de forma más rápida que las plantas leñosas.
- Pueden competir por el agua y por la luz.
- Los ajustes para adquirir estos dos recursos son opuestos.
- Las hierbas aportan materia orgánica al suelo.
- Su eliminación con herbicidas puede contaminar el suelo y el agua.
- **Hipótesis:** la siega aumentará la disponibilidad de agua para los plantones y reducirá el estrés lo suficiente como para que éstos se aclimaten a la sequía.

3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - ajustes

Experimento en contenedores: A) sin hierbas, B) hierbas segadas y C) con hierbas enteras (20 repeticiones por tratamiento)



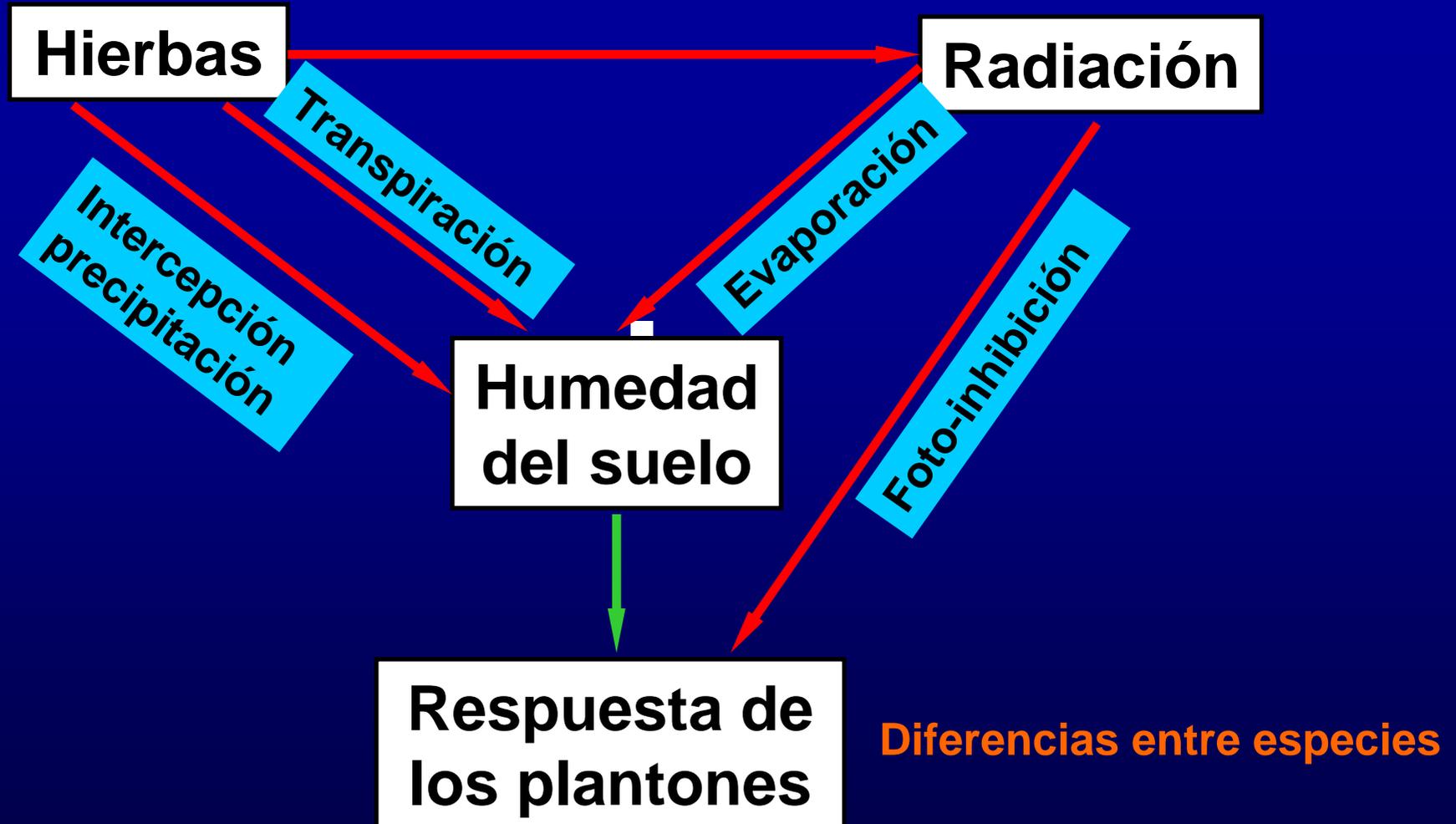
3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - ajustes



Q. faginea

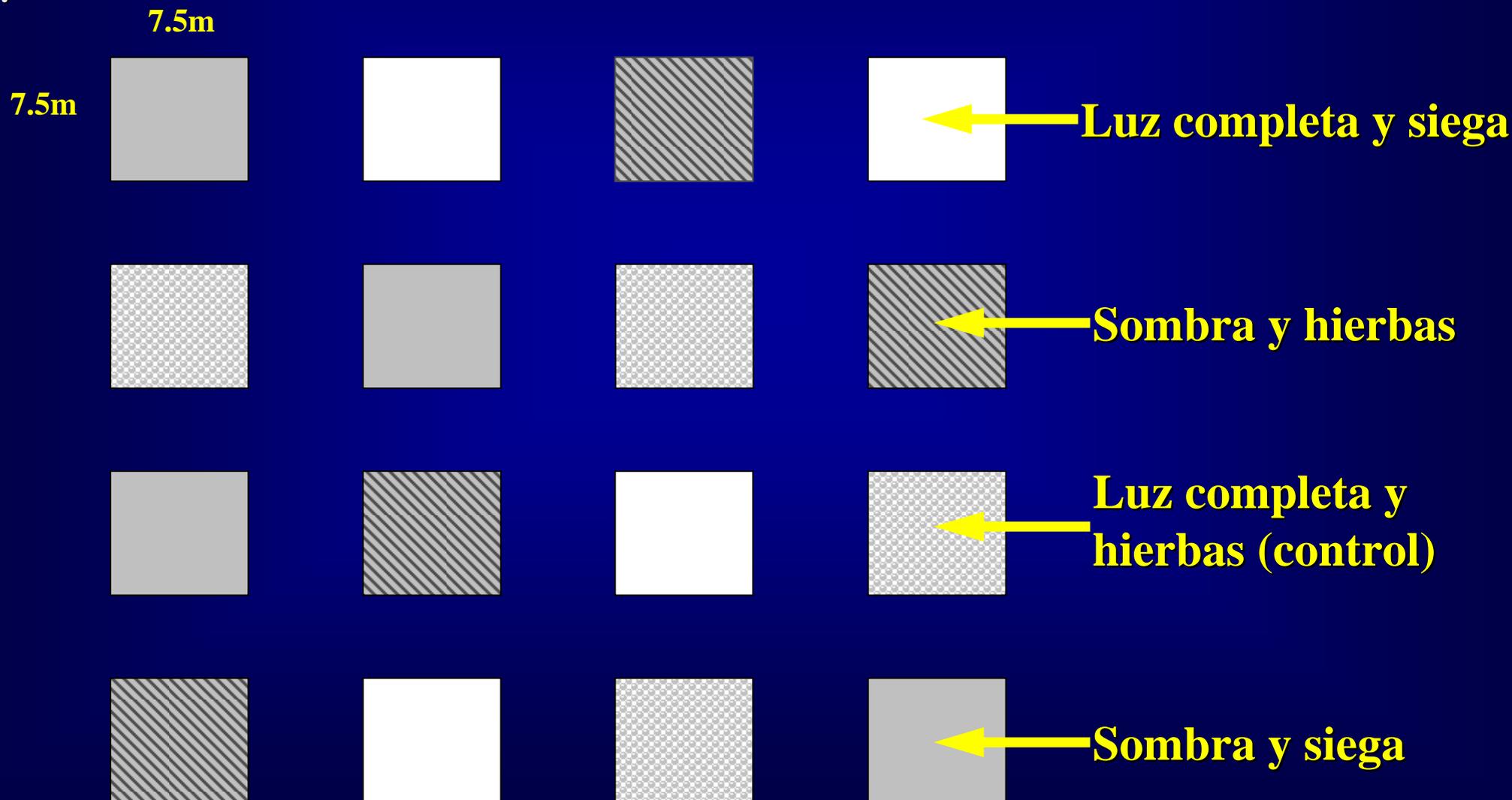
3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones

Los factores limitantes del establecimiento pueden interaccionar de forma compleja



3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones

Tratamientos en condiciones de campo: luz completa vs. sombra artificial y presencia de hierbas vs. siega, tres especies. Cuatro réplicas, 480 plantones, 3 años.



3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones



3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones



Pluviómetro



Radiómetro *HOBBO*



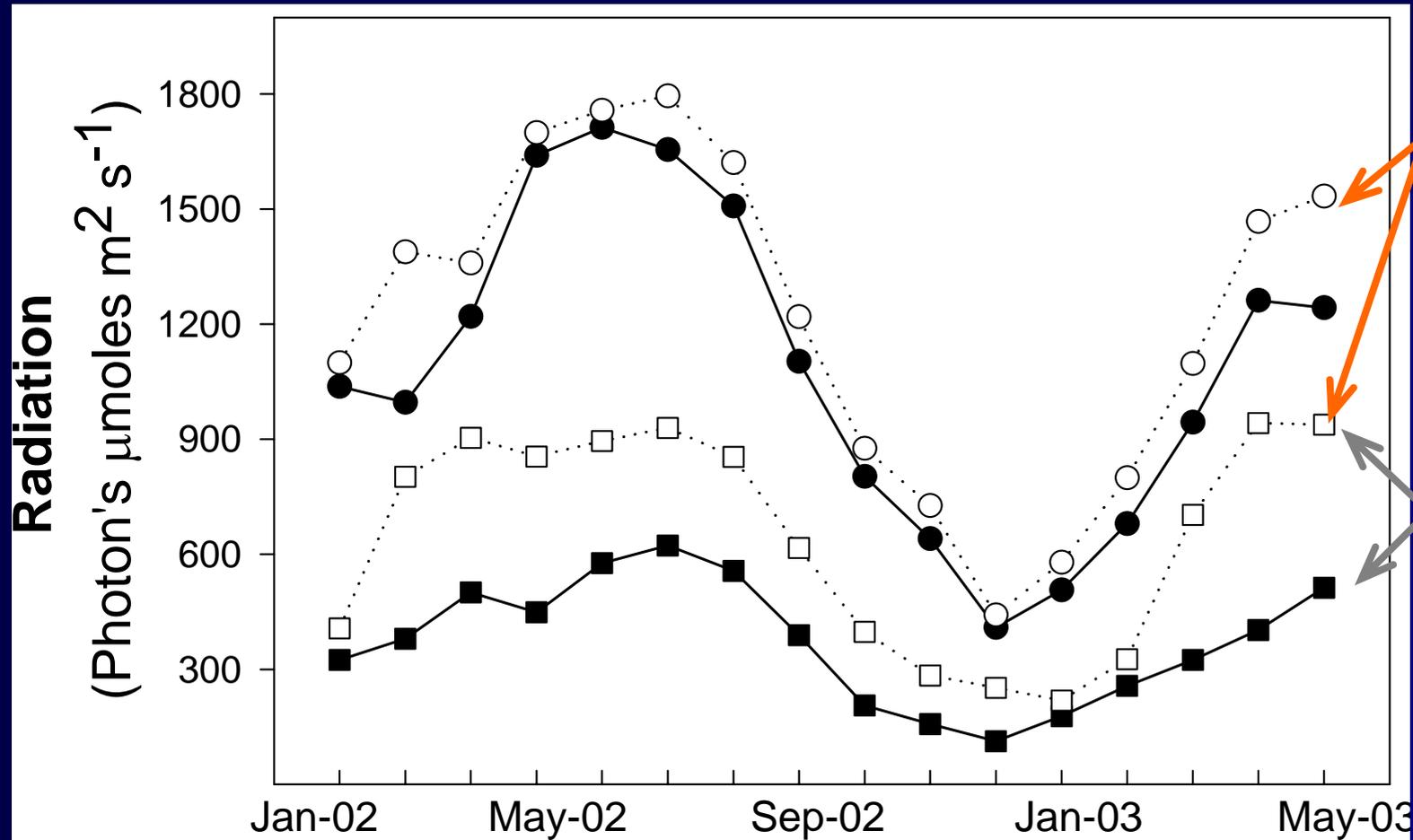
Sensor *Ha-Li* (T y H)



Sensor de humedad edáfica *Watermark*

Medidas de supervivencia, capacidad de rebrote, crecimiento, producción y altura de las hierbas, microclima (PAR, temperatura del aire, evaporación del agua del suelo, precipitación efectiva) y humedad edáfica.

3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones

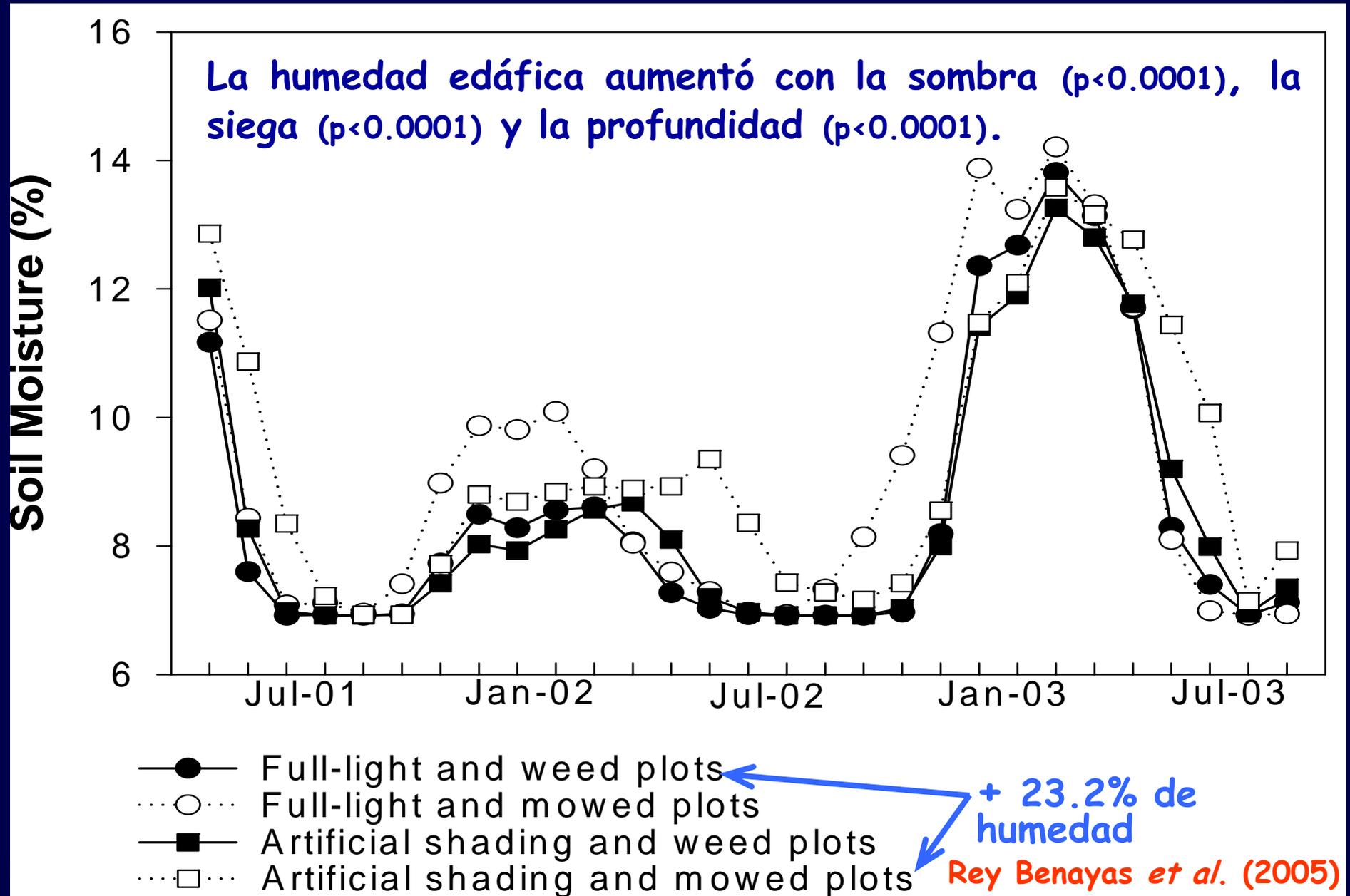


Reducción de PAR
debida a las
hierbas = 18.7%

Reducción de PAR
debida a la
sombra = 57.9%

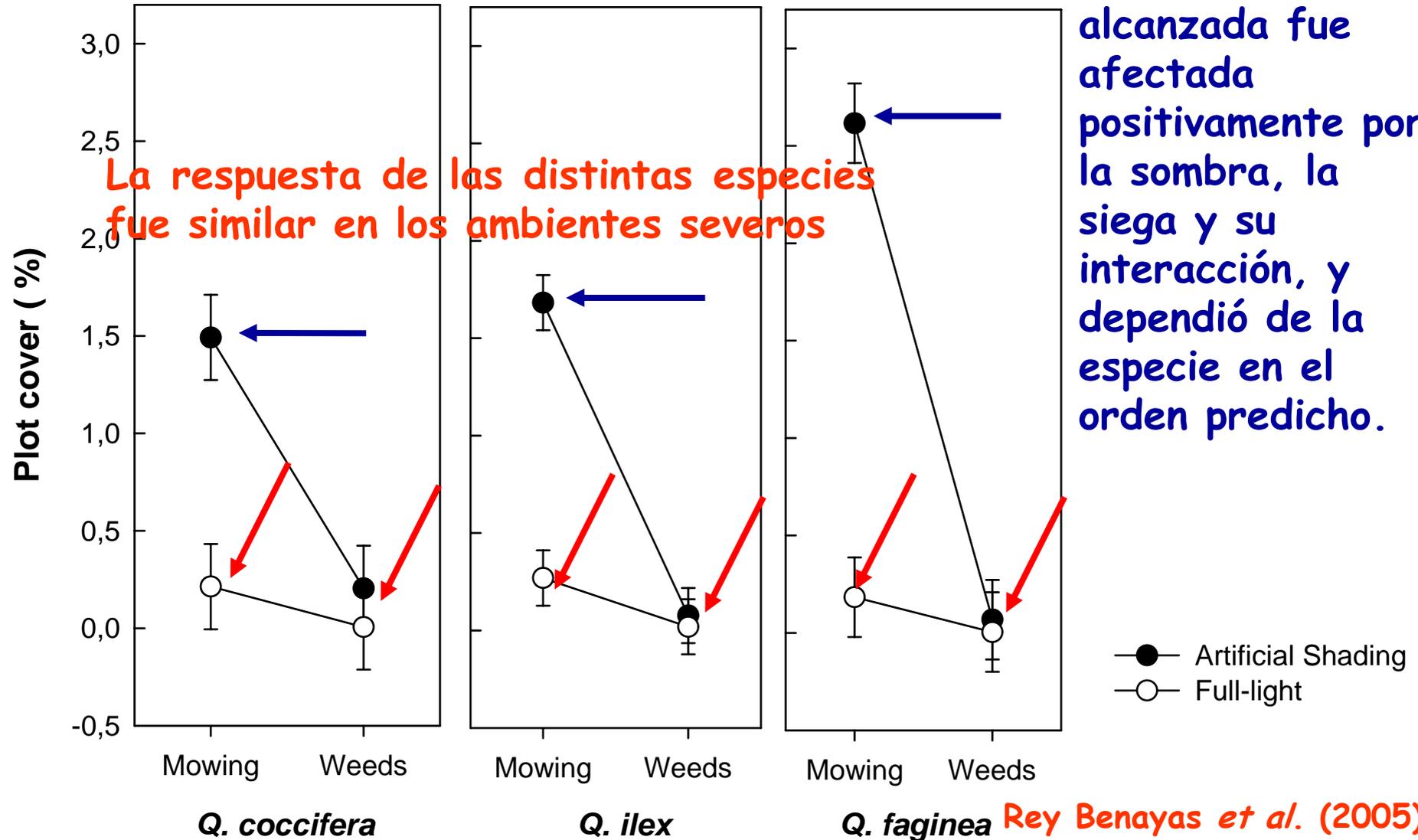
- Full-light and weed plots
- Full-light and mowed plots
- Artificial shading and weed plots
- Artificial shading and mowed plots

3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones



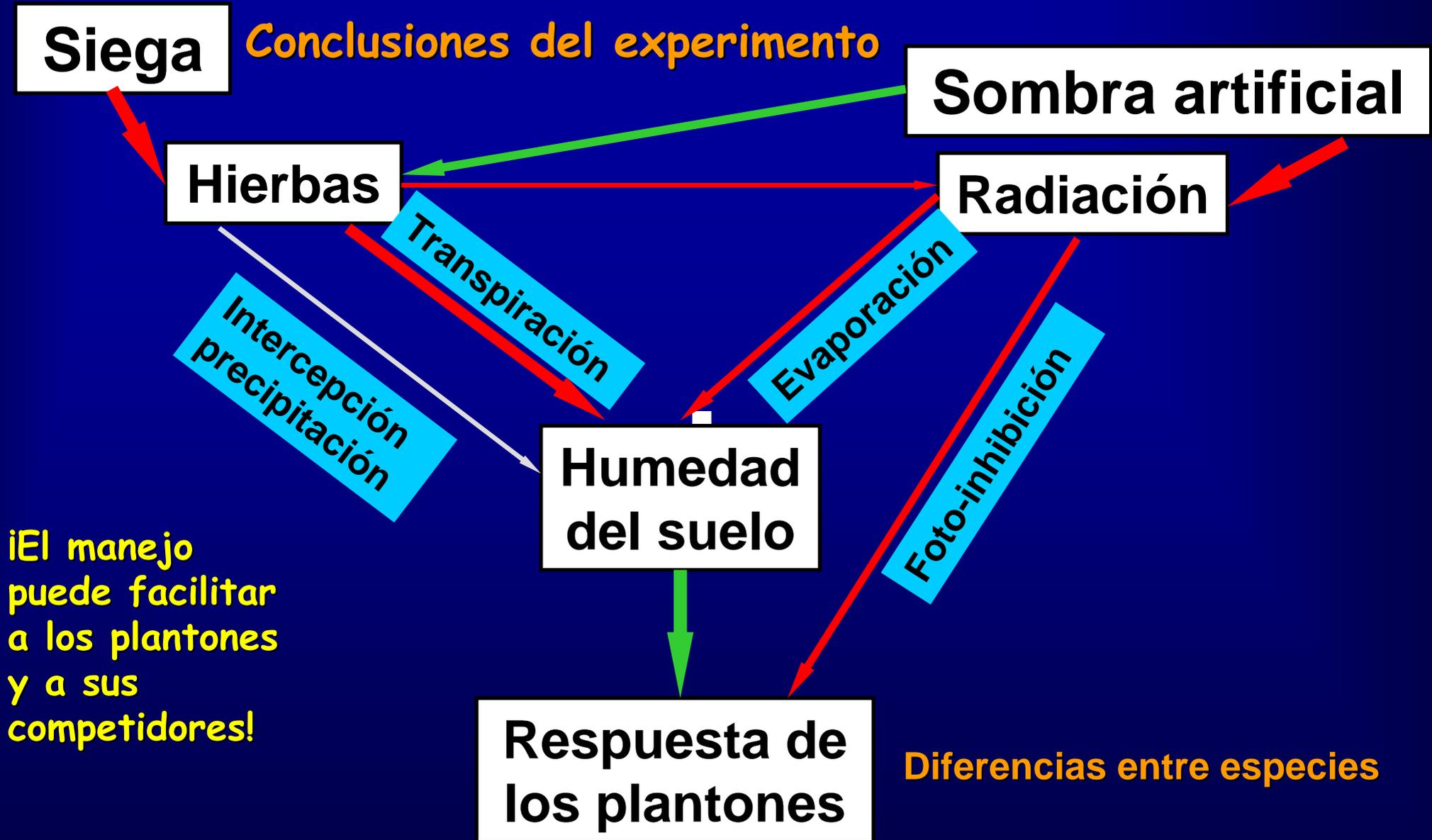
3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones

$F_{2,36}=3.15$, $p=0.05470$



Rey Benayas et al. (2005)

3.4. Restauración activa y procesos - manejo plantaciones - interacciones



¡El manejo puede facilitar a los plantones y a sus competidores!

Diferencias entre especies

3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación

- **Seguimiento y evaluación del proyecto.**

1) Población.

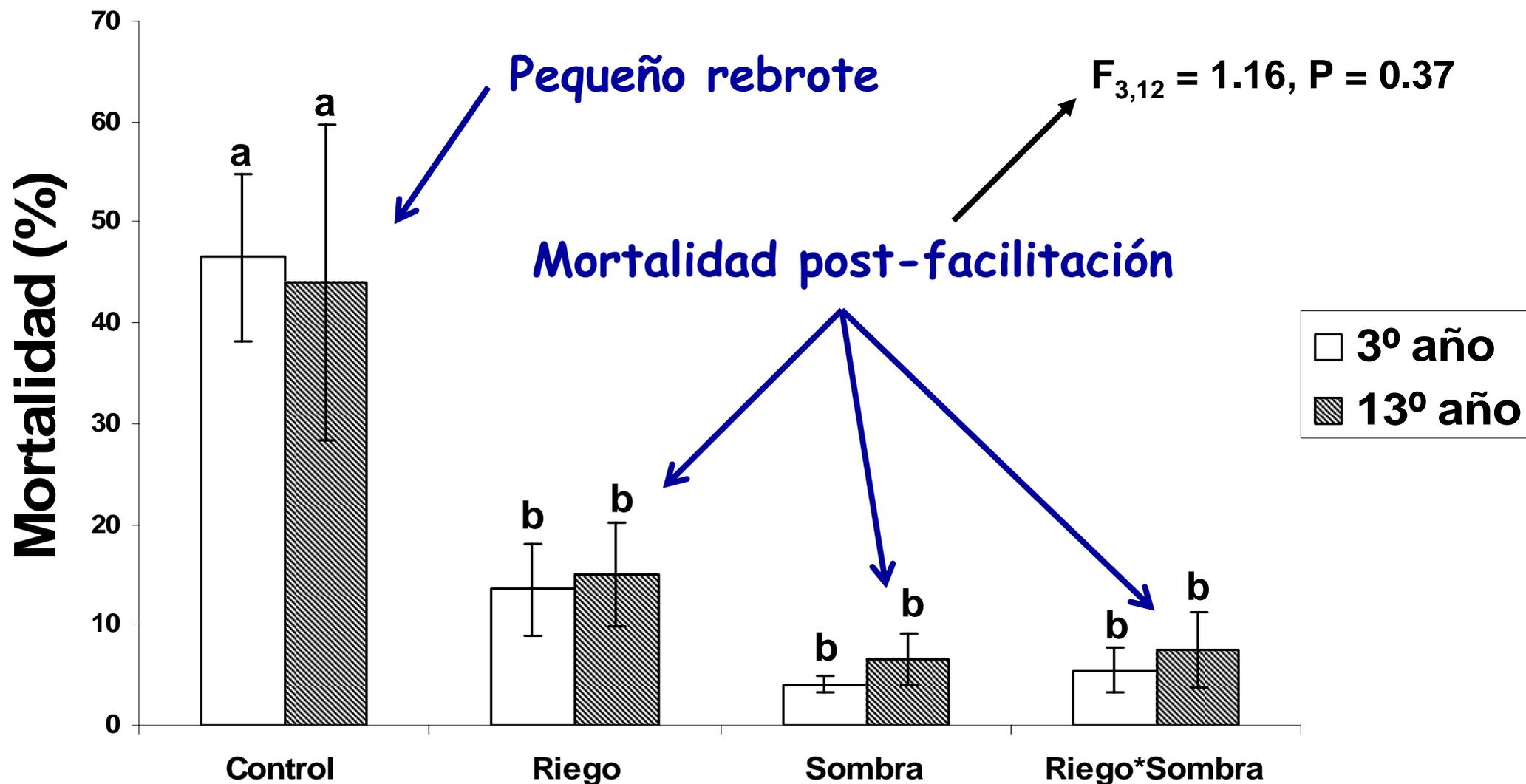
2) Comunidad.

3) Ecosistema.

Plantación experimental de *Q. ilex* en
La Higuera (Toledo) desde 1993



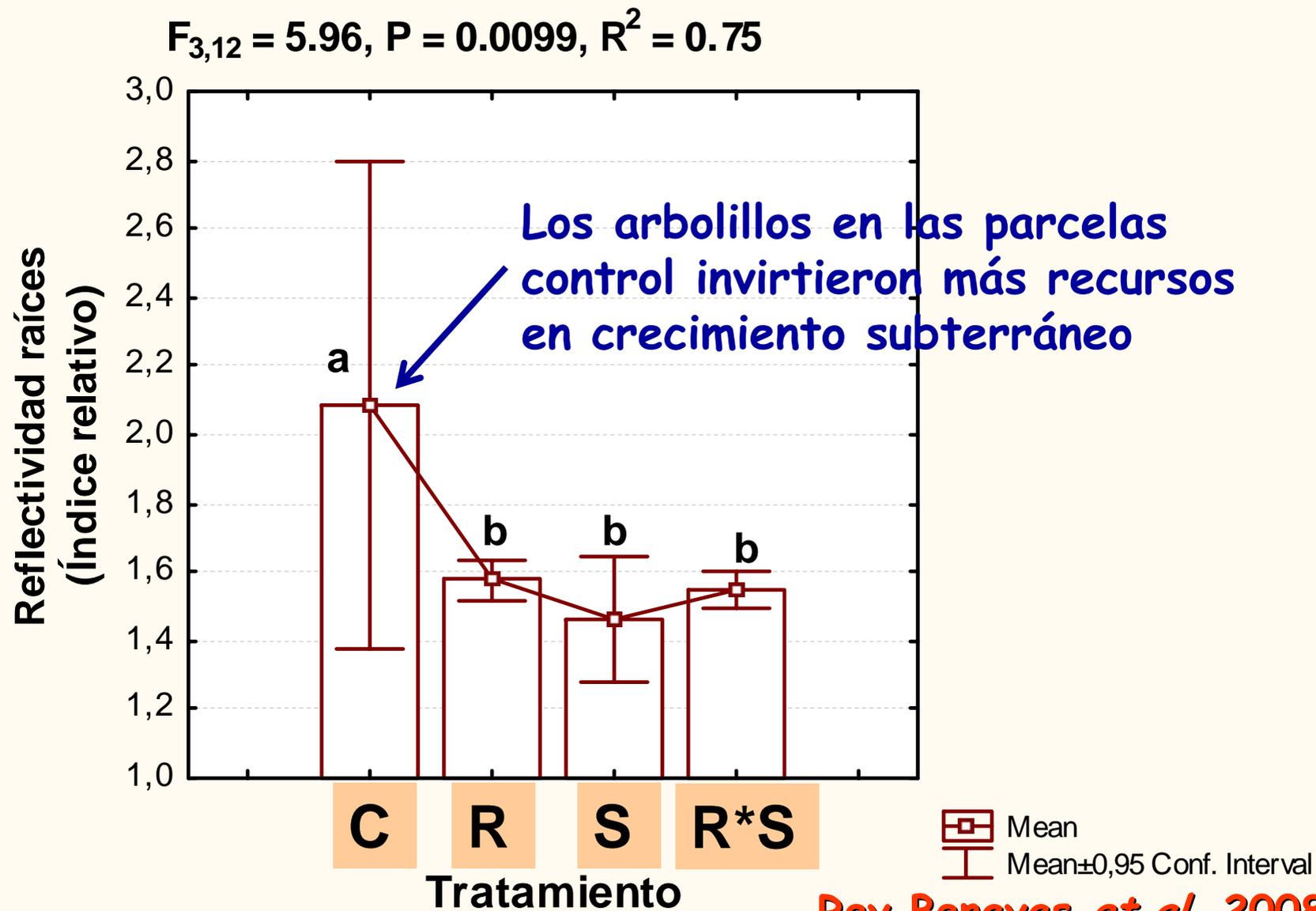
3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - población



Ground Penetration Radar para estimar la reflectividad de las raíces



3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - población



3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación

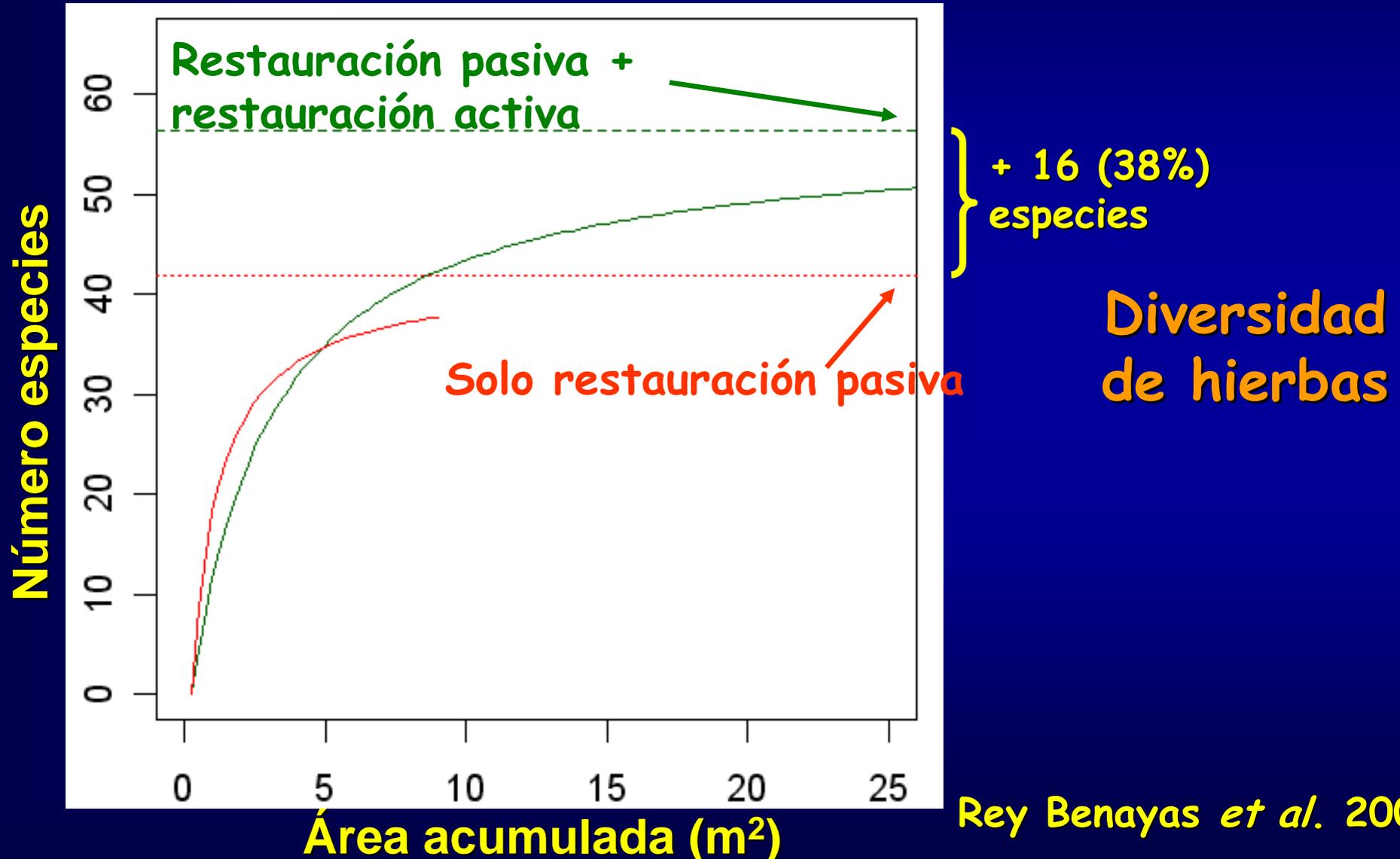


La reforestación es mucho más que árboles. Implica efectos a nivel de las comunidades y de los ecosistemas tales como en la biodiversidad y la fertilidad del suelo



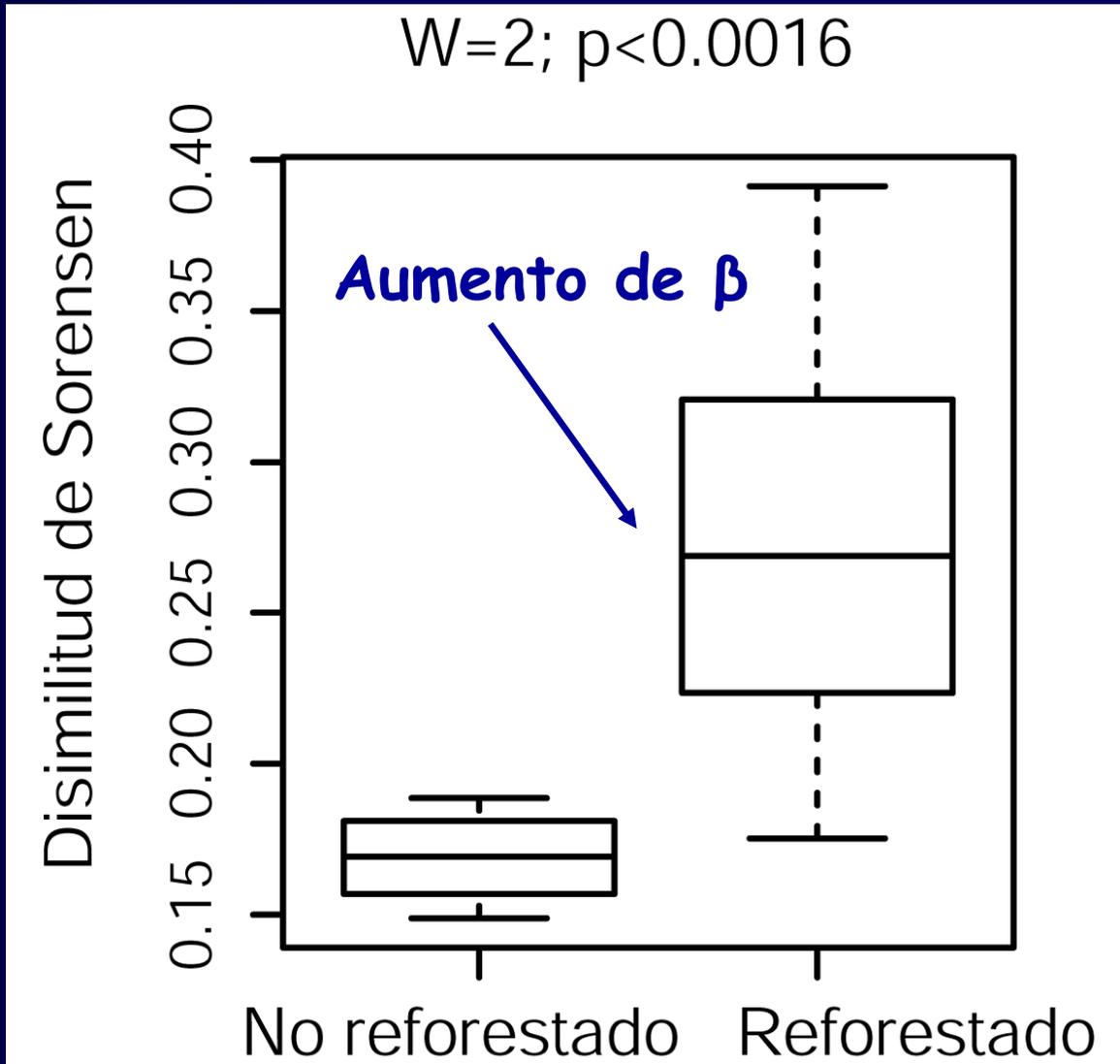
3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - comunidad

Hipótesis: los parches reforestados en un campo abandonado introducen una heterogeneidad espacial que aumenta la diversidad a escala de paisaje



Rey Benayas *et al.* 2008

3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - comunidad



Se confirma la hipótesis: los parches reforestados introducen una heterogeneidad espacial que aumenta la diversidad de las hierbas a escala de paisaje

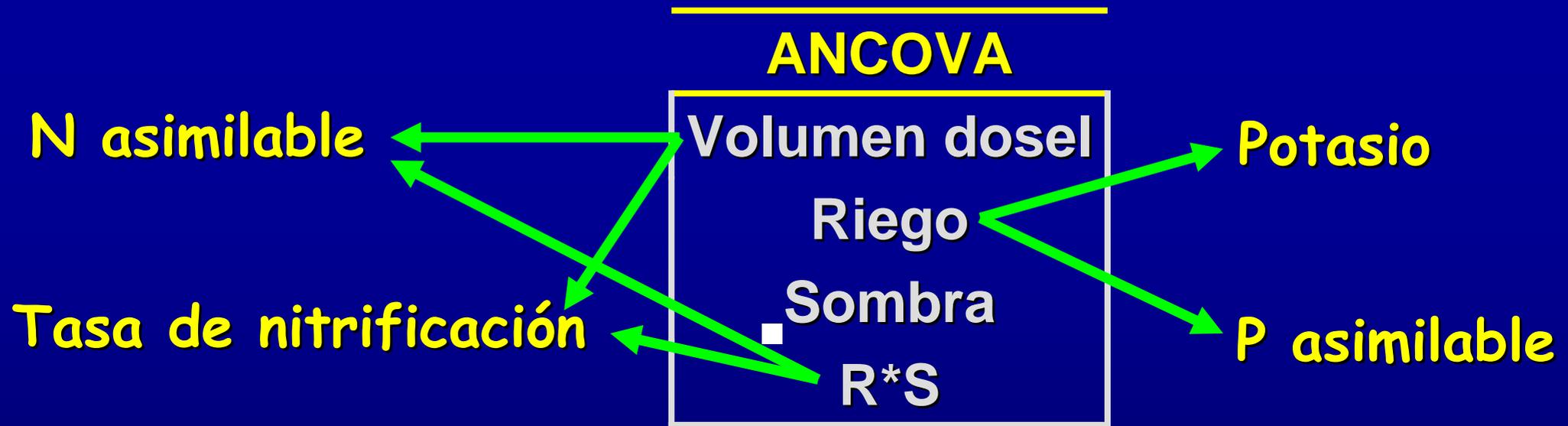
3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - ecosistema

Fertilidad del suelo

- Hay pros y contras para un posible efecto positivo de la reforestación respecto a la sucesión secundaria en la fertilidad del suelo.
- Las parcelas reforestadas presentan un aporte continuo de MO y un microclima más favorable para su descomposición. ■
- Pero esta MO es de baja calidad (hojarasca dura).
- La vegetación esclerófila "secuestra" nutrientes.
- La vegetación leñosa dificulta el crecimiento de las hierbas, que aportan una MO de elevada calidad.
- **¿Cuál es el balance en la fertilidad del suelo?**

3.5. Restauración activa y procesos - seguimiento y evaluación - ecosistema

Resumen de los efectos de la cubierta leñosa en la fertilidad



Variance partitioning BC

Carbono

Explicación plausible de la memoria del riego: proliferación de hierbas en verano, fijación de N y descomposición favorecida, entre otros.

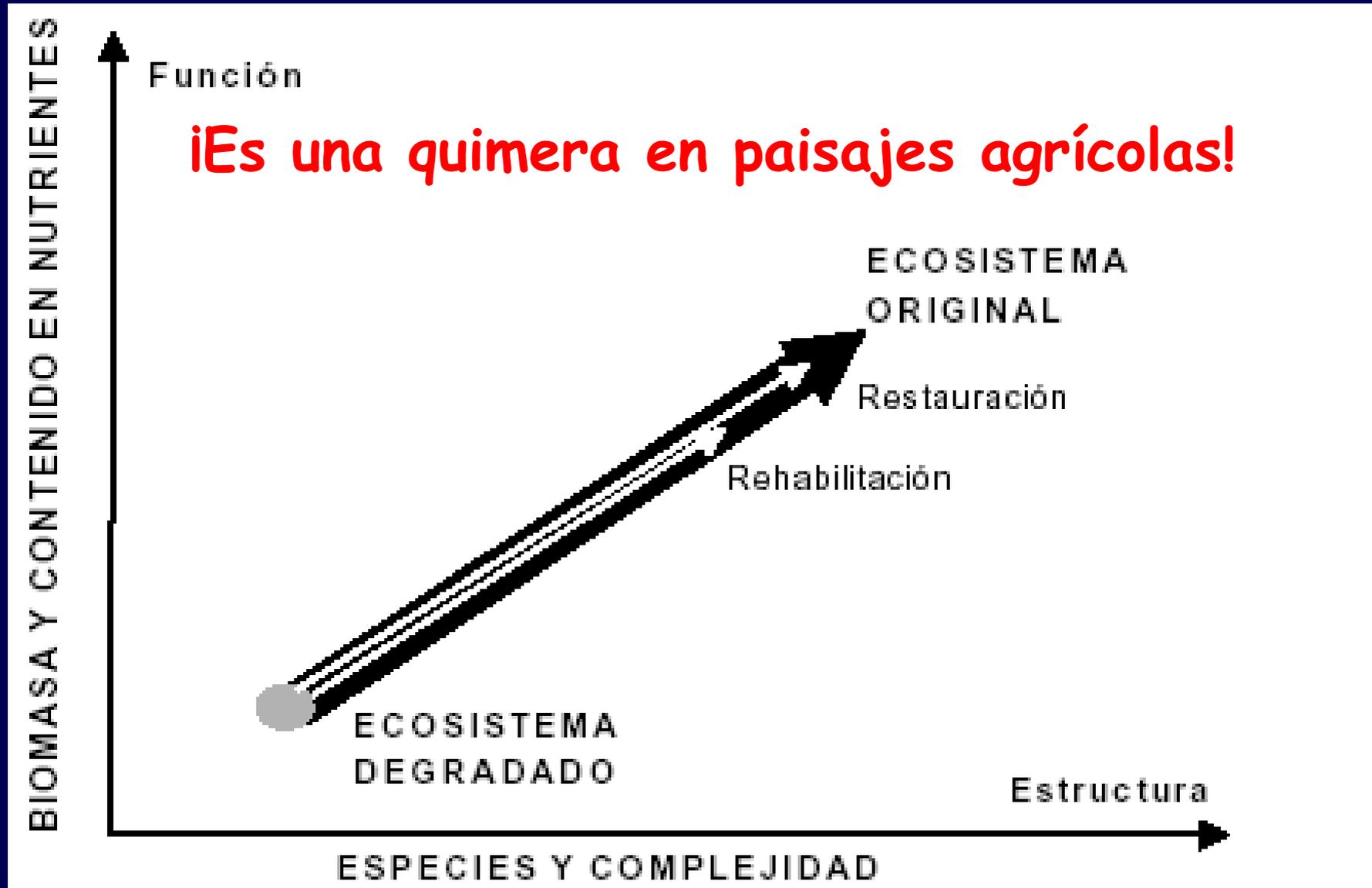
Conclusión principal: efectos generalmente positivos de la restauración activa y su manejo en la fertilidad edáfica.

Resultados inéditos



- Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza
- Restauración pasiva y restauración activa
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos ecológicos implicados)
- **Propuesta de un diseño de ecosistema**
- La restauración en el mundo real.

4. Diseño de un ecosistema



4. Diseño de un ecosistema



4. Diseño de un ecosistema



Mar de viñas en La Mancha

4. Diseño de un ecosistema



El reclutamiento bajo retamas disminuye con la distancia a las masas de quercíneas (es nulo cuando éstas distan más de 2 km)





4. Diseño de un ecosistema

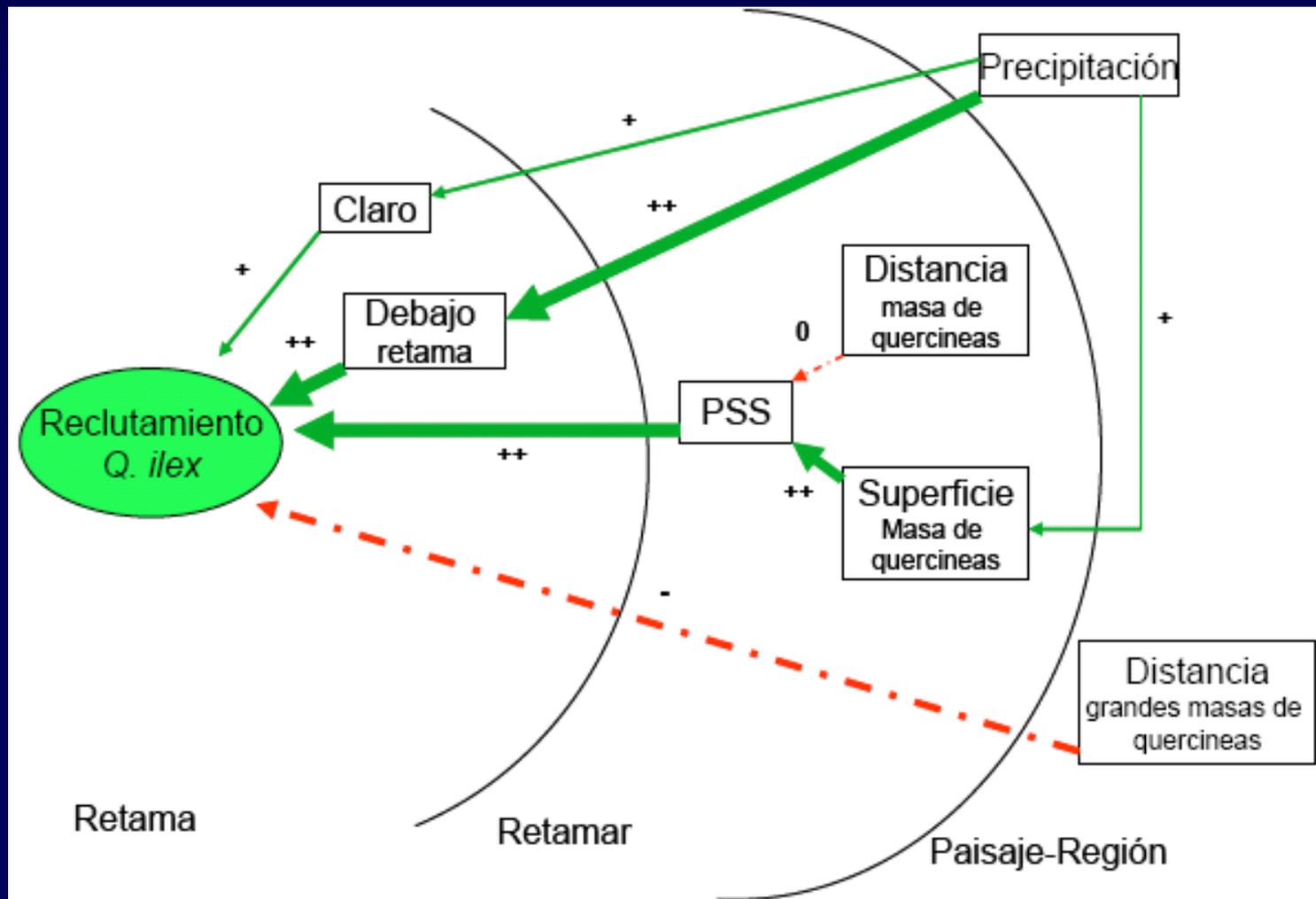


Figura 12. Modelo conceptual de reclutamiento de *Q. ilex* considerando los factores implicados a distintas escalas espaciales. De derecha a izquierda, escala de paisaje, retamar y retama. Las líneas discontinuas rojas indican un efecto nulo o negativo, la línea continua verde indica un efecto positivo y su grosor indica la intensidad del efecto.

4. Diseño de un ecosistema



Litología
diferente:
especies
distintas

En la llanura cultivada se encontraron 26 especies de plantas leñosas

4. Diseño de un ecosistema



4. Diseño de un ecosistema



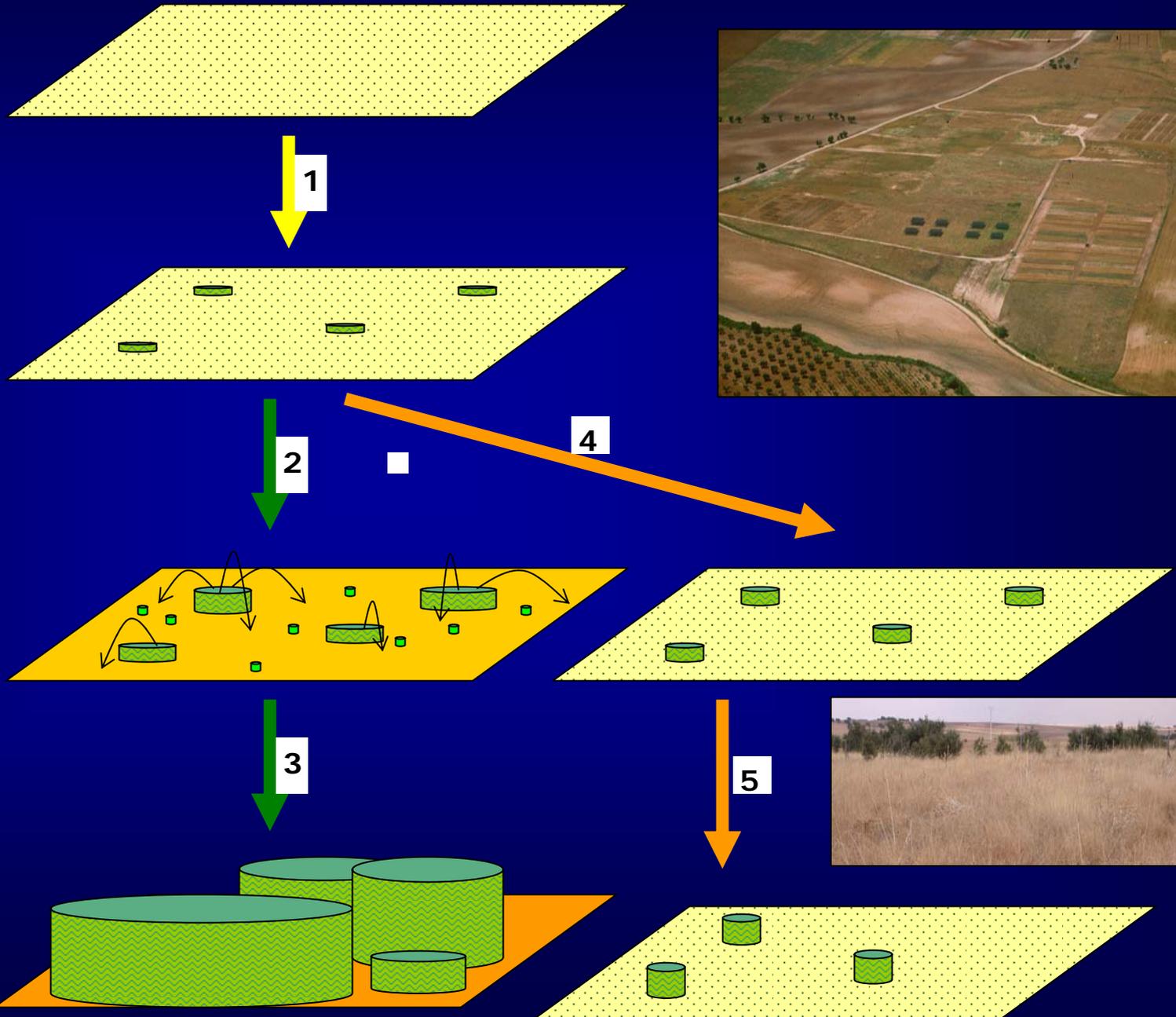
Encinas introducidas en una tierra agrícola hace 13 años

4. Diseño de un ecosistema

“Islotes en mares agrícolas”



4. Diseño de un ecosistema



4. Diseño de un ecosistema

Principales fortalezas de la propuesta

- Reconcilia restauración ecológica y utilización agrícola (u otras).
- Proporciona un gran número de **servicios ambientales** (secuestro de carbono, fertilidad, reservorios de diversidad de organismos pequeños, etc.).
- Favorece la **conectividad** a escala de paisaje.
- Reduce los **costes** de la restauración activa.
- **Acelera la restauración pasiva** en el caso de eventual abandono.
- Puede proporcionar **beneficios sociales** añadidos (mano de obra, educación).

4. Diseño de un ecosistema

Y algunas debilidades

- Necesita ser **convinciente** para la colaboración de los propietarios (inercia, percepción de la estética).
- Implica **costes** de ejecución y mantenimiento.
- **Costes adicionales** si deben proporcionar un rédito monetario a los propietarios.
- Puede favorecer a **especies generalistas y oportunistas**.
- Puede proporcionar refugio a **organismos nocivos** para la agricultura (conejos, roedores, pestes, etc.).

4. Diseño de un ecosistema

"Tree clumps" en Gales





- Introducción: la paradoja de la agricultura y la conservación de la naturaleza
- Restauración pasiva y restauración activa
- Pasos en un proyecto de restauración activa (procesos ecológicos implicados)
- Propuesta de un diseño de ecosistema
- **La restauración en el mundo real**

Frontiers in Ecology and the Environment

Creating woodland islets to reconcile
ecological restoration, conservation,
and agricultural land use

José M Rey Benayas, James M Bullock, and Adrian C Newton

Front Ecol Environ 2008; 6, doi:10.1890/070057

CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2007 2, No. 057

Review

Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences

José M. Rey Benayas*, Ana Martins, José M. Nicolau and Jennifer J. Schulz

Address: Departamento de Ecología, Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Spain.

FUNDACIÓN INTERNACIONAL PARA LA
RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS



**INICIATIVA ISLOTES Y COSTAS
EN MARES AGRÍCOLAS
"CAMPOS DE VIDA"**

5. La restauración en el mundo real

Principales actuaciones de restauración ecológica que se realizan con esta Iniciativa

- **Introducción** de parches de vegetación leñosa nativa ("islotos") y revegetación de lindes, bordes de camino y ribazos ("costas").
- Rehabilitación y construcción de **puntos de agua** (charcas, abrevaderos, fuentes, etc.).
- Instalación de **perchas artificiales y cajas nido**.
- Construcción y recuperación de **majanos** y otros elementos de **arquitectura rural** (bombos, chozos).
- Rehabilitación de **vallas y muros**.



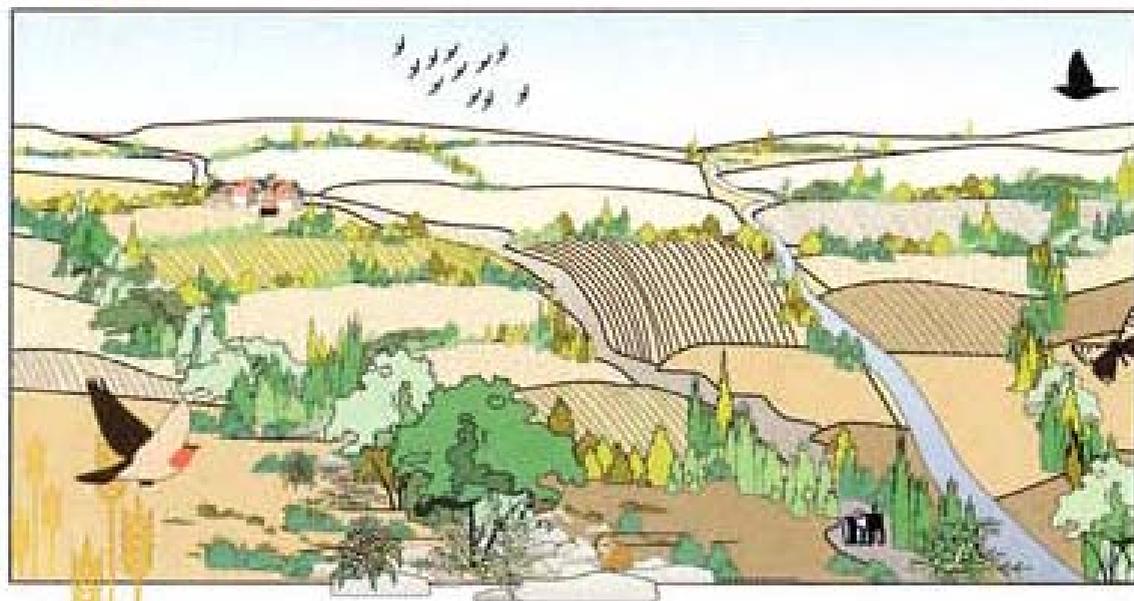
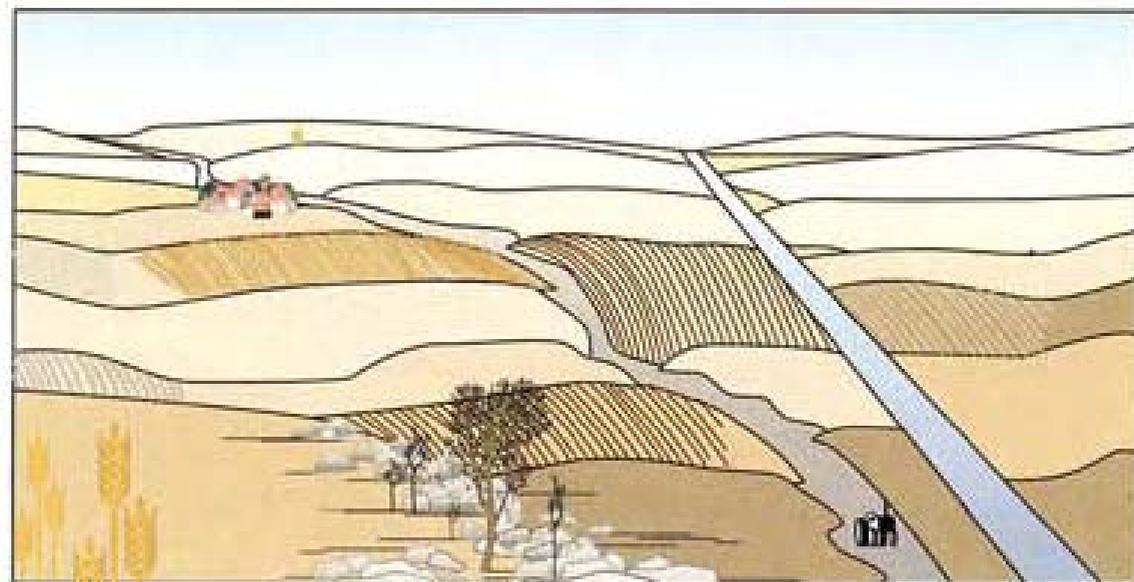
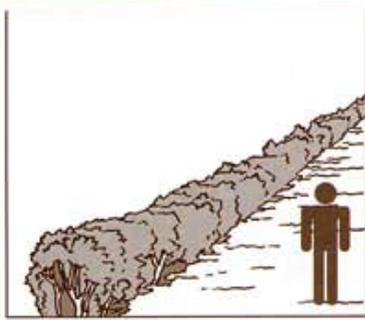
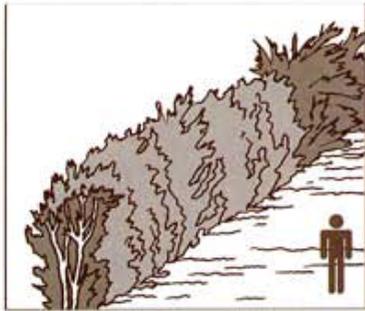


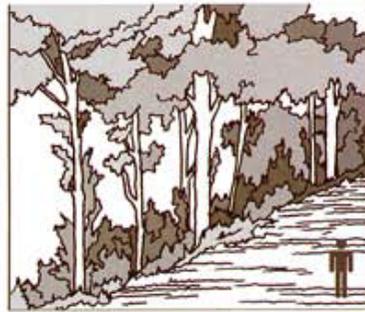
Figura 3. La presencia de setos, linderos y vegetación dispersa en el paisaje agrario enriquece la vida en todo el entorno y proporciona beneficios ambientales y económicos considerables.



PEQUEÑO SETO DE DIVISIÓN



PEQUEÑO SETO CORTAVIENTOS



GRAN SETO CORTAVIENTOS



BANDA BOSCOsa



5. La restauración en el mundo real

Esquema de un proyecto



charca

linde

árbol en islote

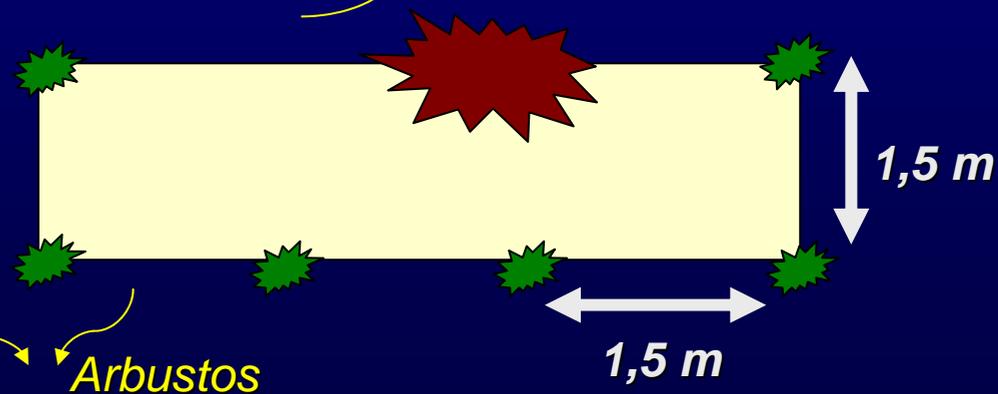


MÓDULO DE PLANTACIÓN

islote

Árbol

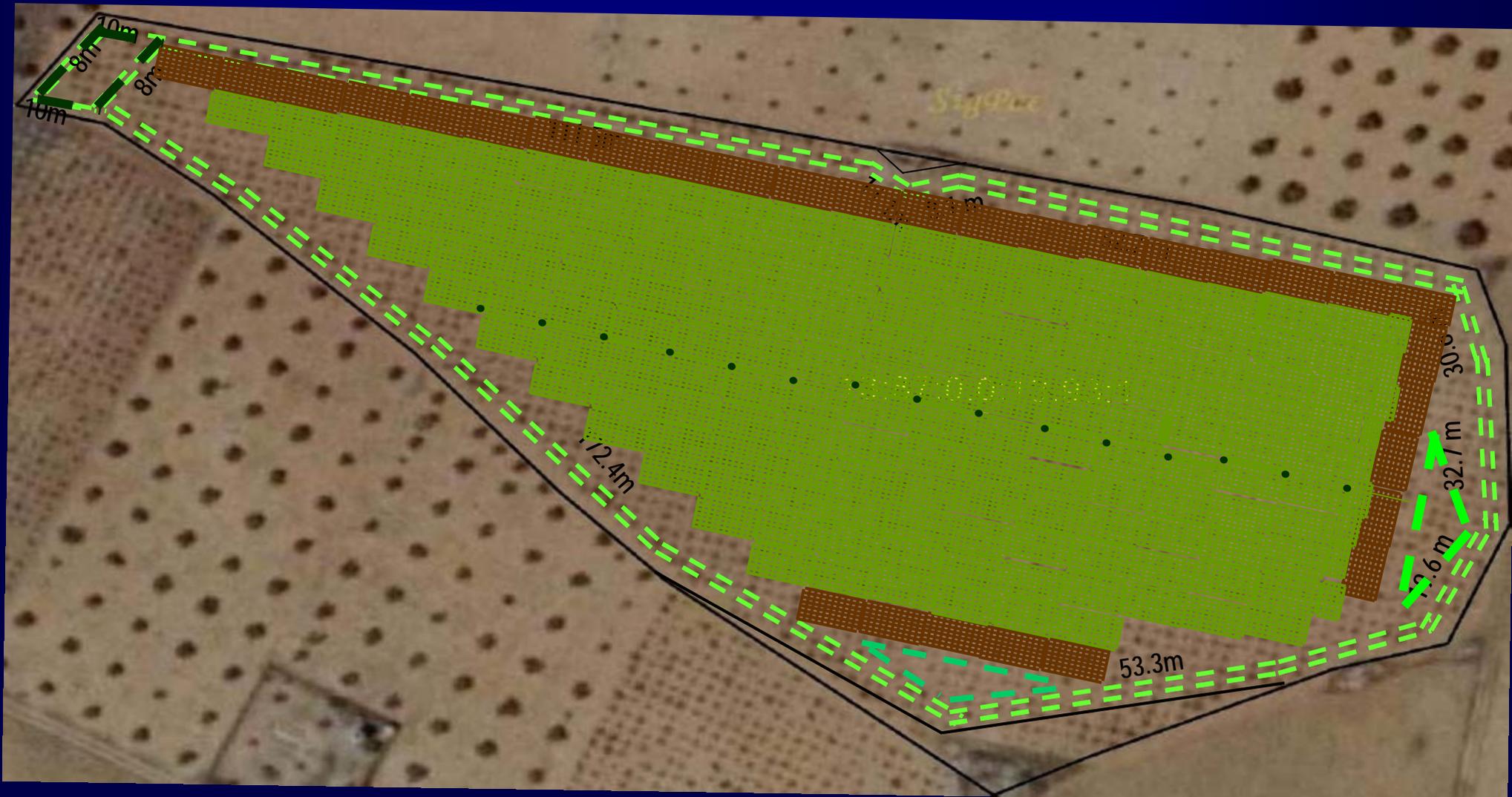
Olivar en la provincia de Toledo





Transformación de un secano en un agrosistema de diseño para el secuestro voluntario de emisiones de los accionistas de INAMSOS, S.A.

Ubicación de módulos







SVO. Ximo Seguí







**Bombo y chozo en el
Campo de Montiel**

Voluntariado para ejecutar las actuaciones de restauración



Colofón

- En un mundo cada vez más explotado por los humanos, la restauración de la vegetación es deseable por necesaria.
- Esta restauración en campos abandonados de ambientes mediterráneos debe considerarse en un contexto de paisaje, con un enfoque multi-escala y puede ser relativamente rápida.
- Para ello deben utilizarse especies, diseños, formas de introducción y técnicas de manejo apropiados ("dominio" de los procesos ecológicos y entidades implicados).
- Es posible conciliar el uso agrícola y ganadero con la restauración ecológica, la conservación de la biodiversidad y los servicios que nos prestan los ecosistemas.

“... Biodiversity will be retained to the extent that whole regions are managed cooperatively among protected areas, farmers, foresters, and other neighboring land users” (Miller)

iGracias!

Publicaciones relacionadas en <http://www2.uah.es/josemrey>