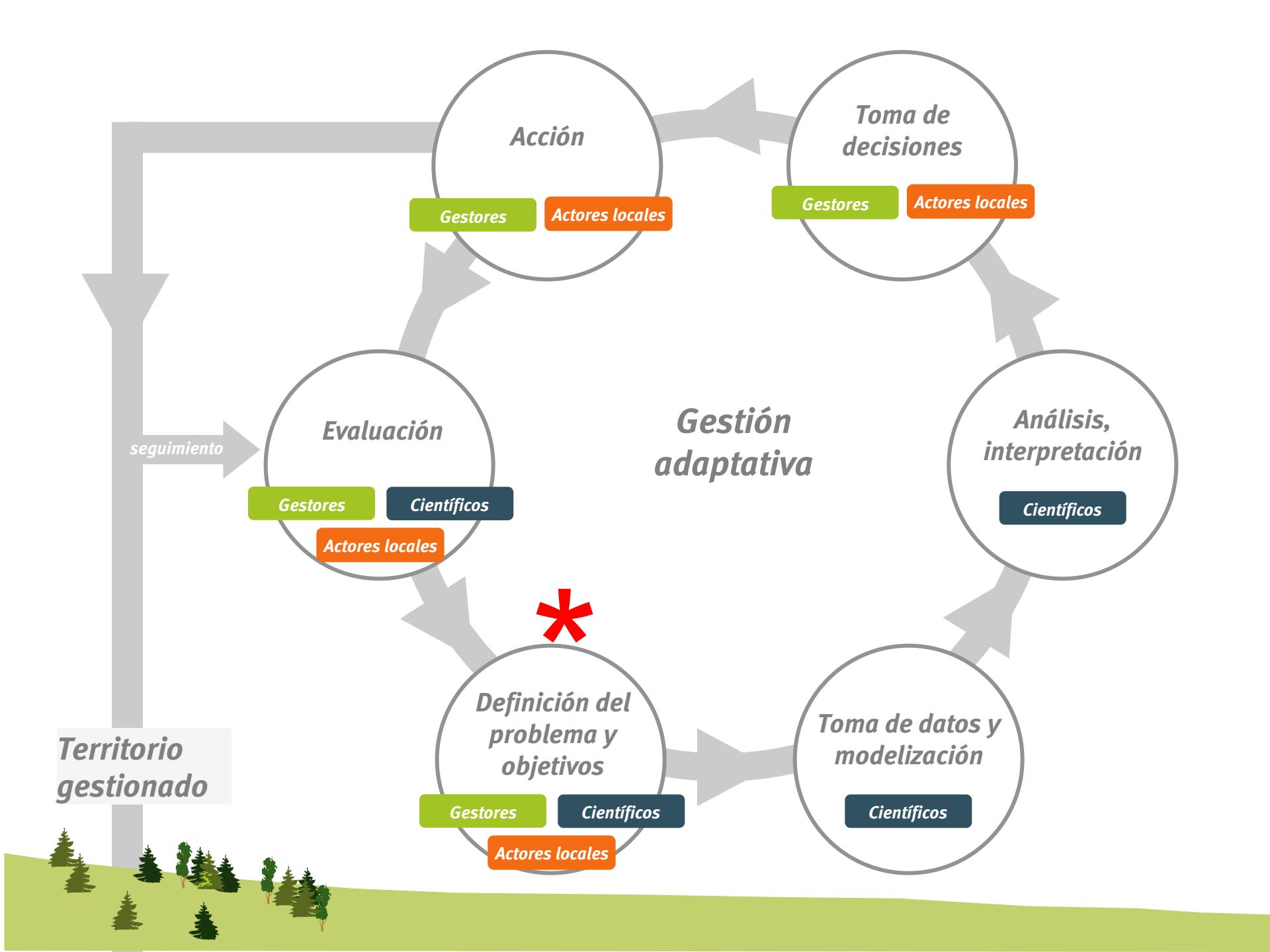


Manejo de pinares de repoblación en ambientes Mediterráneos

Durante la primera mitad del siglo XX se plantaron en España casi 1 millón de hectáreas de pinares de repoblación. En Sierra Nevada hay unas 40.000 Has.

Son masas muy densas y monoespecíficas que ocasionan varios problemas de gestión, derivados en buena medida de la excesiva competencia intraespecífica :

- Baja diversidad.
- Pocos servicios ecosistémicos.
- Alto riesgo de incendio y de prevalencia de plagas forestales.
- Baja regeneración natural.

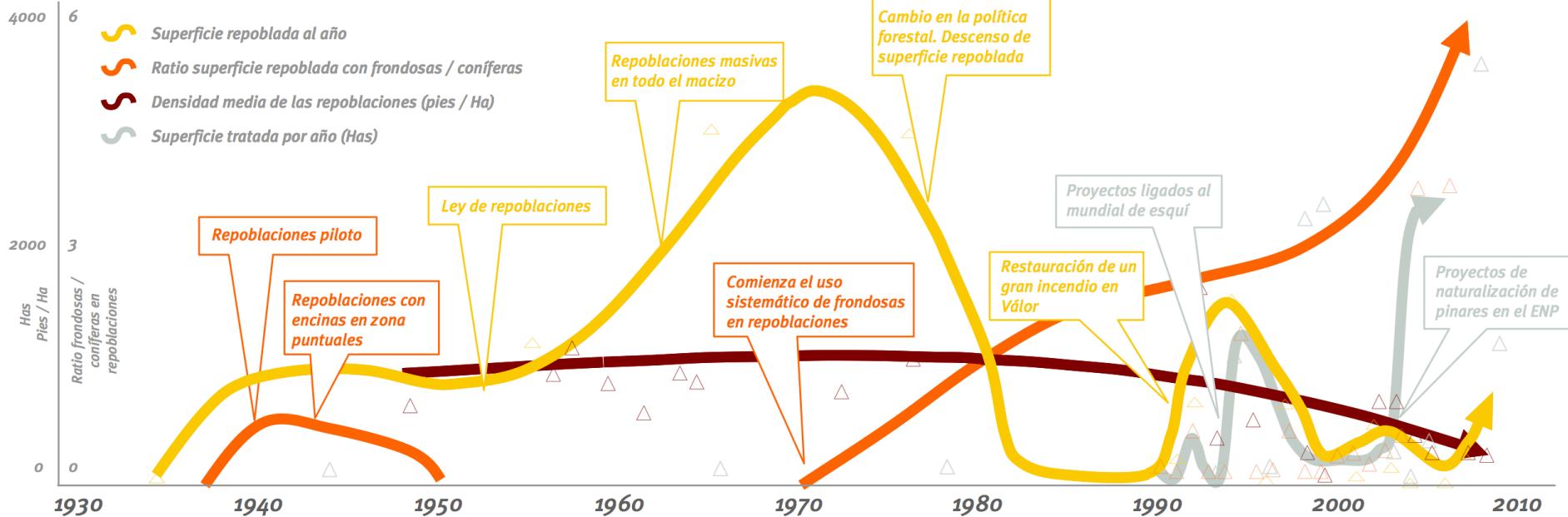


Manejo de pinares de repoblación en ambientes Mediterráneos

Definición de problemas y objetivos

Los pinares de repoblación son masas forestales densas, mono específicas y coetaneas implantadas durante la primera mitad del siglo XX

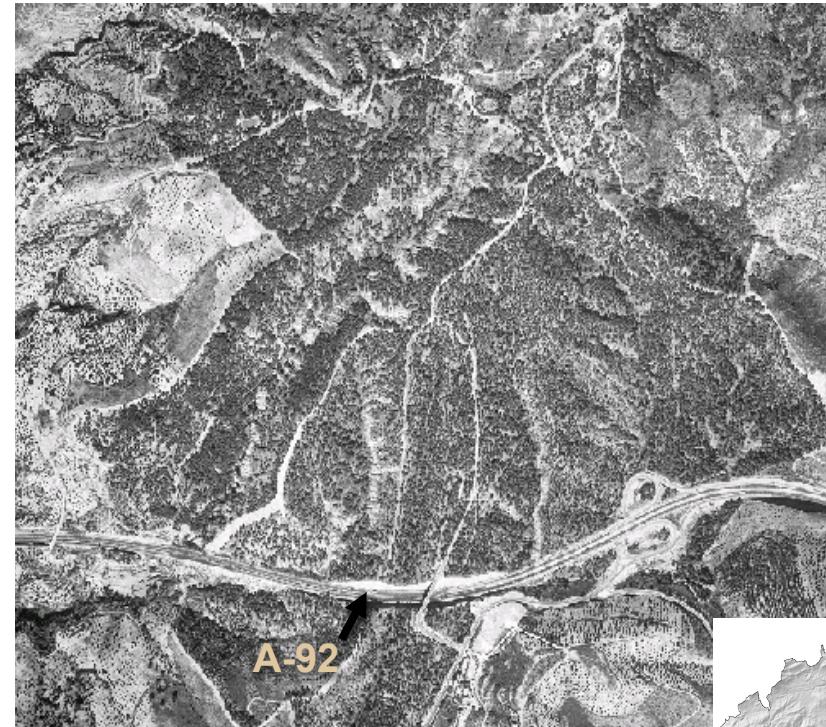
Línea temporal que muestra la evolución de la superficie repoblada por año, la densidad de las repoblaciones, la relación superficie repoblada por frondosas y por coníferas, y la superficie total de tratamientos selvícolas realizados al año en Sierra Nevada



Mapa de vegetación del P. N. Sierra de Huétor

Caracterización de los pinares de repoblación

- *Pinares sobre suelos erosionados y pendientes suaves: “Puerto Lobo”*
- *Son de carácter protector. En 1956 se observan fuertes cárcavas erosivas*
- *El pinar se ha desarrollado poco: ejemplares esqueléticos. Vegetación subyacente muy escasa*



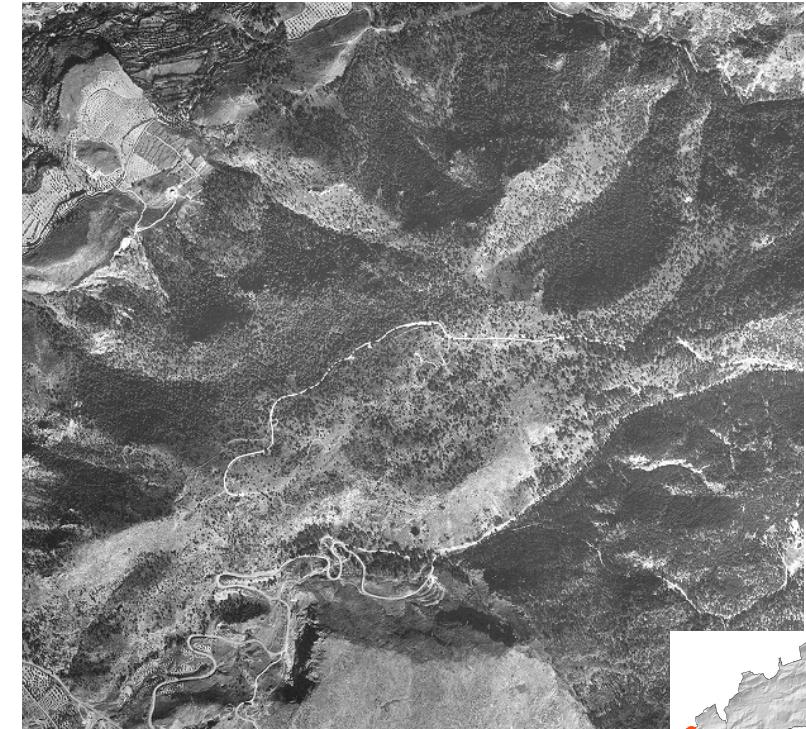
1 Km



Mapa de vegetación del P. N. Sierra de Huétor

▶ Caracterización de los pinares de repoblación

- *Pinares laxos con abundante matorral subyacente: “Sierra de la Yedra”*
- *En 1956 se observa una gran cobertura arbustiva, sobre la cual se implantaron los pinares laxos*
- *La cobertura arbórea suministra sombra y puede favorecer el desarrollo de la vegetación natural*



1 Km



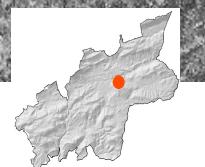
Mapa de vegetación del P. N. Sierra de Huétor

▶ Caracterización de los pinares de repoblación

- *Pinares muy densos sobre suelos llanos: “Los Fabiares”*
- *En 1956 había cultivos de cereal en las zonas llanas, aulagares y tomillares en zonas no cultivadas*
- *La cobertura arbórea es tan elevada que el crecimiento de la vegetación natural se ve prácticamente imposibilitada*



1 Km

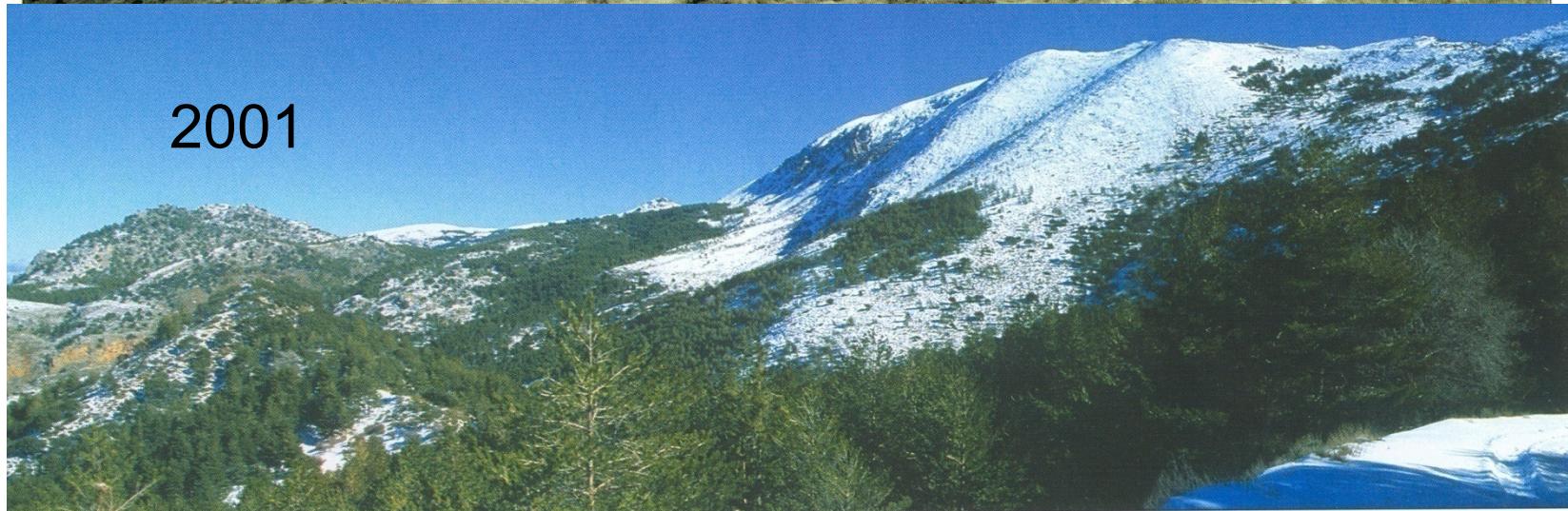


Las plantaciones en Sierra Nevada

1961



2001





Puente Órgiva

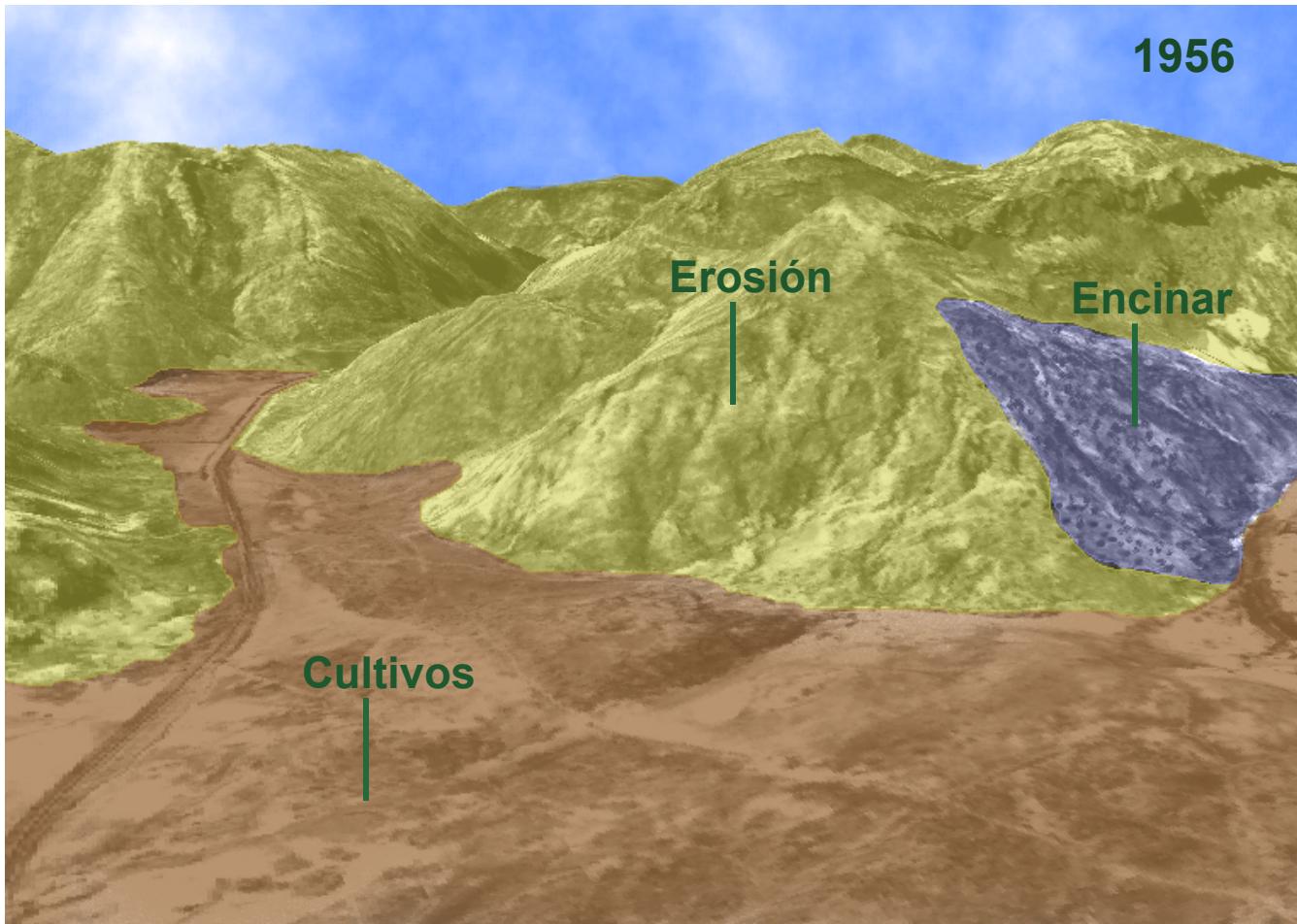


2004



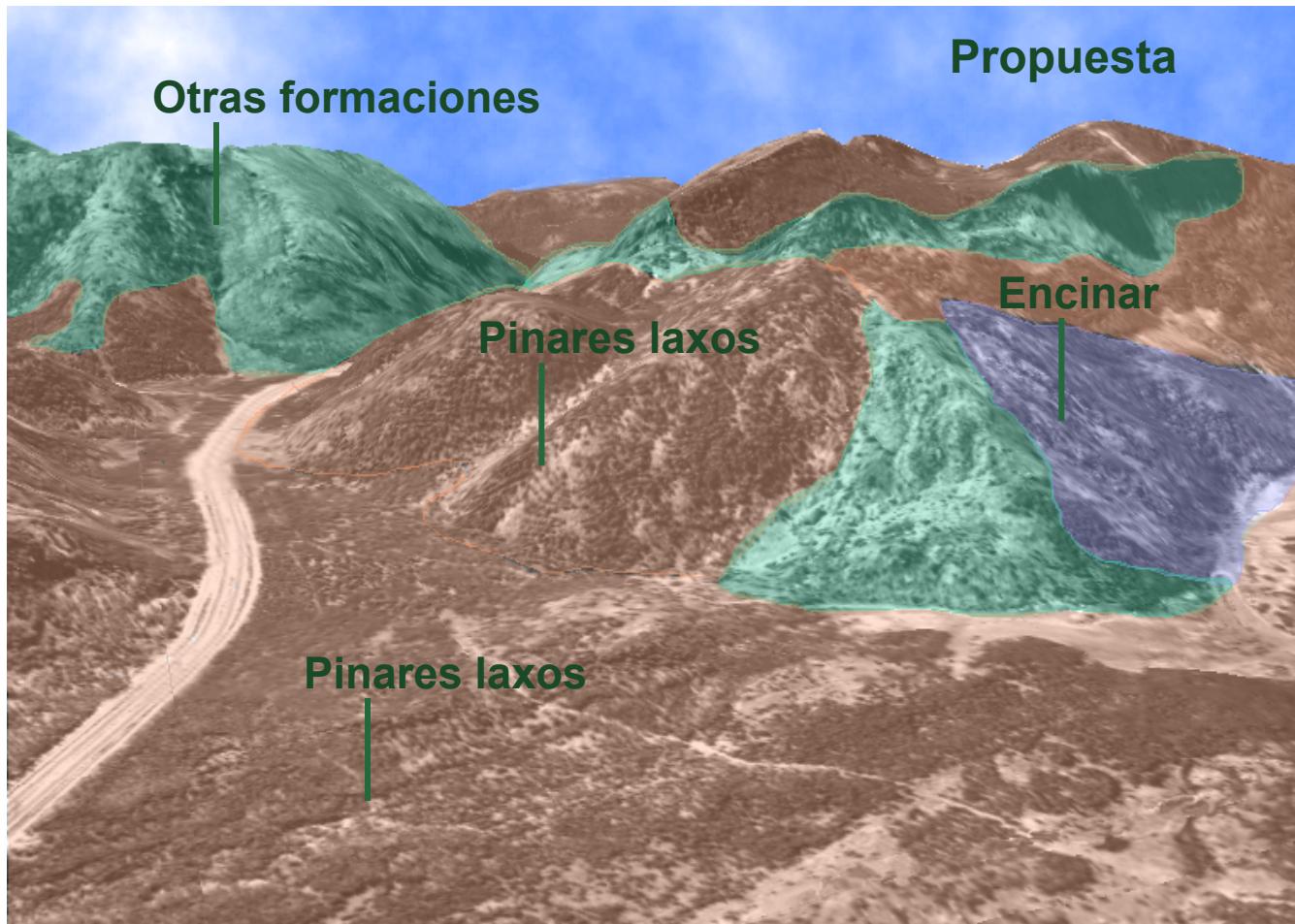


Grado de regeneración de la vegetación



Objetivos

► Grado de regeneración de la vegetación



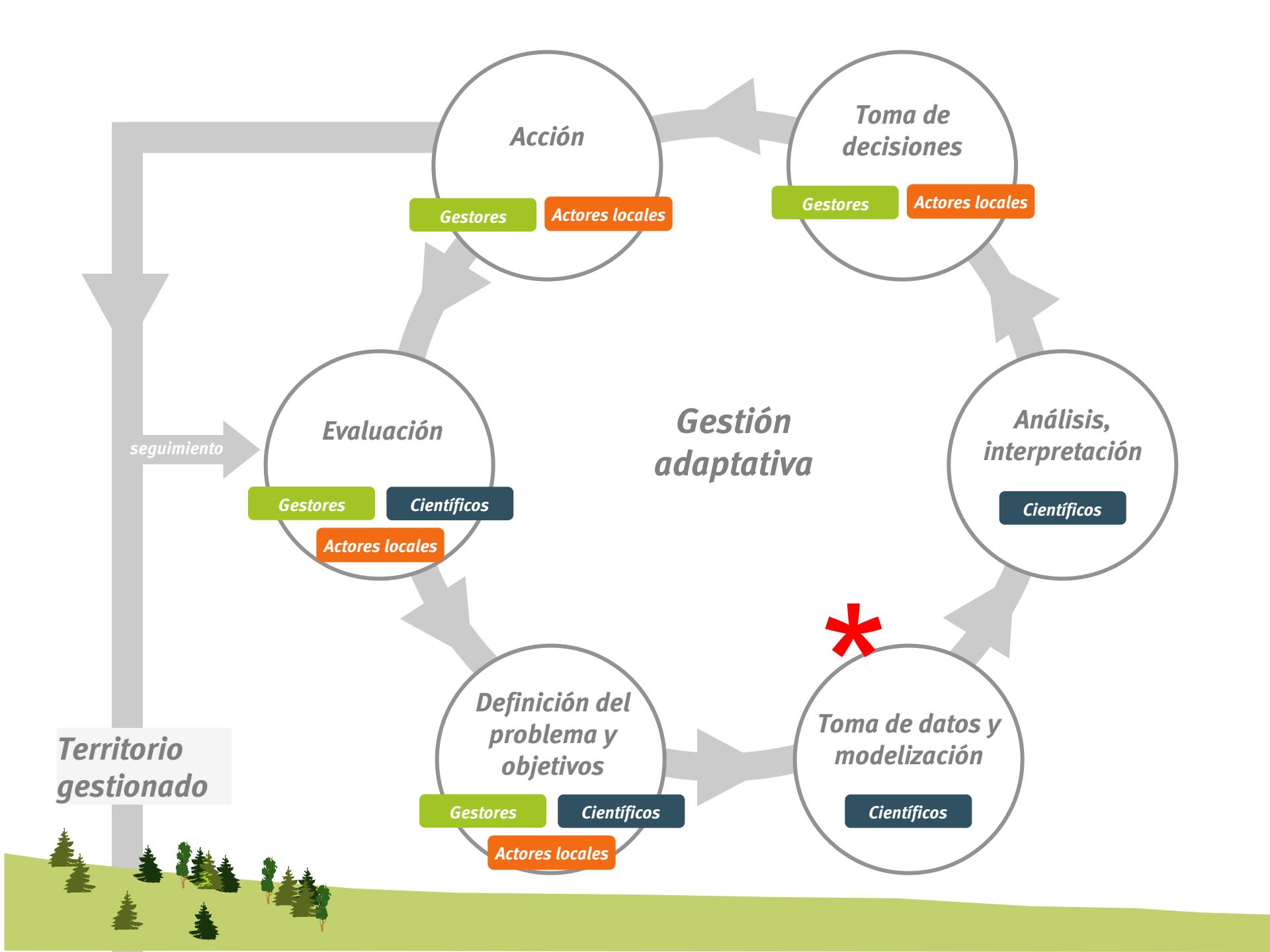
Modelo de manejo de repoblaciones forestales

▶ Procesos y actuaciones que permiten la sustitución de los pinares por vegetación natural



Modelo de manejo de repoblaciones forestales

- ▶ Actualmente se realizan claras parciales para reducir la densidad del pinar y favorecer la regeneración natural
 - *Sin embargo, no hay una planificación objetiva de los tratamientos*
 - *No se evalúa la capacidad del territorio de regenerar la vegetación natural*
- ▶ ¿En qué pinares es más recomendable intervenir para maximizar la regeneración de la vegetación natural?
- ▶ ¿Cómo ha de ser el tratamiento de estos pinares?
- ▶ ¿Son las plantaciones de pinos desiertos de biodiversidad?



Toma de datos y modelización

Inventarios forestales: sinfonevada

- 1. Delimitación parcela muestreo con relascopio
- Identificación y diámetro de árboles en la parcela
- 2. Medición árboles tipo: diámetro basal, normal, altura...



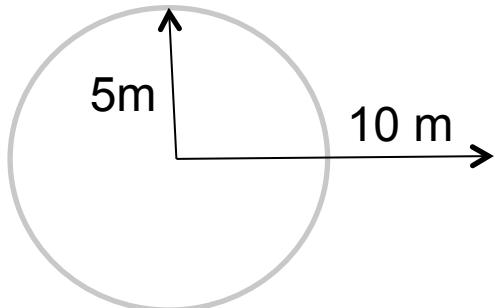
SINFONEVADA - Inventario

- 3. Caracterización de la masa forestal (max 3 especies): especie, estado, ocupación, fracción de cabida cubierta (Fcc), edad, origen y fuente de información
- 4. Estado selvícola:
 - Vegetación: distribución, composición específica, Fcc por tipo de vegetación.
 - Gestión: los trabajos de preparación del suelo, cortas y trabajos culturales y daños biótico o abiótico, así como la causa
- 5. Parcela: erosión, pendiente, orientación y pedregosidad.



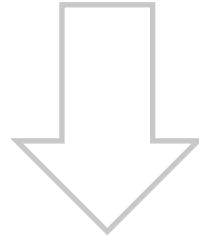
SINFONEVADA - Inventario

- Inventario florístico (10m) : Fcc y altura media
- Inventario pies menores y regeneración (5m): altura y diámetro



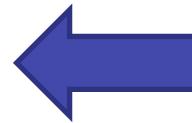
Poniendo en valor los inventarios

- Información sistemática y completa
- Amplia cobertura espacial y temporal
- Cada vez mas información auxiliar



ALTÍSIMA POTENCIALIDAD:

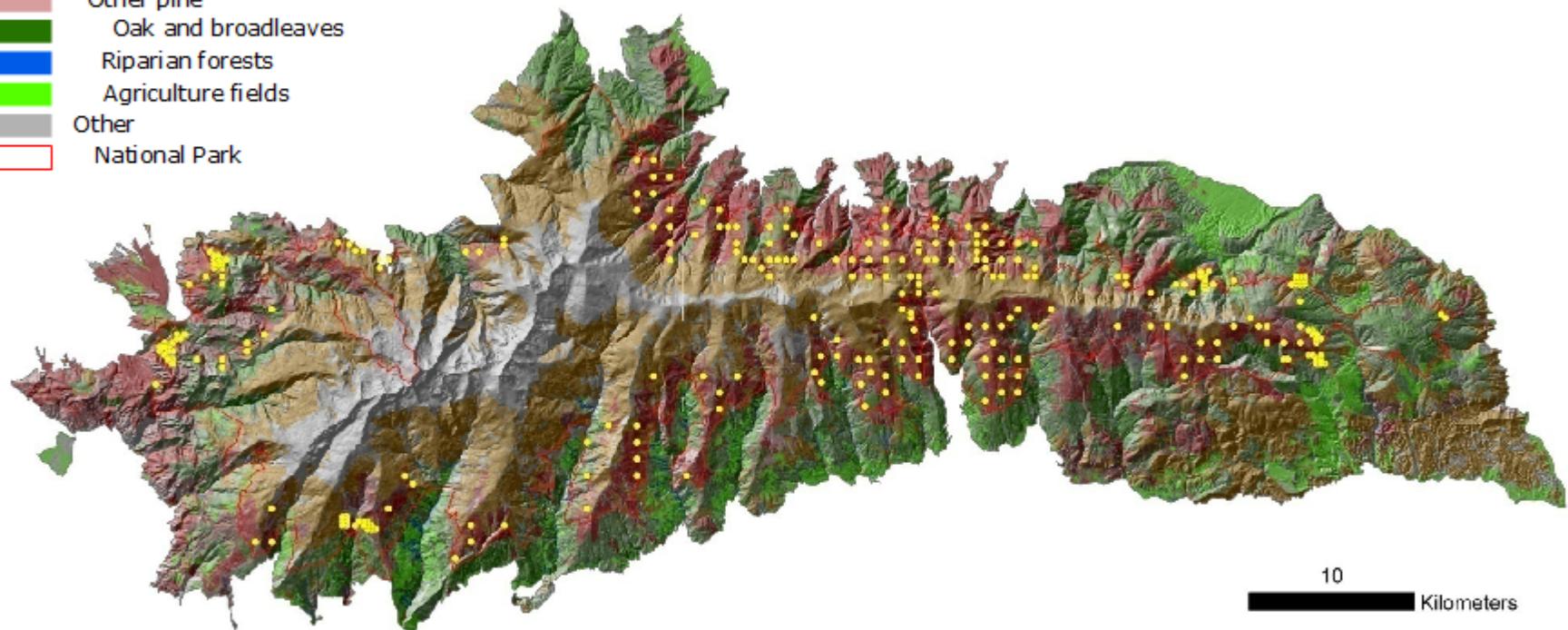
- Macroecología:
biodiversidad y
especies invasoras
- Productividad
- Plagas



- Diversidad de usuarios
- Categorización

Las plantaciones en Sierra Nevada

-
- █ Shrubland
 - █ Pine
 - █ Other pine
 - █ Oak and broadleaves
 - █ Riparian forests
 - █ Agriculture fields
 - █ Other
 - National Park



Conocimiento científico generado

- ¿Cuáles son los determinantes de la regeneración y diversidad en las plantaciones de pinares?

Ecological Applications, 19(8), 2009, pp. 2124–2141
© 2009 by the Ecological Society of America

Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests?
An assessment along abiotic and biotic gradients



GfÖ

GfÖ Ecological Society of Germany,
Austria and Switzerland

Basic and Applied Ecology 12 (2011) 251–259

Basic and
Applied Ecology

www.elsevier.de/baee

Is spatial structure the key to promote plant diversity in Mediterranean forest plantations?

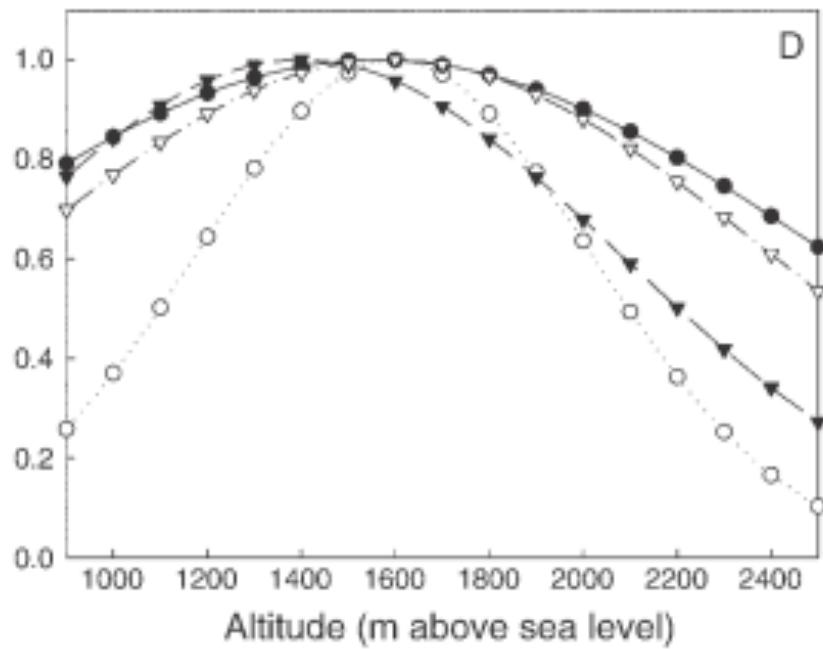
P. González-Moreno^{a,b,*}, J.L. Quero^{b,c}, L. Poorter^b, F.J. Bonet^a, R. Zamora^d

The weight of the past: Land-use legacies and recolonization of pine plantations by oak trees

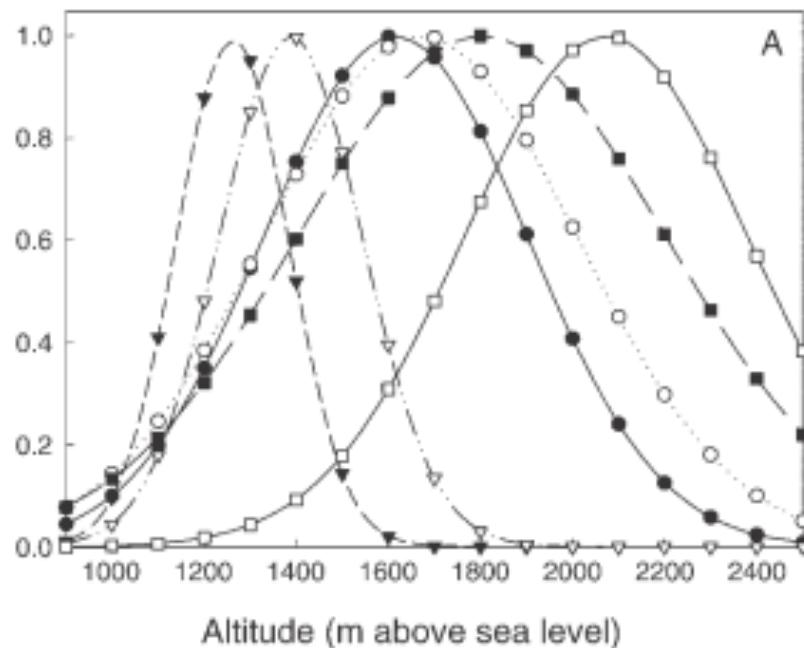
Irene Navarro-González ^{1,*}, Antonio Jesús Pérez-Luque ², Francisco Javier Bonet ³, and Regino Zamora ⁴ *Ecological Applications*

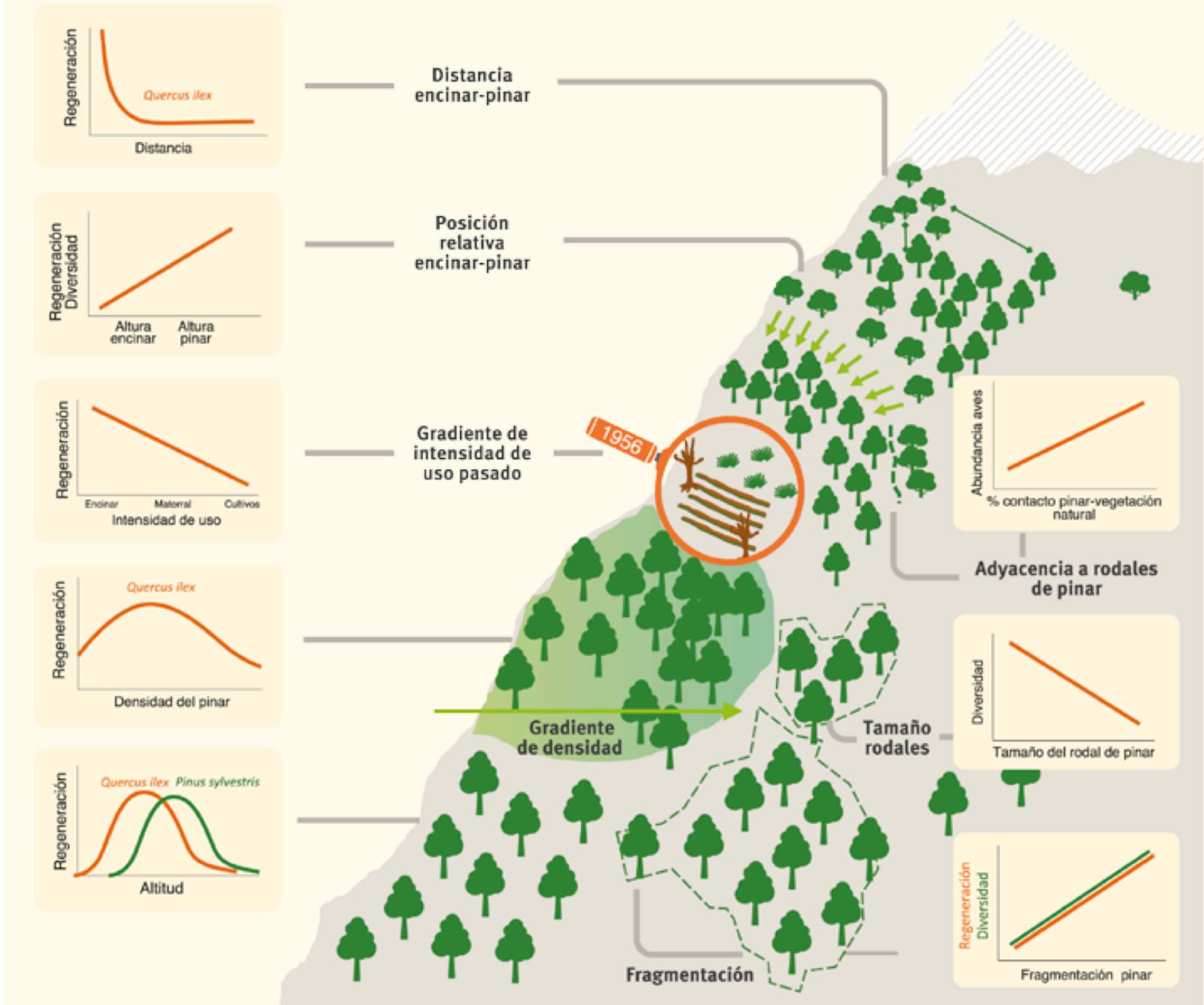
Clima

Fracción de Diversidad potencial



Fracción de regeneración potencial





Paisaje - Contexto

Mayor cercanía = mayor regeneración y diversidad???

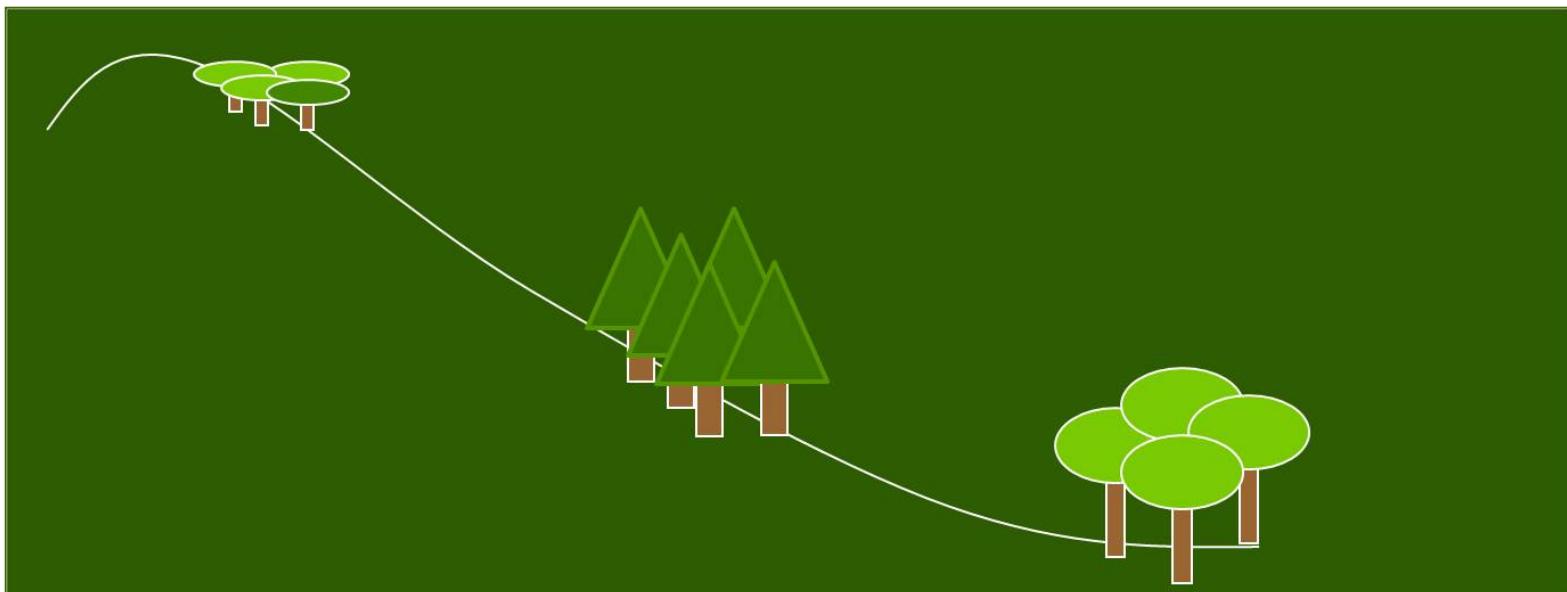
(Hewitt and Kellman, 2002, Gómez-Aparicio et al. 2009)

Depende del tipo de vegetación?

- Encinares y robledales
- Matorral
- Vegetación riparia
- Agrícola

o de la altitud relativa?

- Euclidea
- Distancia ponderada
- Hacia arriba
- Hacia abajo



Resultados: el contexto afecta!! (n = 275)

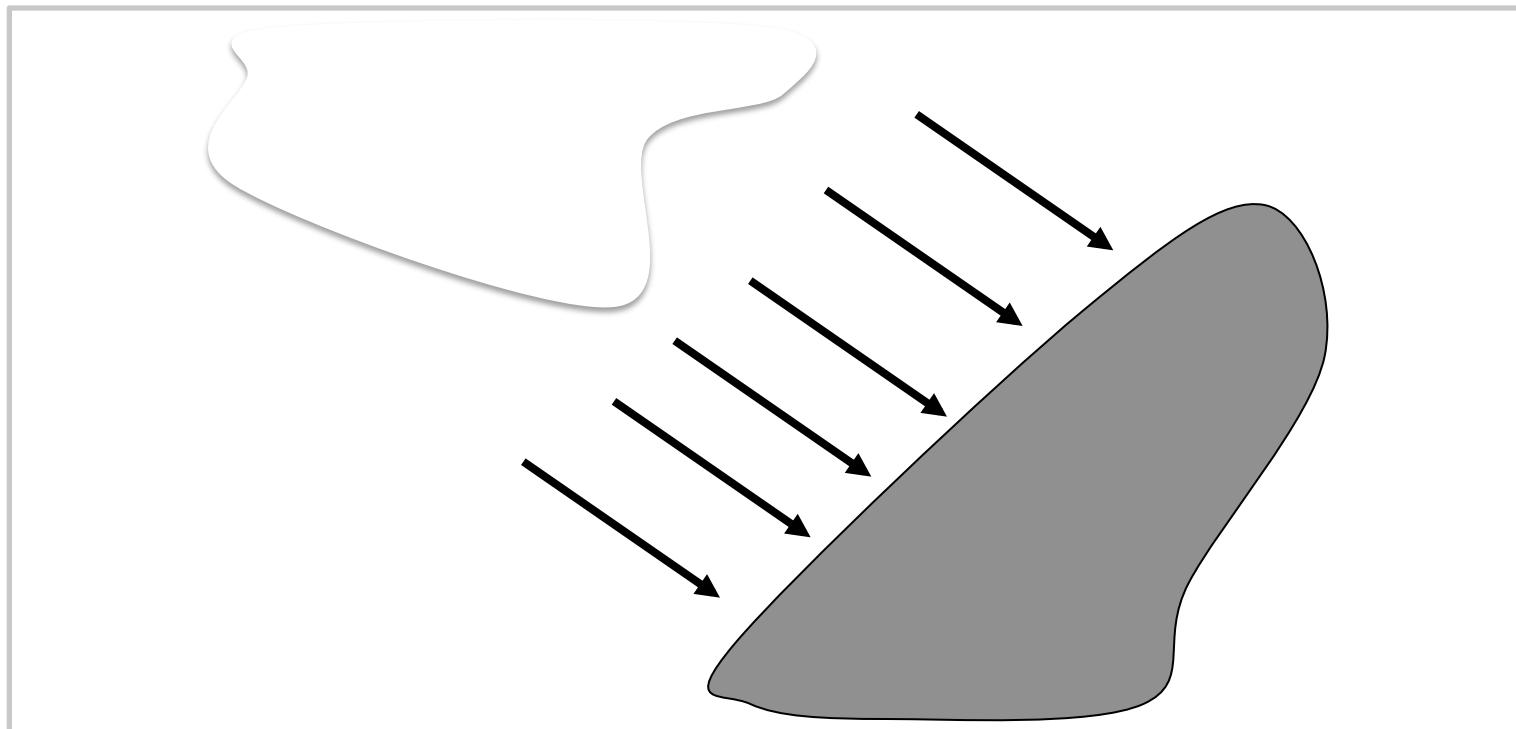
	Pearson	Biodiversidad	Regeneración
Distancia Euclidea	Encinar y robledal	-0.21**	-0.33***
	Matorral	-0.17**	-0.10
	Ripario	-0.18**	-0.00
	Agrícola	-0.03	-0.07
Distancia hacia abajo	Encinar y robledal	-0.22***	-0.33***
	Matorral	-0.18**	-0.13*
	Ripario	-0.18**	-0.00
	Agrícola	-0.05	-0.09
Distancia hacia arriba	Encinar y robledal	-0.20**	-0.32***
	Matorral	-0.15*	-0.07
	Ripario	--0.18**	0.01
	Agrícola	-0.01	-0.06

Paisaje - Fragmentación

Mayor fragmentación =mayor regeneración y diversidad??? (Turner et al. 2001)

Índice de complejidad de forma

Area



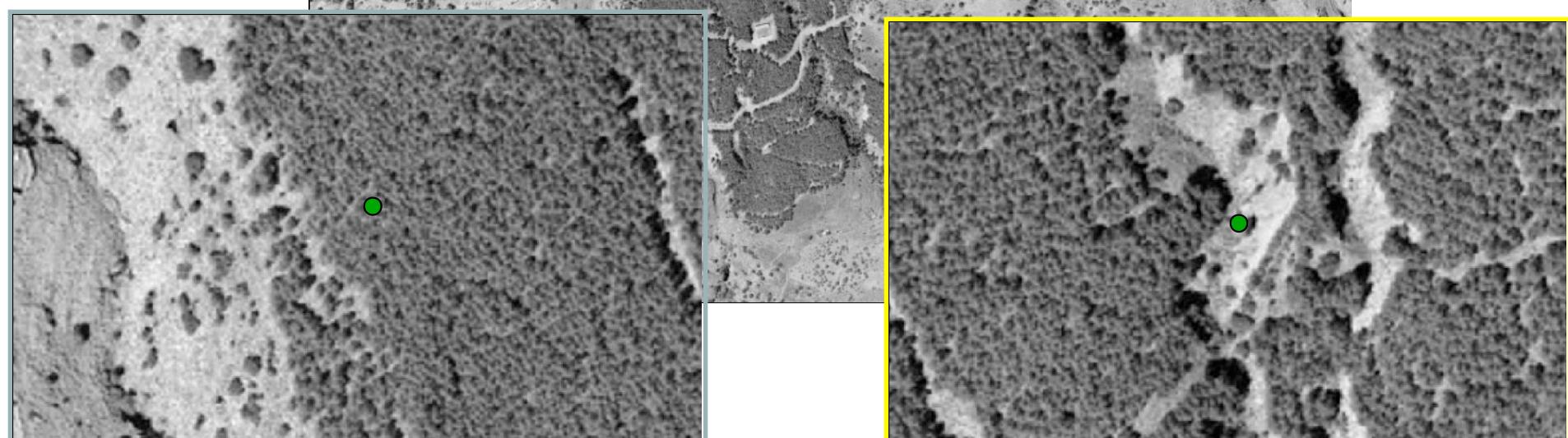
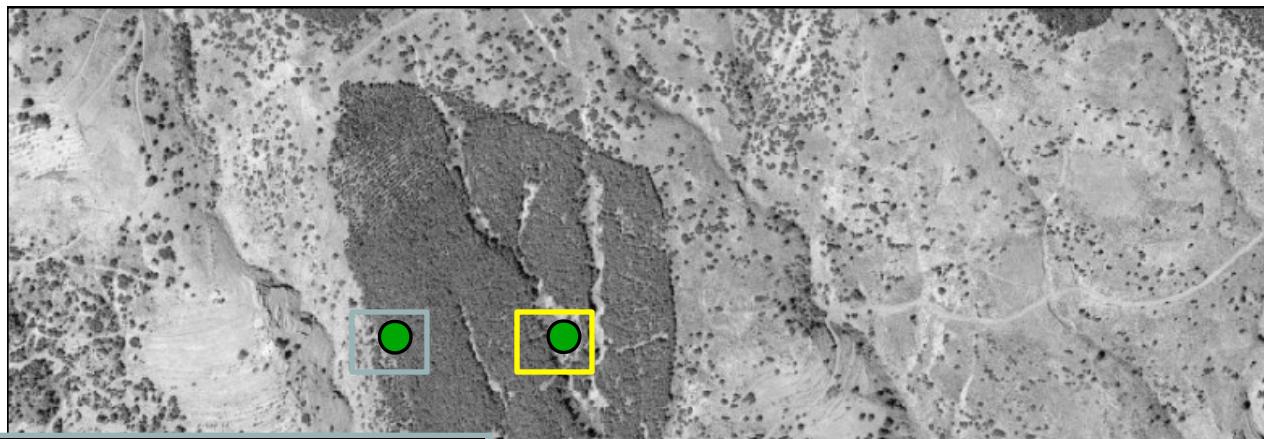
Resultados: hay algo de efecto pero sólo en diversidad... (n = 10)

	Biodiversidad	Regeneración
Model	$F_{3,6} = 23.71^{***}$	$F_{2,7} = 2.33$
R ²	0.92	0.40
Altitud	-0.61**	-0.78
Radiación		0.66
Índice de complejidad de forma	0.96**	
Área	-1.06***	

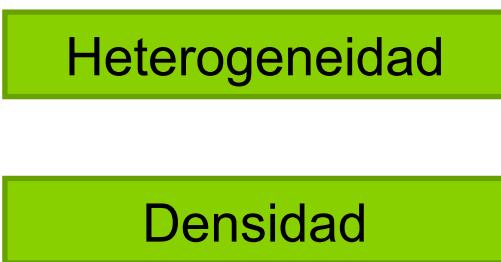
Estructura interna de la vegetación

Mayor heterogeneidad interna y menor densidad = mayor regeneración y diversidad

Métodos: análisis de textura de ortofotos y densidad de pinar

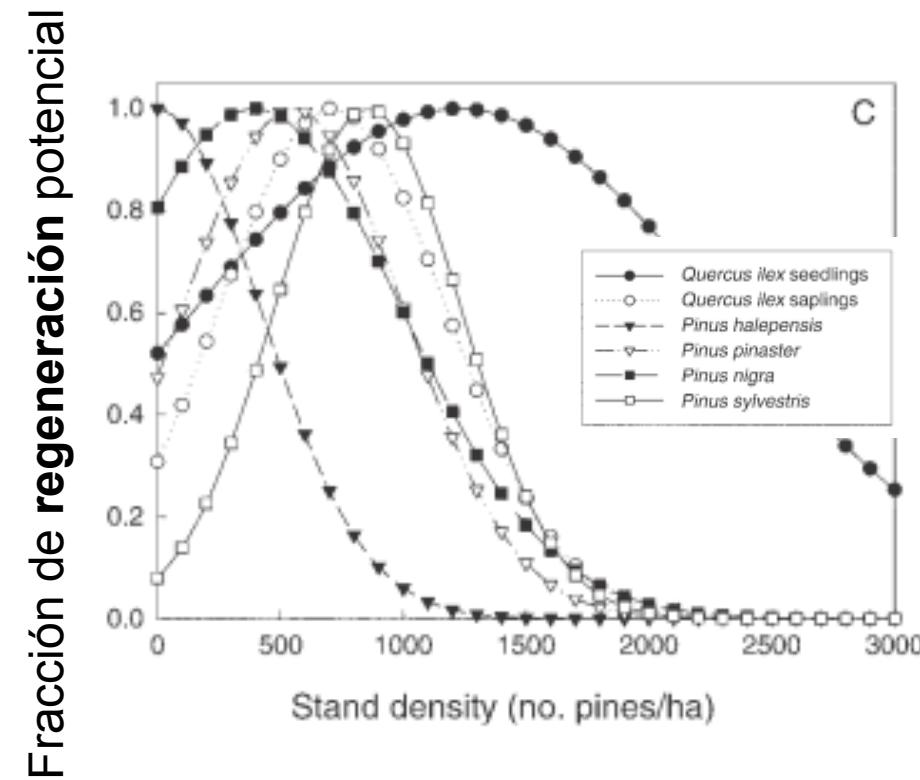


Resultados (n = 275) : mayor diversidad a mayor heterogeneidad y menor densidad pero no para regeneración



Pearson
Entropía
Contraste

	Biodiversidad	Regeneración
	0.15*	-0.09
	0.19**	-0.05



Uso pasado

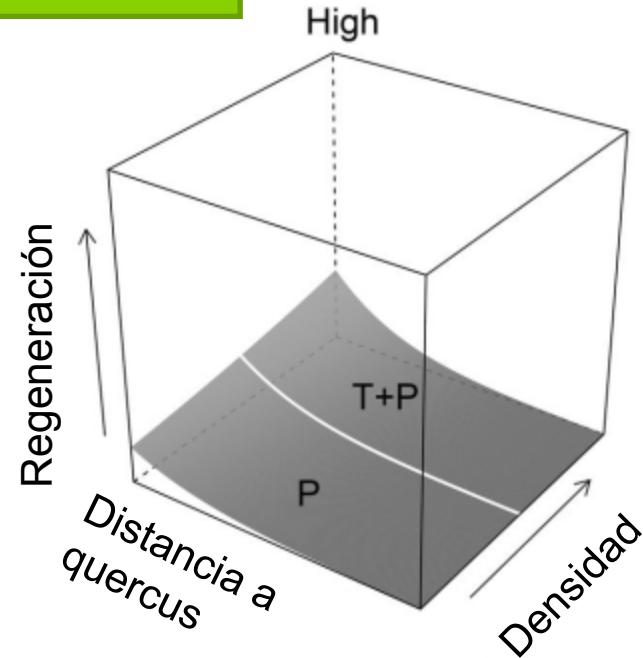
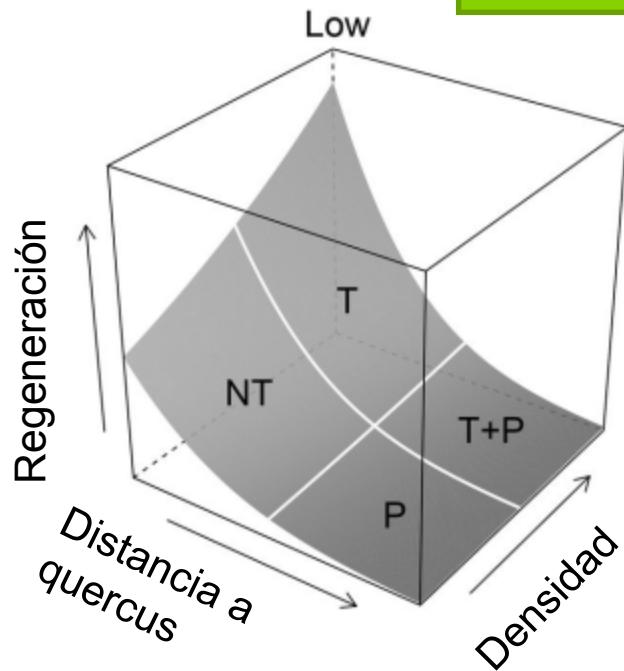
Uso más intenso en el pasado = menor regeneración

Métodos: identificación de uso de suelo - ortofotos 1956

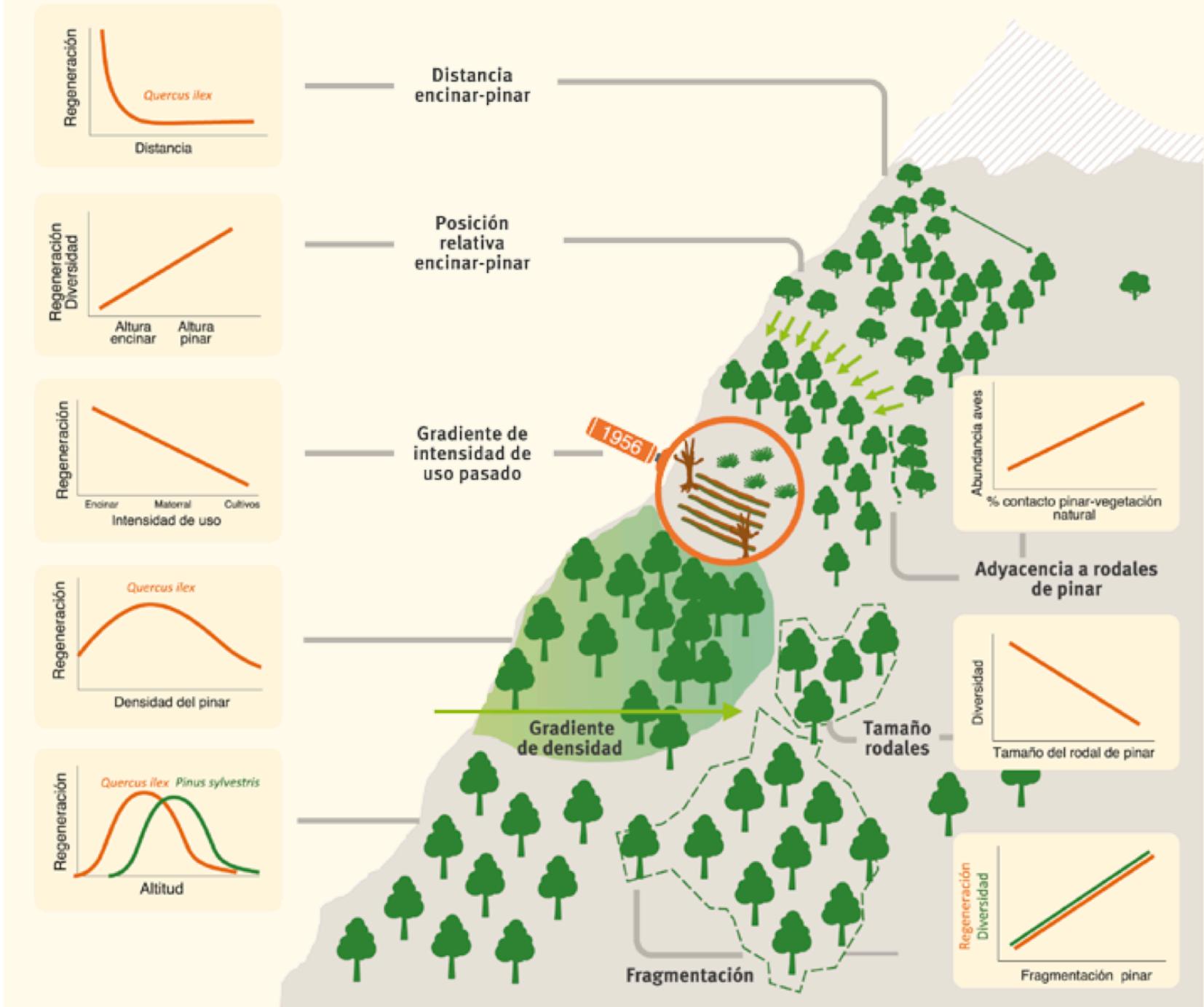


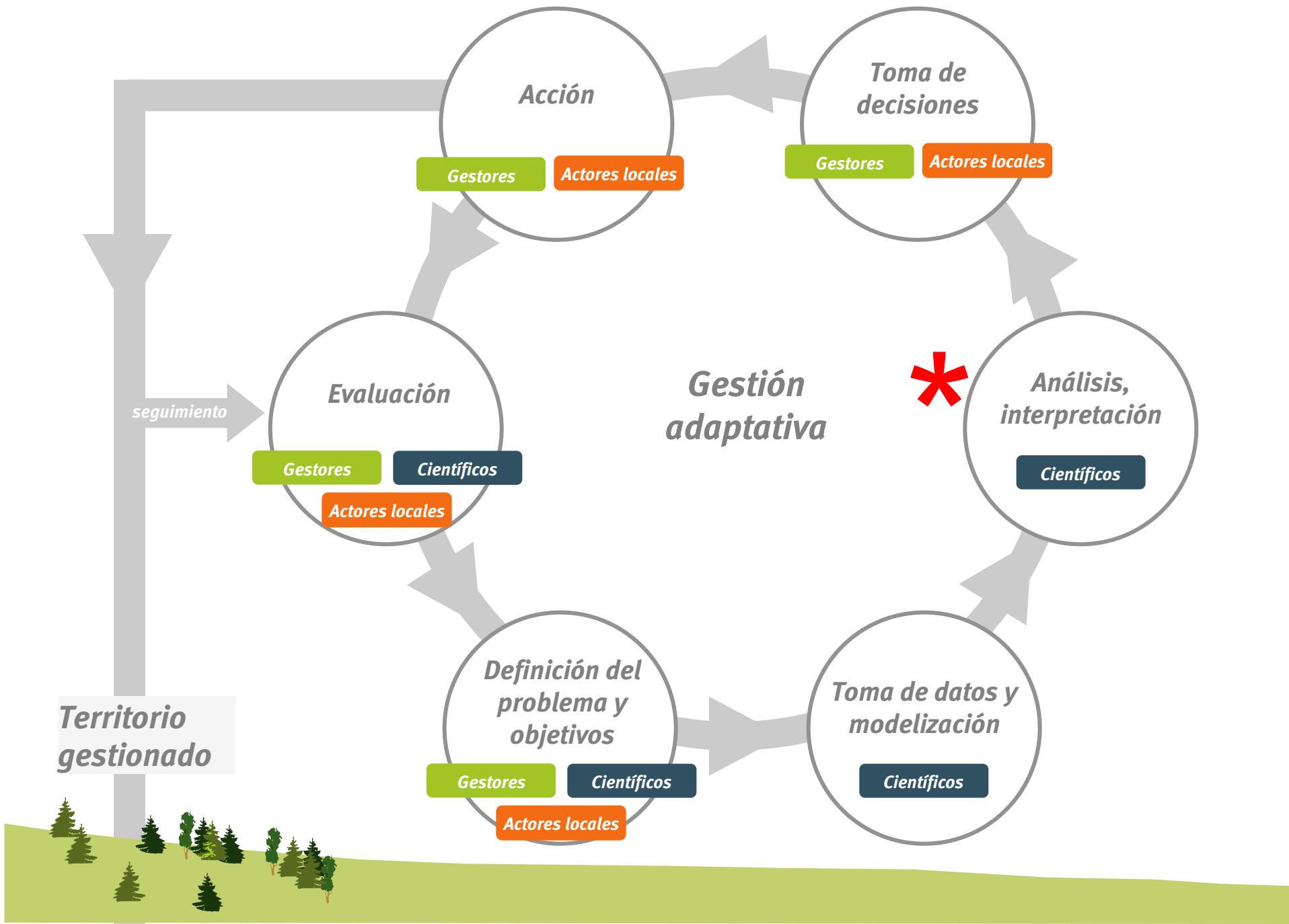
Resultados ($n = 168$): mayor intensidad, menor regeneración

Intensidad de uso
de suelo pasado



Navarro-González et al 2013





Análisis e interpretación: sistema de apoyo a la decisión. ¿Dónde realizamos tratamientos de aclarado del pinar?

Aspectos metodológicos

► Elaboramos un modelo de evaluación del territorio (modelo de aptitud)

- *Se trata de formular el rango óptimo en las condiciones biofísicas y socioeconómicas que determinan la idoneidad de un lugar para cierto uso o actividad. Luego se comparan los atributos de cada punto del territorio con los considerados óptimos*

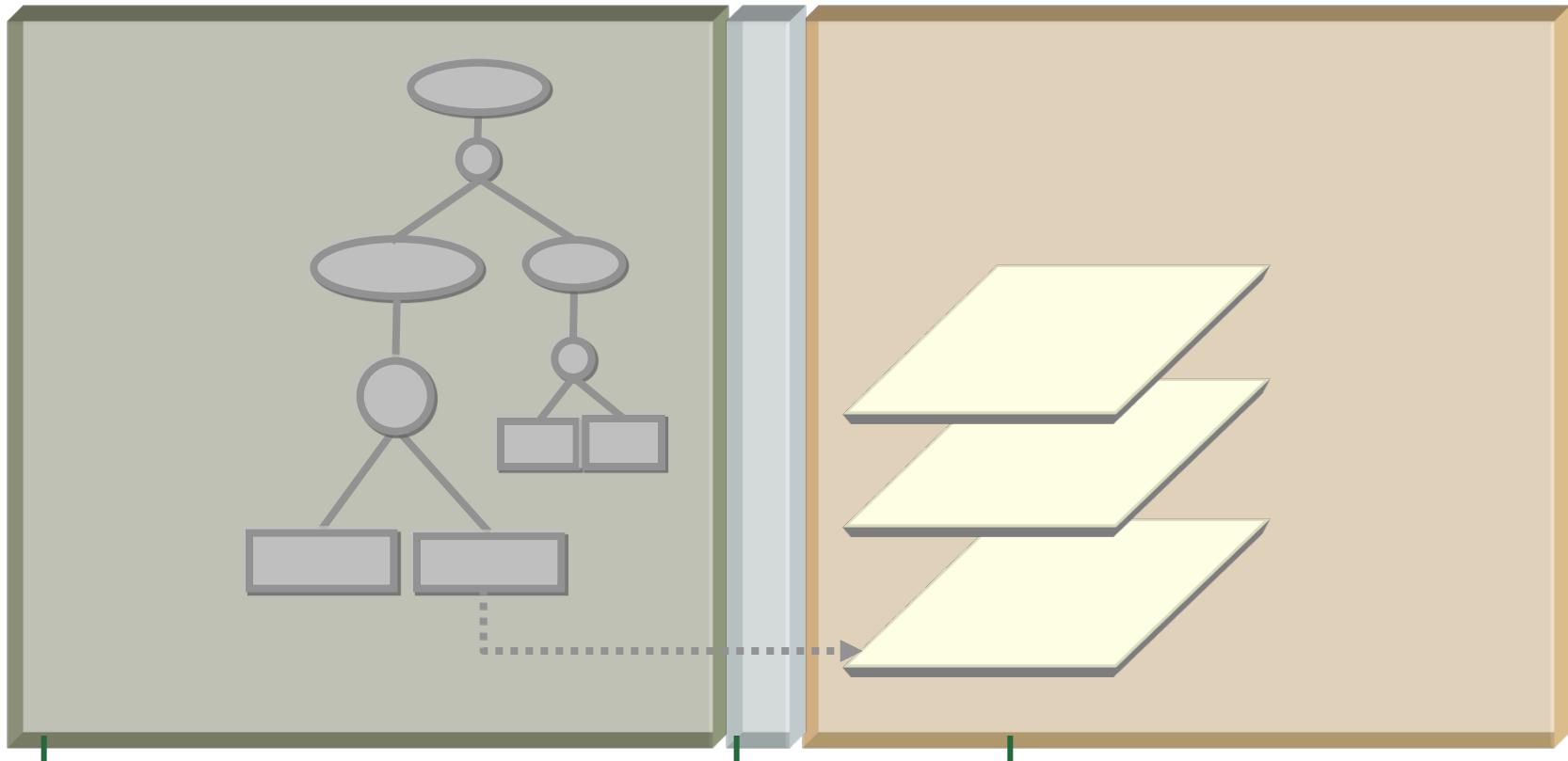
► Bases teóricas

- *Base de conocimiento*
- *Lógica proposicional*
- *Lógica difusa*

Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Aspectos metodológicos

Bases de conocimiento



Base de conocimiento:
Reglas, condiciones,
restricciones

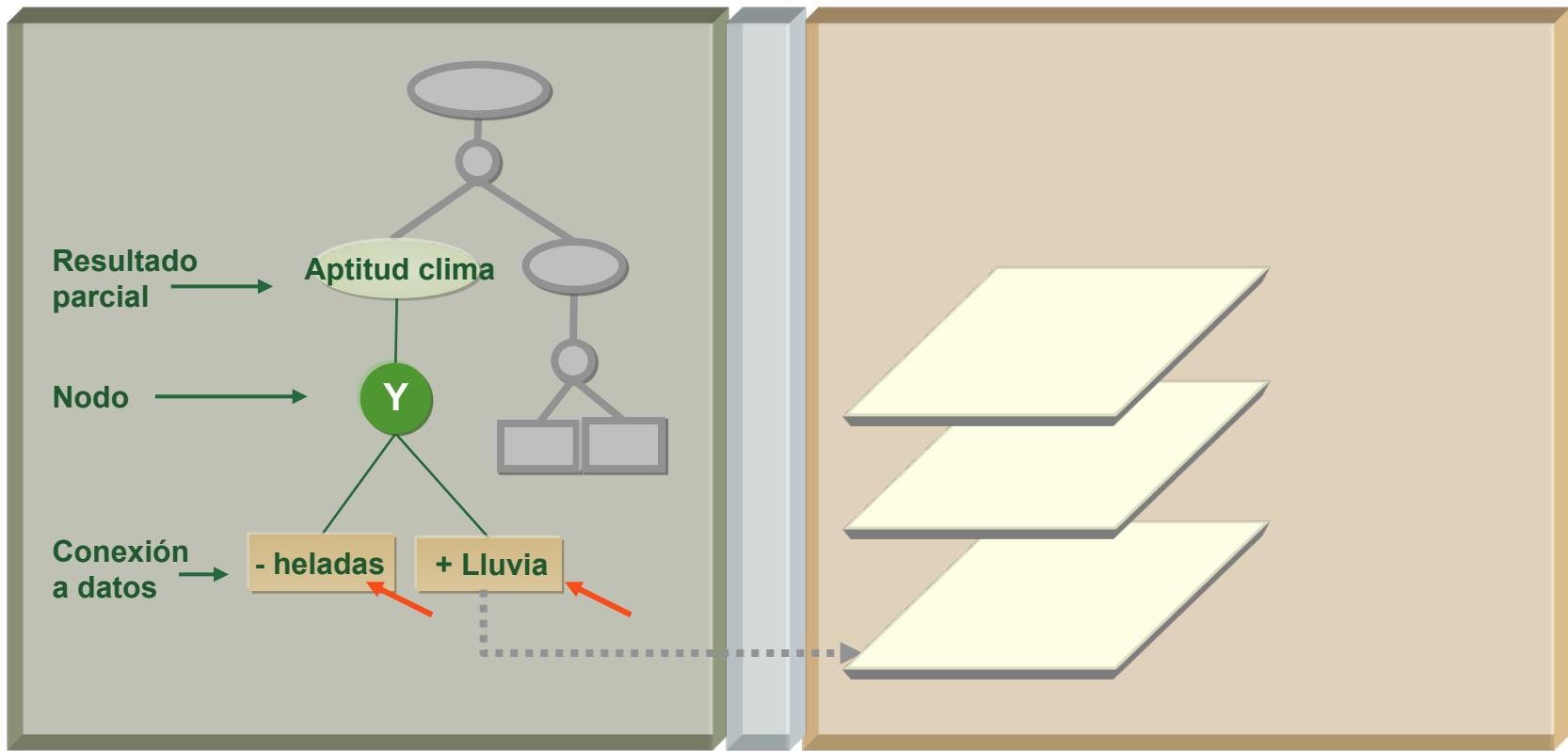
Interfaz con SIG

Sistema de Información:
Capas, textos, datos

Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Aspectos metodológicos

Bases de conocimiento

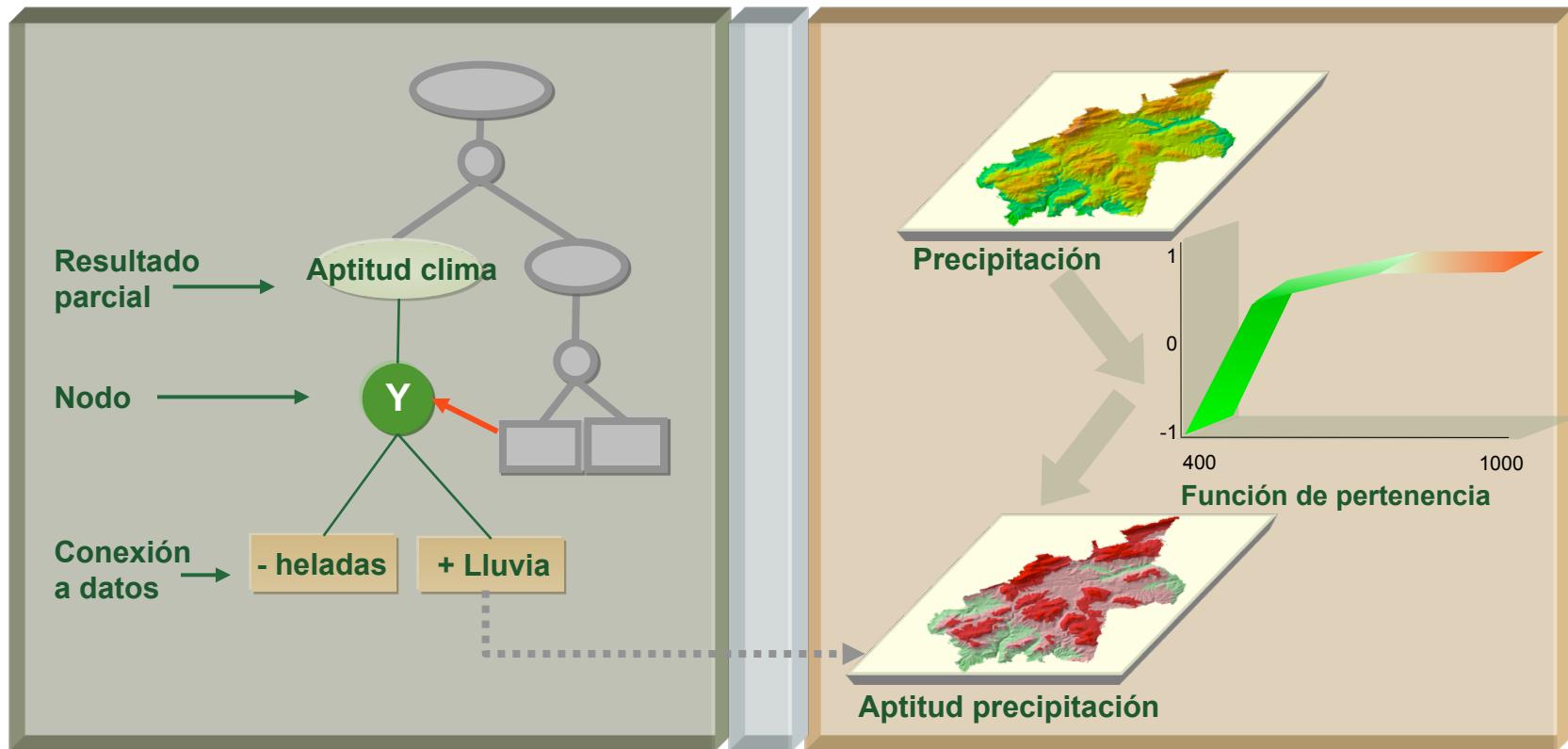


- Las reglas y condiciones se expresan a modo de axiomas:
- Los sitios donde se regenerará la vegetación con más intensidad son aquellos con muchas precipitaciones y bajo riesgo de heladas

Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Aspectos metodológicos

Bases de conocimiento

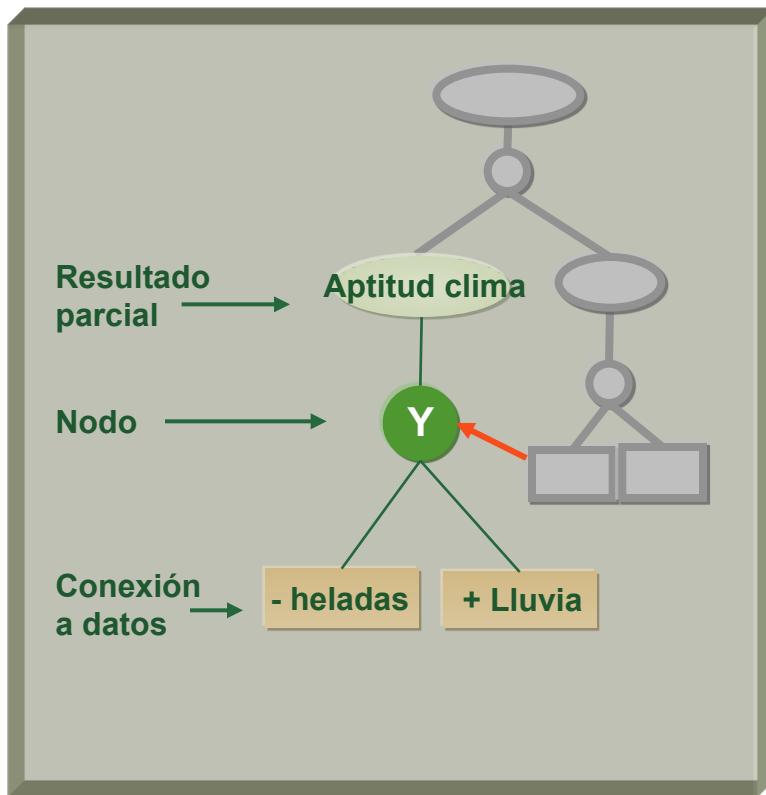


- Las funciones de pertenencia difusa permiten la obtención de mapas de aptitud para cada variable individual:
- A partir de un mapa de precipitaciones se obtiene otro que muestra cómo las precipitaciones condicionan la regeneración de la vegetación

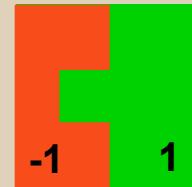
Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Aspectos metodológicos

Bases de conocimiento



$$\text{Fuzzy OR } (A, B) = \text{Max } (A, B)$$



$$\text{Fuzzy AND}(A, B) = \text{Min } (A, B)$$



- Los nodos son fácilmente interpretables en la base de conocimiento y en nuestro lenguaje natural
- En el SIG, los nodos se interpretan como operaciones aritméticas entre capas

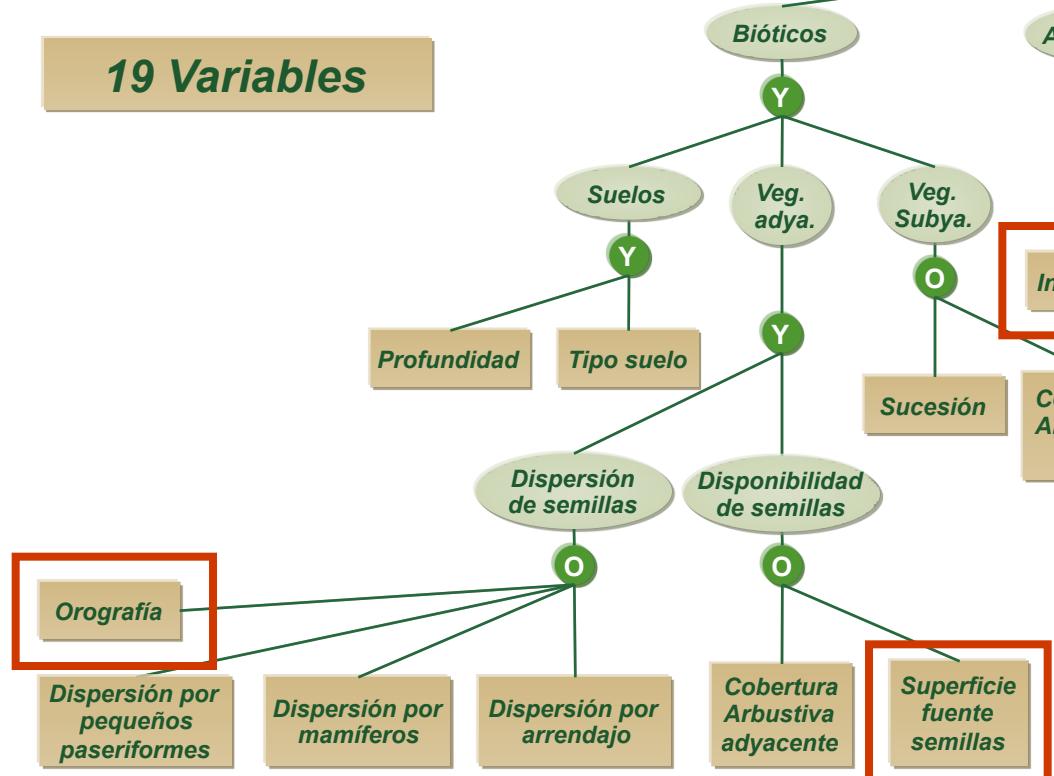
Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

Modelo conceptual

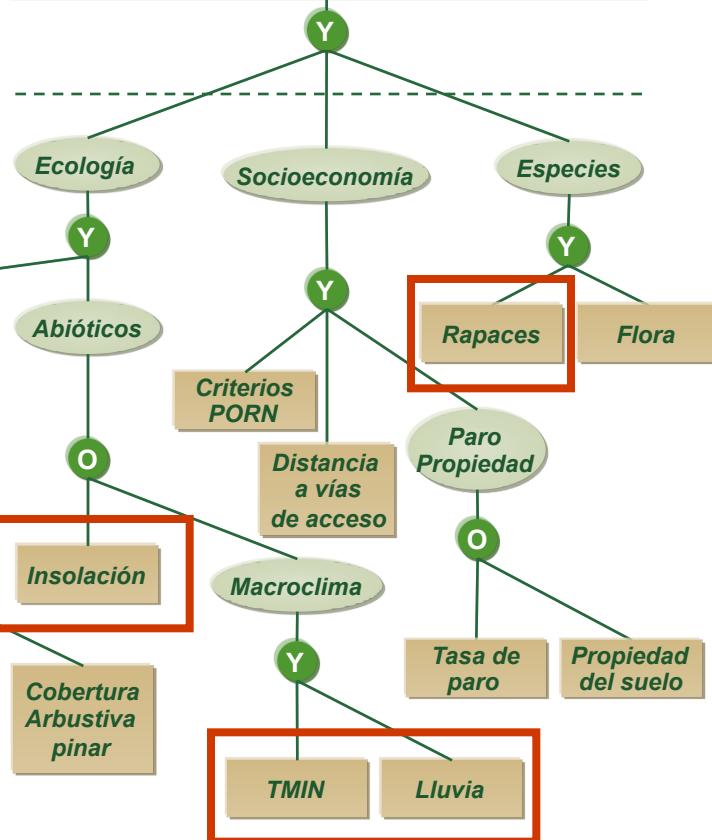
- Conexión a datos (coberturas)
- Redes (resultados parciales)
- Conectores difusos

19 Variables



Pinares con densidad superior al 50%

Aptitud global de los pinares de repoblación

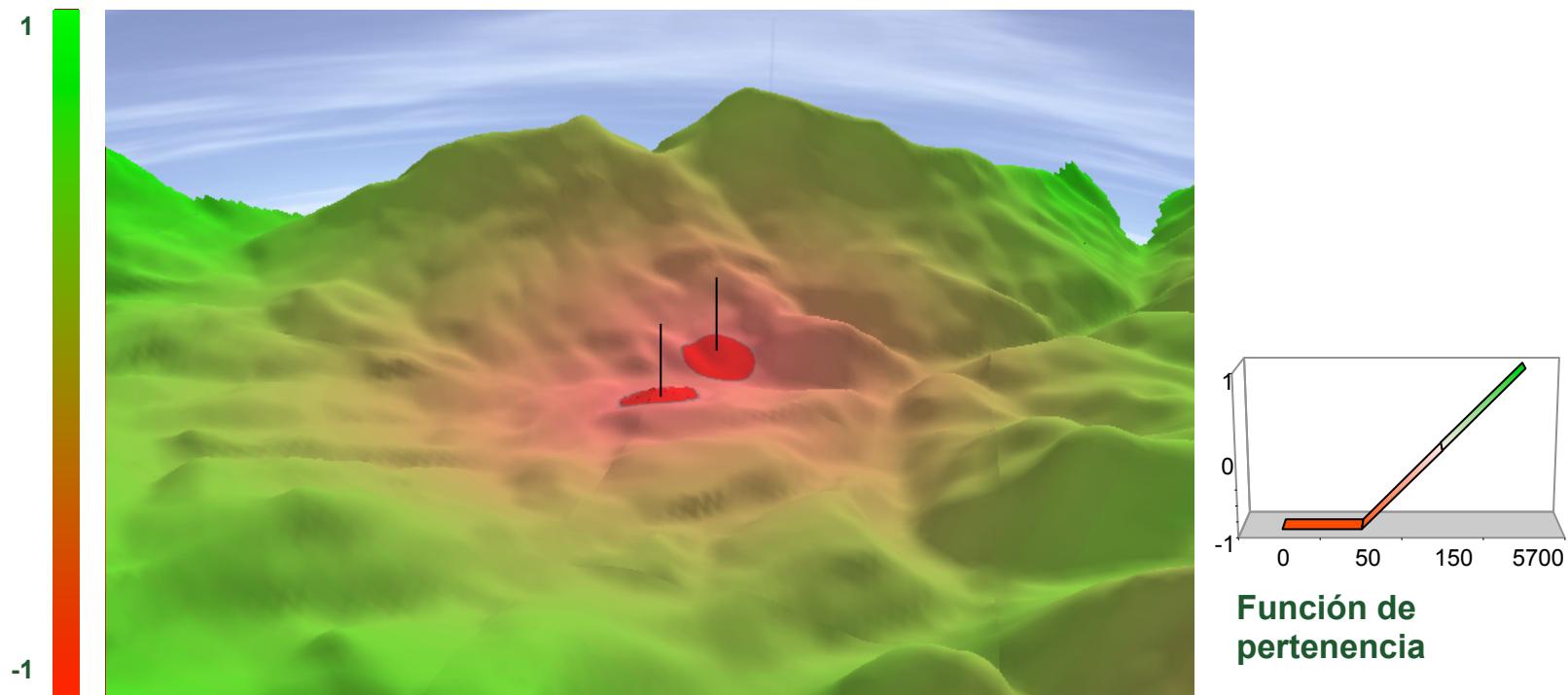


Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

▶ Descripción de variables: presencia de nidos de rapaces

- **Red a la que pertenece:** Rapaces < Especies < APTITUD GLOBAL
- **Justificación:** Los tratamientos selvícolas no pueden afectar a especies amenazadas
- **Procesamiento:** Mapa de distancias desde los nidos a los pinares

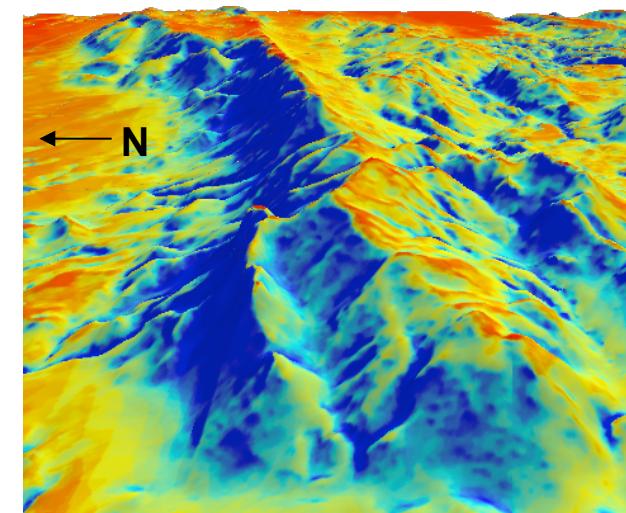
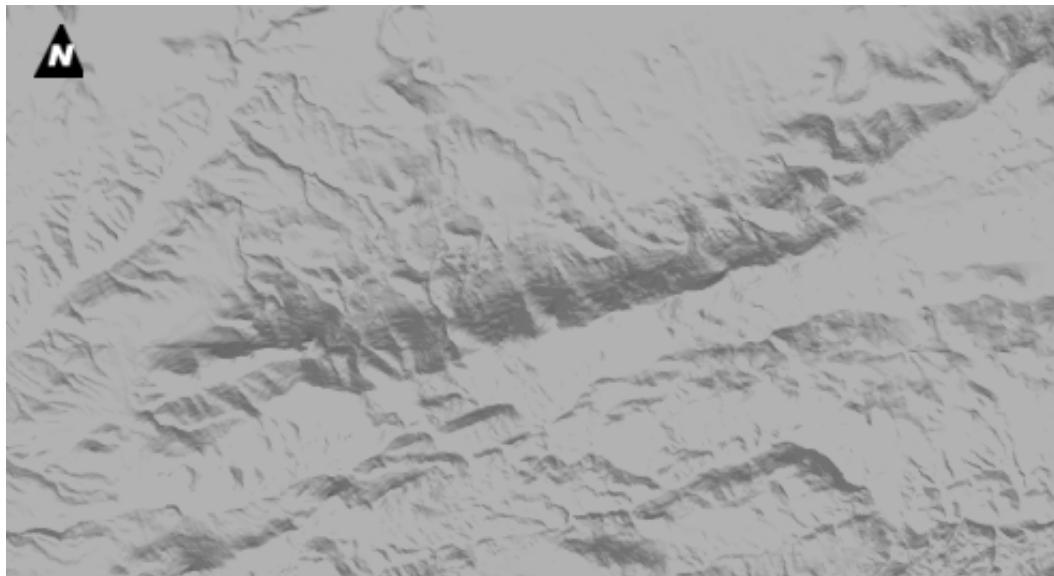


Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

► Descripción de variables: Insolación potencial

- **Red a la que pertenece:** *Insolación < fact. abióticos < fact. ecológicos < APTITUD GLOBAL*
- **Justificación:** *La insolación determina en buena medida las umbrías y solanas en ambientes mediterráneos*
- **Procesamiento:** *Se obtiene simulando la trayectoria solar durante varios días del año. El resultado final es la media de horas de sol para cada punto. Se tiene en cuenta el ocultamiento topográfico.*

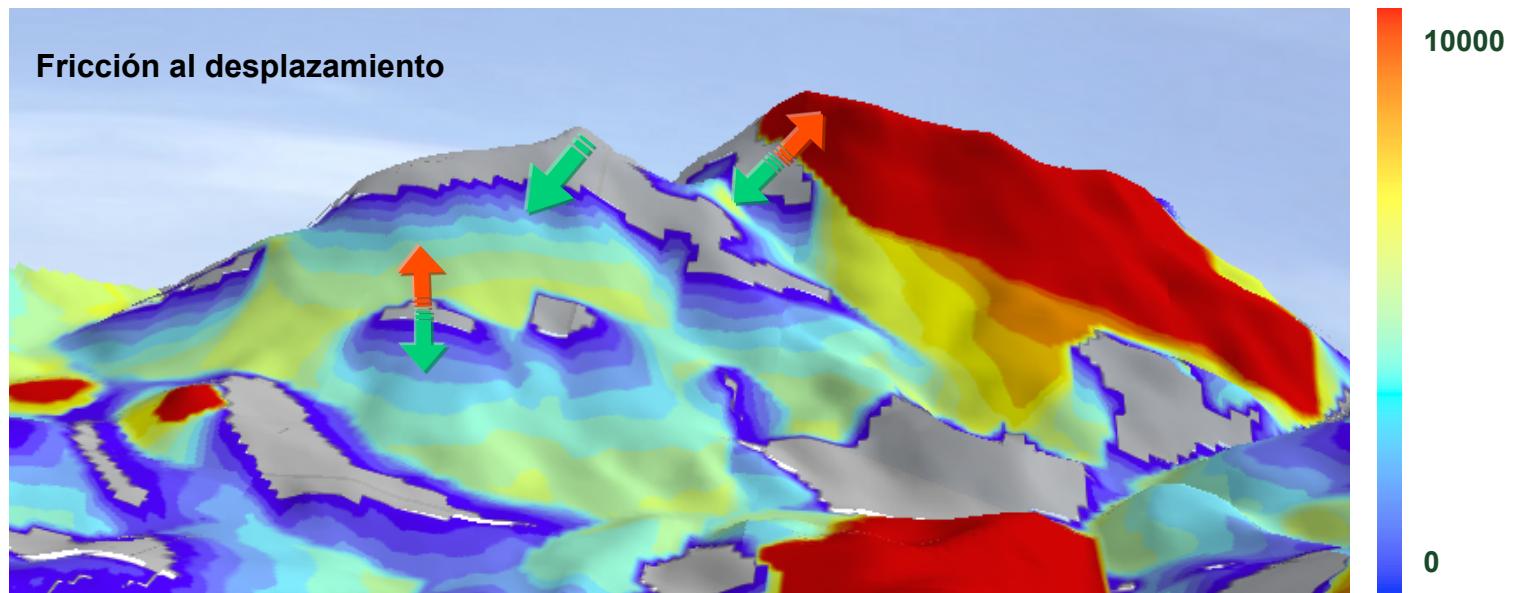


Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

► Descripción de variables: El relieve en la dispersión de las semillas

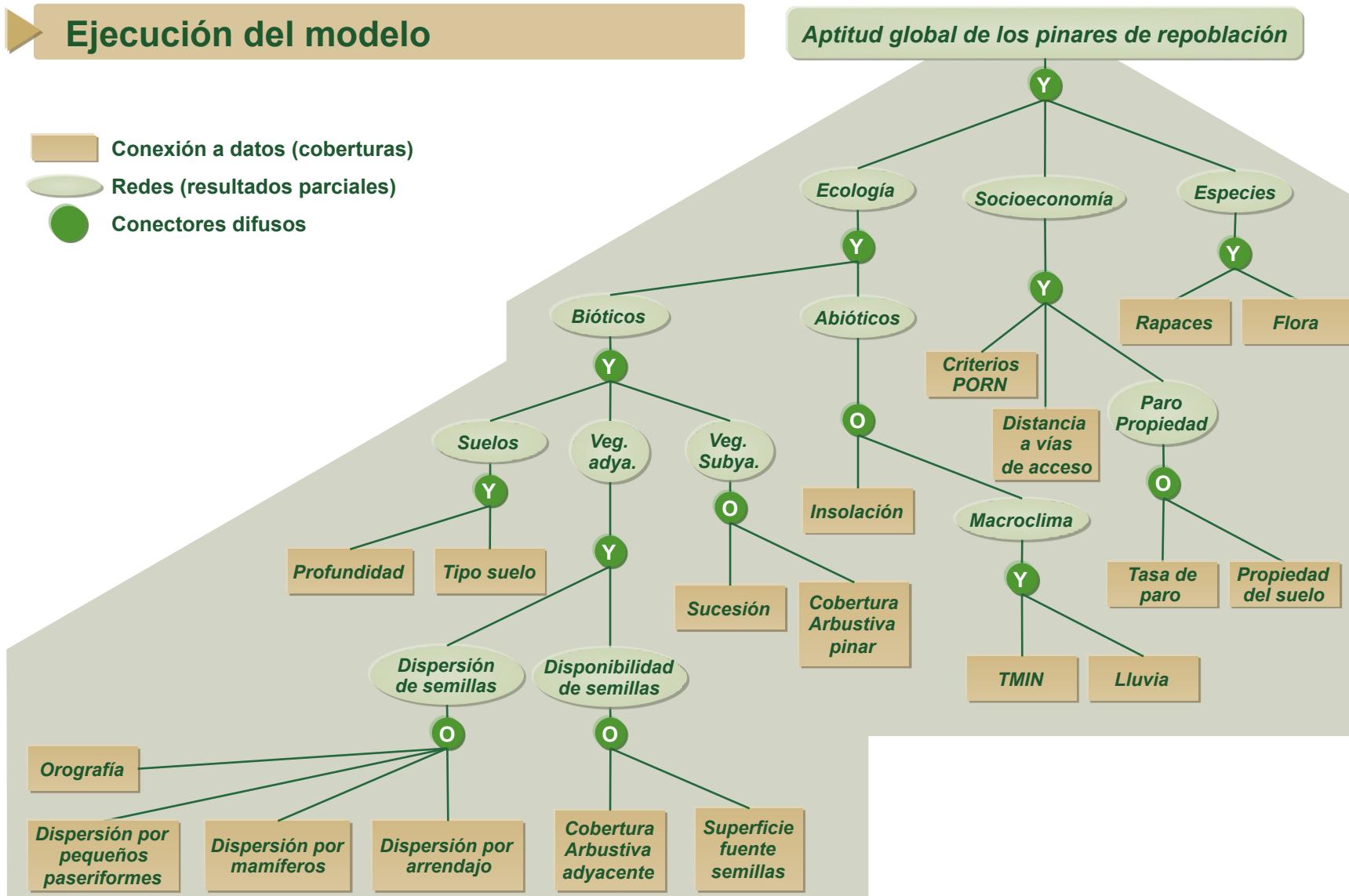
- **Red a la que pertenece:** orografía < dispersión semillas < veg. adyacente < factores bióticos < factores ecológicos < APTITUD GLOBAL
- **Justificación:** La gravedad condiciona la dispersión de semillas. Es más fácil bajar una pendiente que subirla
- **Procesamiento:** Generación de una superficie de fricción anisotrópica que asimila la dispersión de las semillas a la de un fluido por el relieve.



Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

Ejecución del modelo



Modelo de manejo de repoblaciones forestales

Resultados y discusión

Análisis detallado en el “Cerro de las Minas”

