



C08 SELVICULTURAS: TRATAMIENTOS Y RENDIMIENTOS A TURNO COMPLETO

CIFOR-INIA

Departamento de Selvicultura y Gestión de Sistemas Forestales

Gregorio Montero, María Pasalodos

Otros investigadores: Ricardo Ruiz-Peinado, Andrés Bravo, Eduardo
López Senespleda

Sevilla, 27 de septiembre de 2011

B) ELABORACION DE MODELOS SELVÍCOLAS RECAMAN



Esquema de selvicultura de <i>Quercus ilex</i> : Calidad media-alta															
Año	Dg	N/ha antes de la clara	N/ha a extraer	N/ha después	Biomasa total	Biomasa extraída	CO2 extraído	Prod. anual	Diámetro de	FCC	Intervenciones		Intervención	Criterio a aplicar	Objetivo que se persigue
	(cm)				(kg/ha)	(kg/ha)	(TCO2/ha)	(kg/ha)	(m)	%	de mejora	de aprovechamiento			
0 T1	0	625	0	625	0	0	0	0	0,37	0,66	X		Preparación del terreno.	Laboreo completo con arado de disco y apertura de surco con un rejón a profundidad de 60-80 cm separados a 4 metros. Plantación a 4x4 (625 árboles/ha). Si hay mucho matorral se procederá a un desbroce previo.	Preparar el terreno para que las plantas no tengan competencia y puedan profundizar las raíces e instalarse y desarrollarse sin dificultad.
													Plantación	Planta de una savia, en otoño-invierno de forma mecanizada si el terreno lo permite o se plantan alrededor de 500 plantas/ha.	Instalar la nueva masa forestal y que esta se desarrolle sin dificultades.
1 T1	0	625	0	625	0	0	0	0	0,37	0,66	X		Bina y reposición de maras	Se realizará con un cultivador o grada de discos antes de que la hierba fructifique para evitar la diseminación de semillas. Eliminación manual o con desbrozadora de mochila entre plantas.	Disminuir o eliminar la competencia de la vegetación herbácea o de matorral con las plantas de encina.
														Los herbicidas residuales pueden dar buenos resultados para eliminar las herbáceas. Reposición de maras si hay más de un 10%.	
3 T1	0,5	580	0	580	17,40	0	0	-	0,47	0,99	X	X	Bina	Se realizará con un cultivador o grada de discos antes de que la hierba fructifique para evitar la diseminación de semillas. Eliminación manual o con desbrozadora de mochila entre plantas.	Disminuir o eliminar la competencia de la vegetación herbácea o de matorral con las plantas de encina.
														Los herbicidas residuales pueden dar buenos resultados para eliminar las herbáceas. Reposición de maras si hay más de un 10%.	
25 T1	10,2	450	0	450	6.624,00	0	0	539,66	2,42	20,67	X	X	Apertura al pastoreo	Pastoreo con ganado vacuno. El ganado ovino y porcino podrá pastar de forma restringida desde el 5º- 6º año.	Comenzar a aprovechar el pasto y las pocas bellotas que producen los jóvenes árboles.
30 T1	13	440	90	350	10.568,80	2.161,80	1,03	799,91	2,98	24,44	X	X	Poda de formación y primera clara	La primera poda de formación es hasta 1/3-2/3 la altura total de la encina. Primera clara: se dejan alrededor de 300 árboles por hectárea y se extrae el resto.	Formar la masa y eliminar la competencia para que los árboles seleccionados se desarrollen y crezcan mejor.
60 T1	29,5	322	172	150	40.401,34	21.580,84	10,25	2.322,74	6,30	46,78	X	X	Poda de mantenimiento y clara	Se poda de tal forma que no se elimina más del 30% de la copa. No cortar ramas gruesas de más de 15-18 cm de diámetro para evitar heridas de difícil cicatrización. Extraer los árboles defectuosos y los menos productores de bellota.	Extraer lañas y ramón para el ganado. Disminuir la densidad del arbolado para rebajar la competencia y favorecer la producción de hierba y el ensanchamiento de las copas y con ello la producción de bellota.

Definición:



Se entiende por modelo selvícola el conjunto de actuaciones que deben realizarse a lo largo del turno en una masa forestal. El objetivo principal es garantizar:

- La persistencia de la masa
- Sus producciones comerciales, ambientales y sociales.
- Mejorar su capacidad de autodefensa (fuego, plagas, enfermedades y otras perturbaciones naturales o artificiales)
- Favorecer la multifuncionalidad del monte, optimizando y priorizando aquellas funciones que sean más importantes en cada caso.

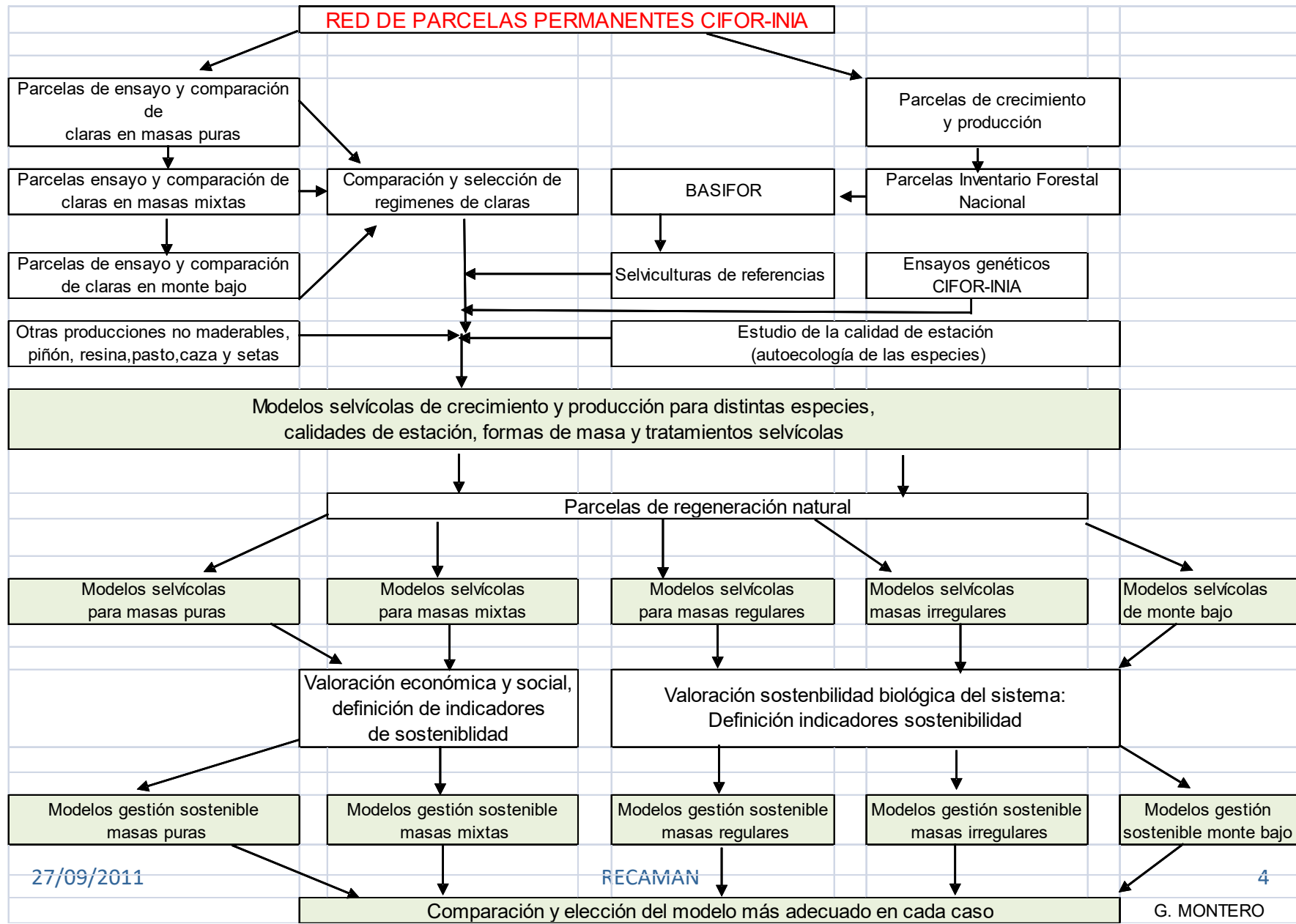
=>**Buscar la puesta en valor de los montes** a través de las rentas ambientales, del capital y del trabajo.

Fuentes de Información:

- * Base de datos de parcelas experimentales del CIFOR-INIA Fig. 1
- * Inventario Forestal

- * Inventario de las fincas de Recaman
- * Bibliografía específica

B) ELABORACION DE MODELOS SELVÍCOLAS RECAMAN



Encuadre de la Gestión Forestal: ¿Qué tipo de gestión se pretende conseguir?:

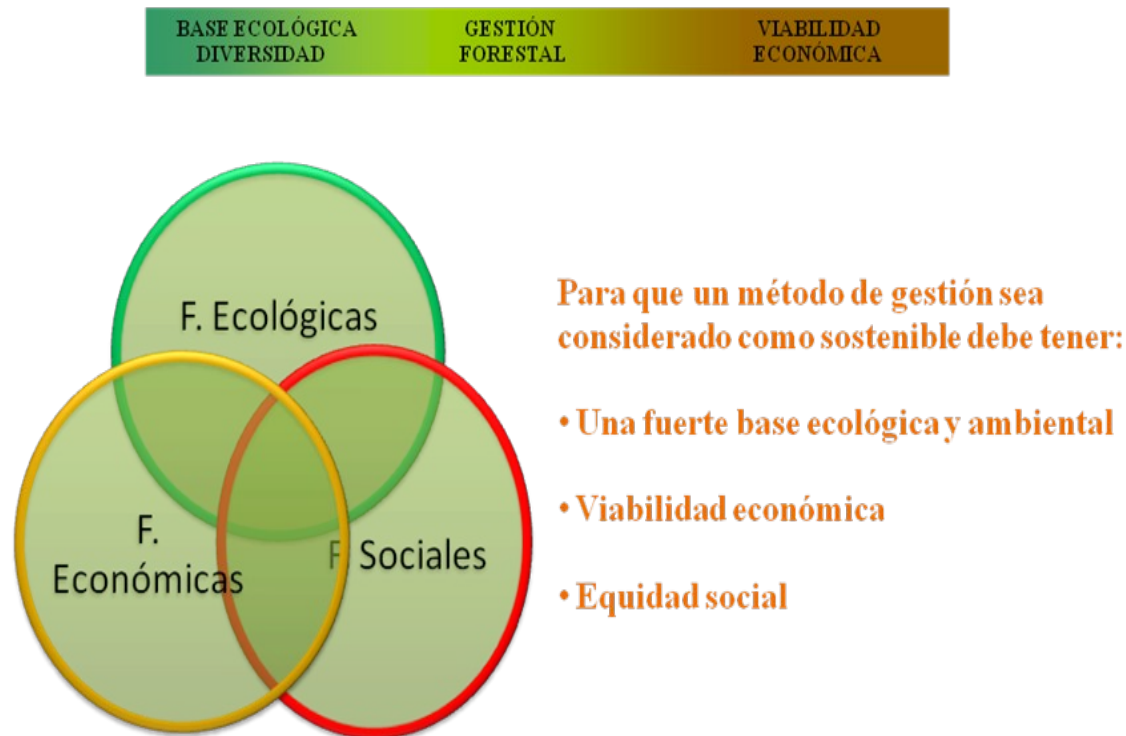


Fig. 2: Diagrama de Gestión Sostenible

C1) VALORACION SELVICOLA (I)

- 1) Asegurarse de que las intervenciones que se proponen son viables técnicamente (Si actualmente se dispone de medios y conocimientos técnicos para su realización). Nos referimos a:
 - Sistemas de implantación
 - Adecuación de las intervenciones selvícolas y formas de realizarlas según la especie, objetivos y condiciones ecológicas.
 - Sistema de aprovechamiento, vías de saca etc.
- 2) Elección del momento de la intervención y número de intervenciones durante el turno.
- 3) Tipo de productos que se pretende obtener y su valoración comercial.
- 4) Valoración del modelo selvícola desde el punto de vista de sus implicaciones ecológicas (biodiversidad, fauna y flora silvestre, fijación de CO₂, etc...)

C1) VALORACION SELVICOLA (II)

- 5) Valoración del modelo selvícola frente a incendios (combustibilidad antes y después de la intervención, escenarios de futuro).
- 6) Implicaciones paisajísticas que puede suponer la aplicación del modelo selvícola elegido
- 7) Posibilidades de mejora del uso recreativo, senderismo y otras practicas deportivas en la naturaleza.

=>HACER UNA GESTION DEL MONTE MULTIFUNCIONAL Y SOSTENIBLE, INTEGRADA EN EL PAISAJE

En RECAMAN se pretende integrar en la gestión todos los elementos del monte, sin renunciar a la escala de rodal cuando sea necesario Fig. 3.

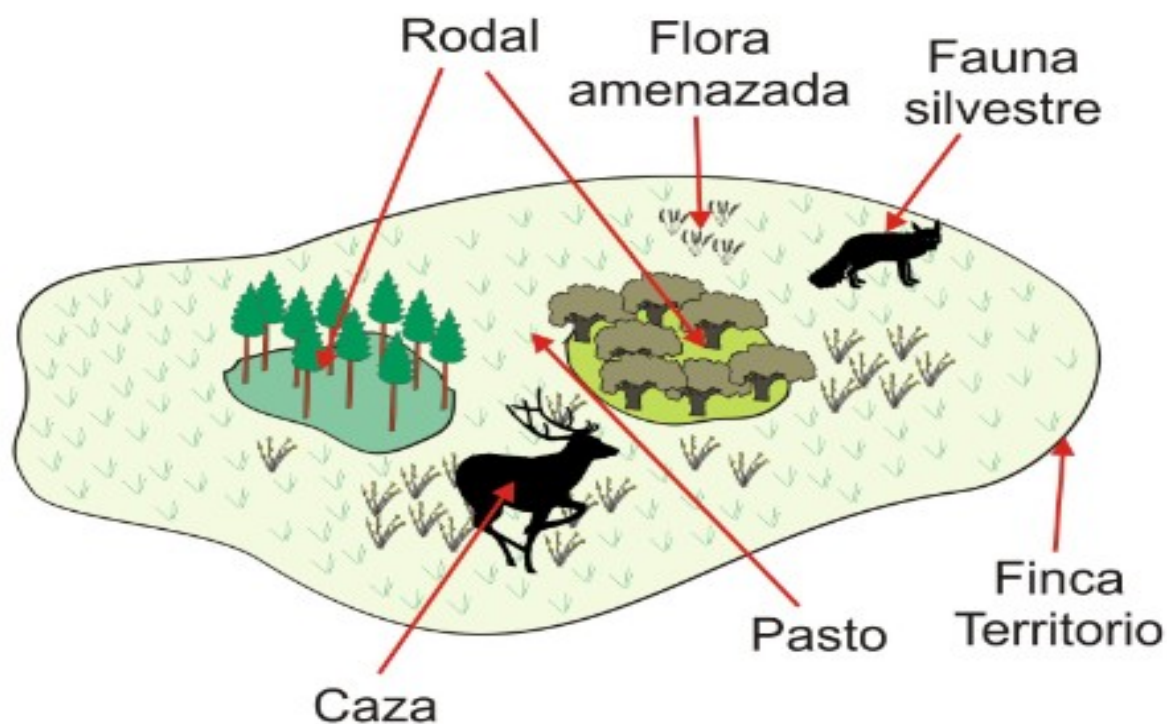


Figura 3: Gestión Forestal multifuncional

Los modelos de gestión multifuncional a nivel de monte deben tener en cuenta, cada vez más, las peculiaridades de los territorios circundantes para integrarse en el paisaje y en desarrollo rural en general. Fig. 4.

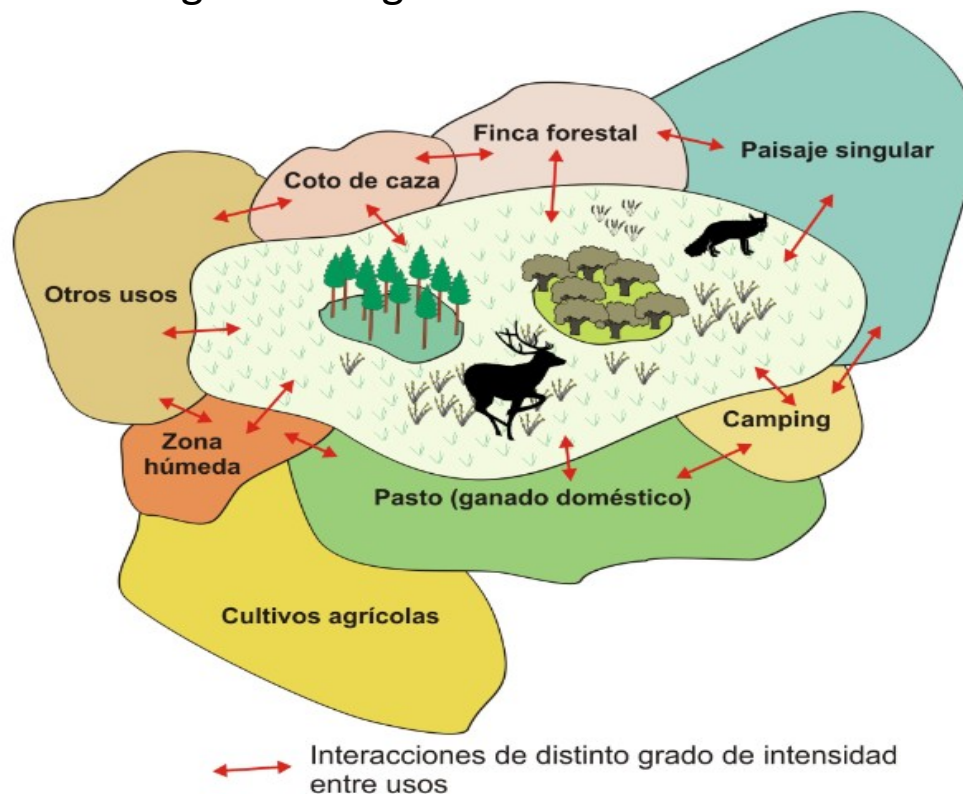


Figura 4: Gestión forestal integrada en el resto del territorio

C2) VALORACION ECONÓMICA

Se estudia el comportamiento económico del modelo a lo largo de todo el turno o ciclo productivo. No solo el de una intervención aislada en un momento dado (clareos, claras, desbroces, etc...)

Analizar si la inversión es rentable en términos de:

- Rentas del capital y del trabajo
- Rentas ambientales
- Rentas sociales

El método de valoración de estos dos últimos aspectos forman parte importante de los objetivos de RECAMAN.

C3) VALORACION AMBIENTAL

Es difícil cuantificar el valor ambiental de un modelo selvícola, que debe hacer referencia al menos a los siguientes aspectos:

- Valoración ecológica y de su funcionalidad biológica en el ecosistema forestal.
- Influencia de la protección del suelo frente a la erosión.
- Influencia sobre la flora y fauna silvestre.
- Valoración del paisaje que ofrece el monte después de su aplicación
- Valoración de su influencia en el uso recreativo
- Valoración de su eficacia en la gestión y optimización del carbono en el monte.

En un sentido practico y a nivel de monte existen sistemas de valoración a través de indicadores de sostenibilidad. Fig. 5

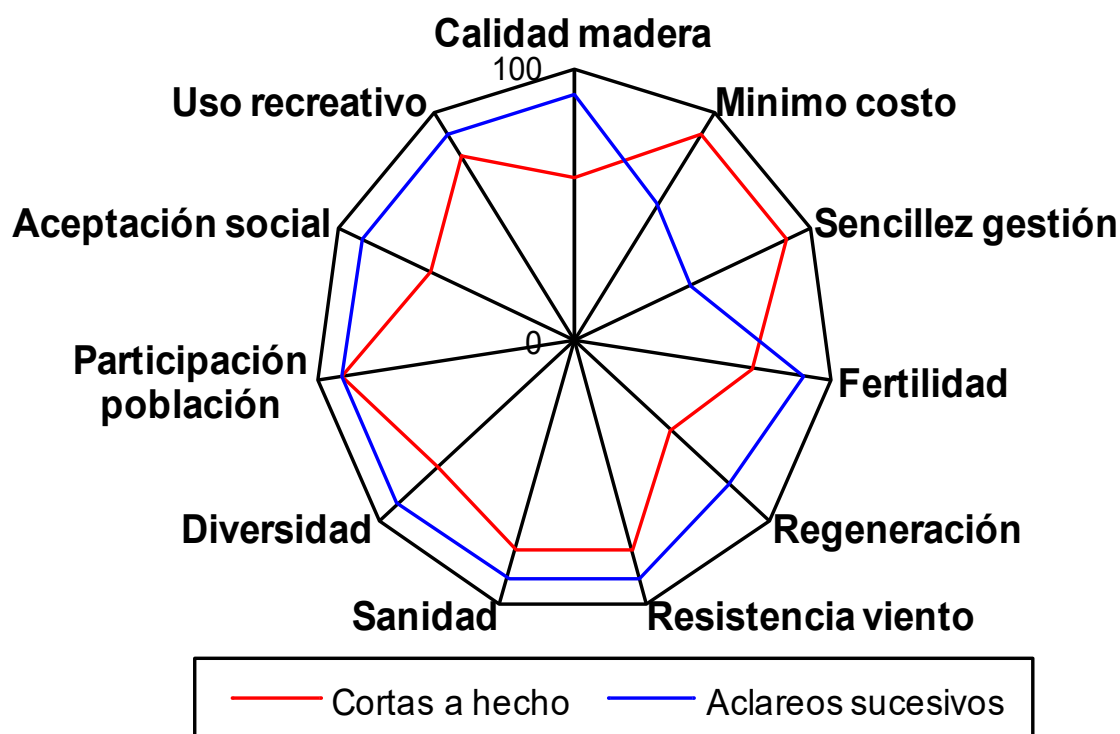


Figura 5: Gestión forestal multifuncional

D) RESUMEN DE LOS PRINCIPALES ASPECTOS TENIDOS EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE LOS MODELOS



- Simplificación de la gestión para hacerla viable en montes de propiedad privada.
- Mejorar las condiciones que garantizan la regeneración o rejuvenecimiento del monte a través de la regeneración natural ayudada o artificial de los mismos.
- Minimizar el número de intervenciones y concentrarlas en el tiempo y el espacio para mejorar los costes de gestión y aprovechamiento.
- Reducir la carga de combustible.
- Favorecer las masas mixtas frente a las puras cuando sea posible.
- Favorecer la presencia de matorral sobre todo en lo referente a las especies mas evolucionadas del mismo (rozas selectivas) para la mejora y conservación de la biodiversidad.
- Favorecer la existencia de madera muerta en el monte para favorecer la existencia de fauna avícola y del resto de la fauna del bosque.
- Asegurar que ninguna especie del sotobosque puede ser extinguida como consecuencia de la aplicación de determinadas intervenciones selvícolas.



C08 SELVICULTURAS: TRATAMIENTOS Y RENDIMIENTOS A TURNO COMPLETO

CIFOR-INIA

Departamento de Selvicultura y Gestión de Sistemas Forestales

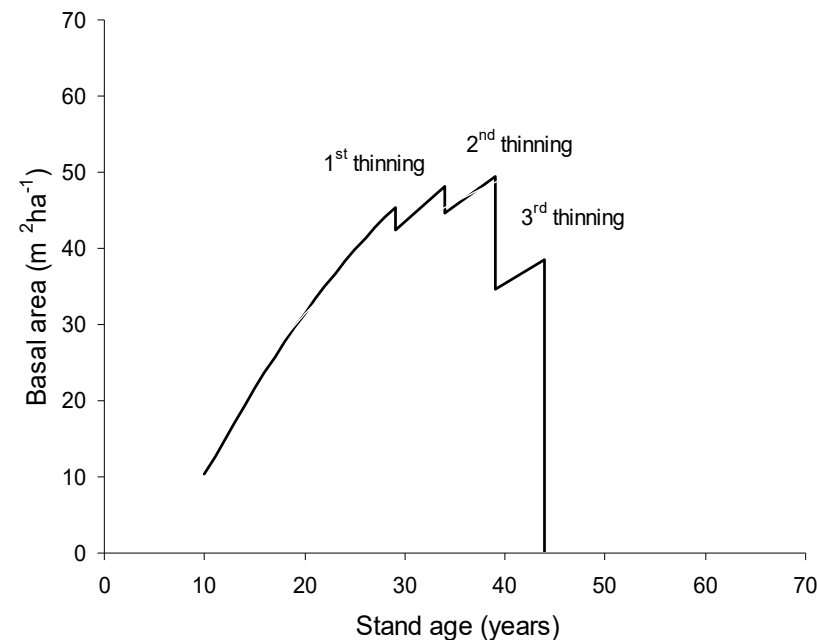
Gregorio Montero, María Pasalodos

Otros investigadores: Ricardo Ruiz-Peinado, Andrés Bravo, Eduardo
López Senespleda

Sevilla, 27 de septiembre de 2011

- SELVICULTURA A CICLO COMPLETO Y PRODUCCIONES DE LAS ESPECIES FORESTALES DE LOS MONTES DE ANDALUCÍA
 - OBJETIVO: Desarrollar los modelos selvícolas a ciclo (turno) completo con sus correspondientes producciones físicas para las principales especies forestales de los montes de Andalucía.
 - Producciones físicas:
 - Madera
 - Fijación CO₂
 - Productos no maderables: piñón, bellota, aceituna, corcho...
 - Selvicultura adaptada a la realidad

- SELVICULTURA A CICLO COMPLETO Y PRODUCCIONES DE LAS ESPECIES FORESTALES DE LOS MONTES DE ANDALUCÍA
- Definición de los modelos selvícolas a **turno completo**.
 - Forma principal y fundamental de masa
 - Densidades iniciales,
 - Peso y rotación de clareos y claras
 - Rotación, tipo y forma de tratamientos del suelo y el vuelo
 - Gestión de los productos intermedios obtenidos
 - Turno o edad de madurez.



- **RECAMAN**, dos escalas:
 - **Macro-escala** (estudio de toda Andalucía)
 - Ciclos selvícolas a turno completo que se imputarán a toda la superficie andaluza según la especie
 - **Micro-escala**: estudio de las fincas como “ciclos económicos cerrados”.
 - Conocer de manera concreta y precisa las existencias de la finca y su tendencia futura.
 - Existencias y crecimientos de las fincas objeto de análisis
 - Desarrollo de las selviculturas a ciclo completo de las distintas especies presentes en dichas fincas.

- Existen 65 fincas representativas de los montes de Andalucía.

- Especies arbóreas PRINCIPALES (44 fincas):

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| - <i>Abies pinsapo</i> | - <i>Pinus sylvestris</i> |
| - <i>Castanea sativa</i> | - <i>Populus sp.</i> |
| - <i>Eucalyptus globulus</i> | - <i>Quercus canariensis</i> |
| - <i>Olea europaea</i> | - <i>Quercus faginea</i> |
| - <i>Pinus halepensis</i> | - <i>Quercus ilex</i> |
| - <i>Pinus nigra</i> | - <i>Quercus pyrenaica</i> |
| - <i>Pinus pinaster</i> | - <i>Quercus suber</i> |
| - <i>Pinus pinea</i> | |

- **MATERIAL**

- **Inventario de campo:**

- **1488 Parcelas arboladas:** Estimar las existencias y crecimiento del arbolado.
 - **928 Cores:** Estimar edades y crecimientos en diámetro en coníferas.
 - **72 Rodajas:** Estimar edades y crecimientos en diámetro en frondosas.
 - **927 Parcelas de matorral:** Estimar la biomasa y CO₂ del matorral, así como su dinámica.
 - Muestras de biomasa de matorral
 - Muestras del horizonte orgánico del terreno
 - Muestras para la estimación de edades

- **MATERIAL**

- **Inventario Forestal Nacional**

- Actualizaciones de los inventarios de las fincas ordenadas

- **Bibliografía**

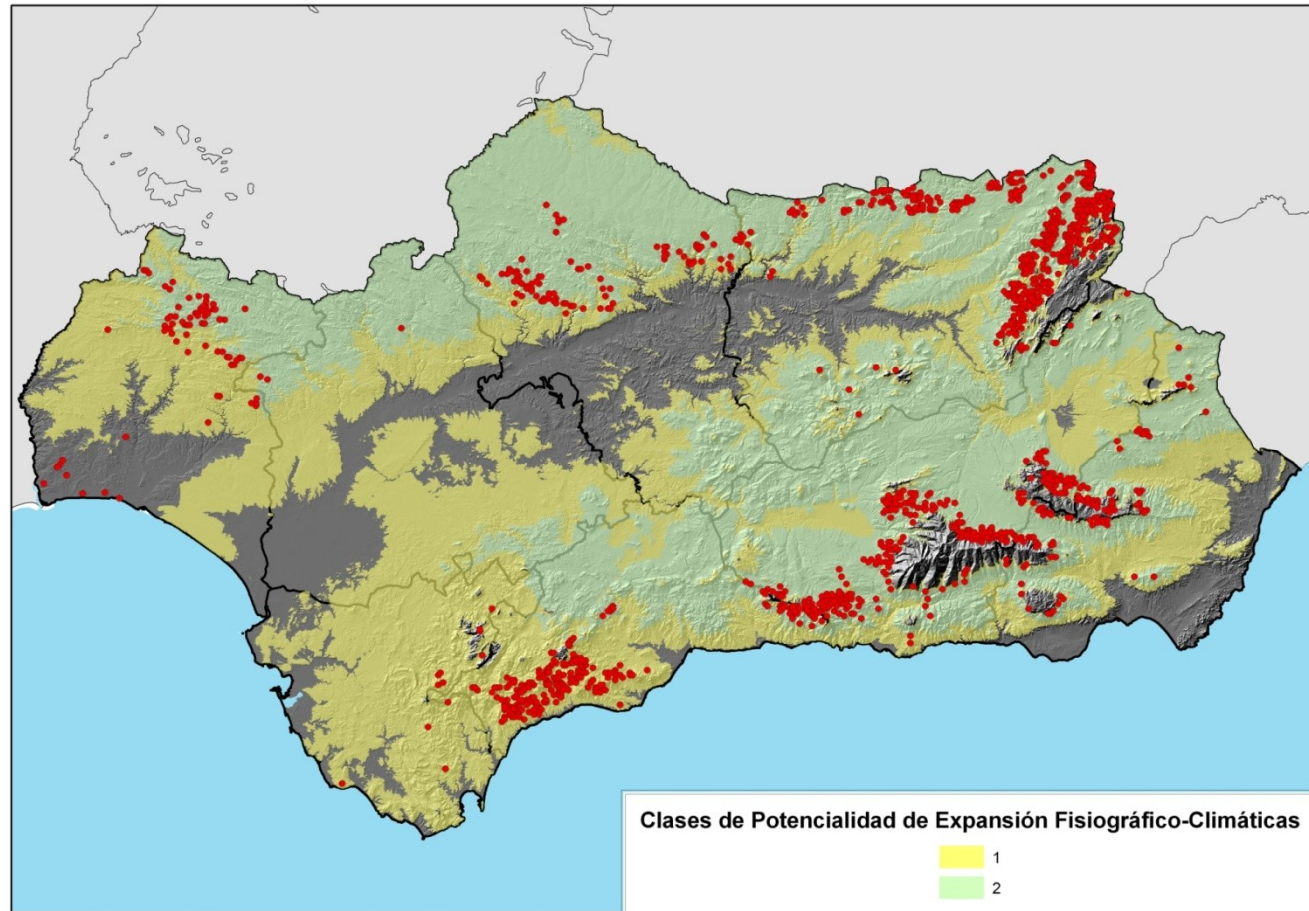
- **Estudios previos**

- **METODOLOGÍA (I)**
- **SELVICULTURAS A ESCALA MACRO:**
 - Para las distintas especies forestales presentes en Andalucía se desarrollan unas selviculturas de base.
 - Primera aproximación cualitativa: operaciones selvícolas y cuidados culturales
 - A partir de las selviculturas cualitativas se desarrollan distintos tipos de selviculturas a tendiendo a las características de las masas de dicha especie:
 - Monte alto/bajo
 - Masa regular/irregular

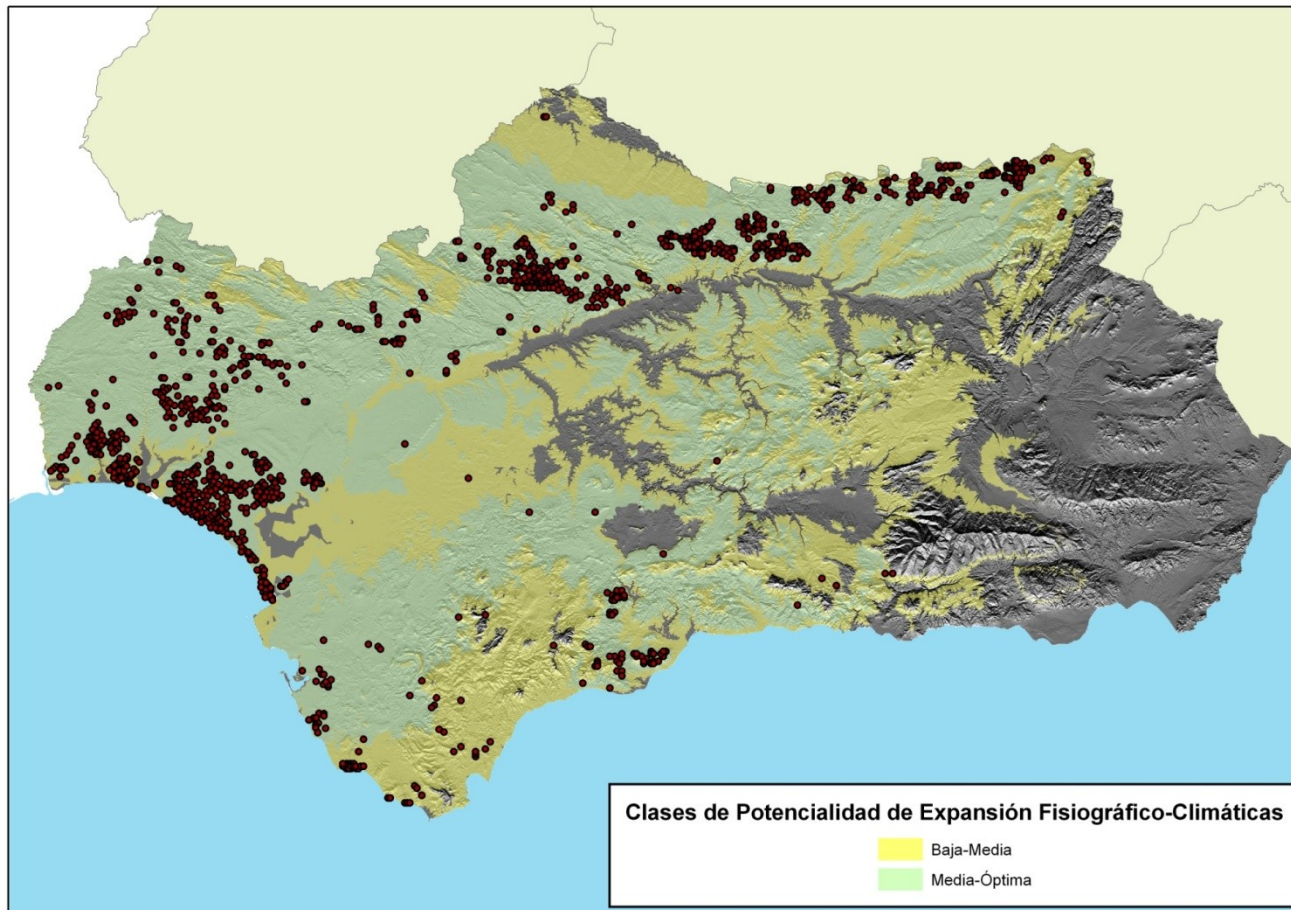
- **METODOLOGÍA (I)**
- **SELVICULTURAS A ESCALA MACRO:**
 - Requieren del conocimiento o ajuste de una serie de relaciones:
 - Relación edad-diámetro
 - Dinámica de la densidad de la masa
 - Volumen unitario de madera o leña producido por clase diamétrica
 - Toneladas de CO2 capturado
 - Producción de leña, corcho, bellotas, etc

- **Relación diámetro-edad**
 - Según calidades identificadas:
 - Bibliografía y experiencia previa
 - **Mapas de aptitud:** Aproximación a la calidad a partir de parámetros del hábitat
 - Hábitat paramétrico la determinación de los límites de las variables fisiográficas, climáticas, e incluso edáficas, que caracterizan el hábitat en el que se distribuye una especie.
 - La base de datos que sirve de punto de partida para todos estos estudios es el Inventario Forestal Nacional (IFN).
 - La caracterización del hábitat permite extender sobre el territorio, siguiendo una metodología determinada, unas áreas de potencialidad de expansión de la especie.
 - La metodología empleada es la definida por Sánchez Palomares et al. (2001).

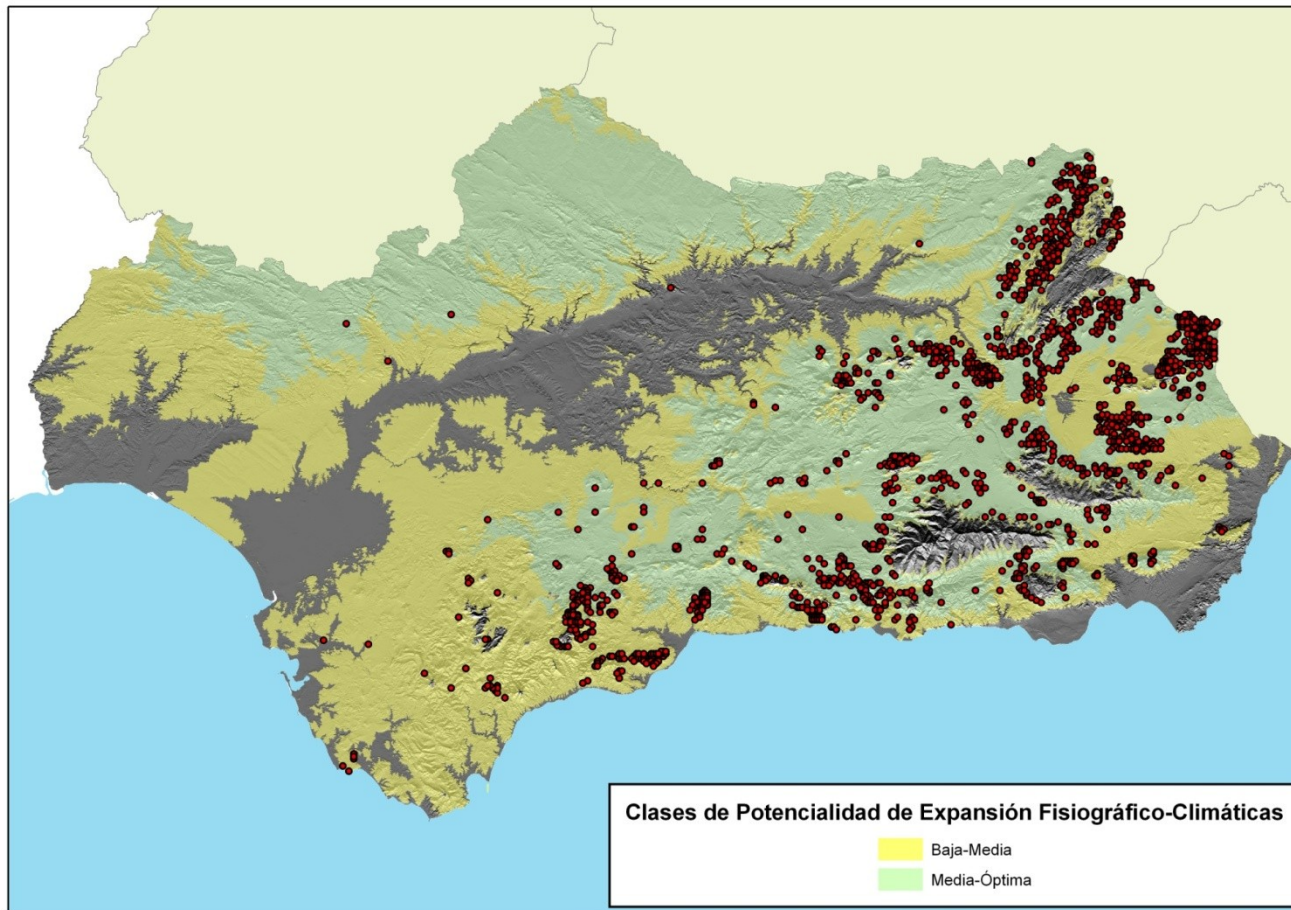
Pinus pinaster



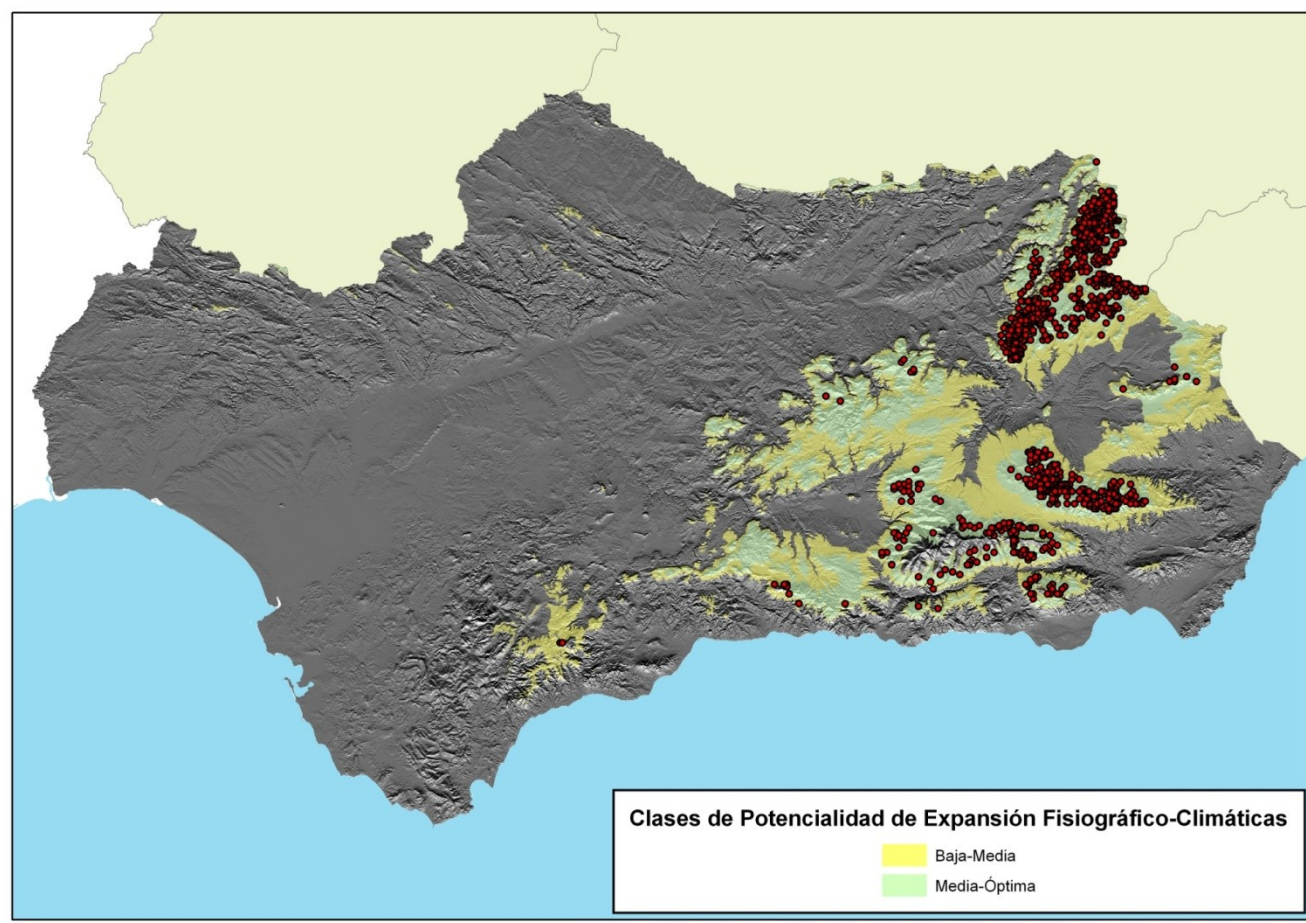
Pinus piea



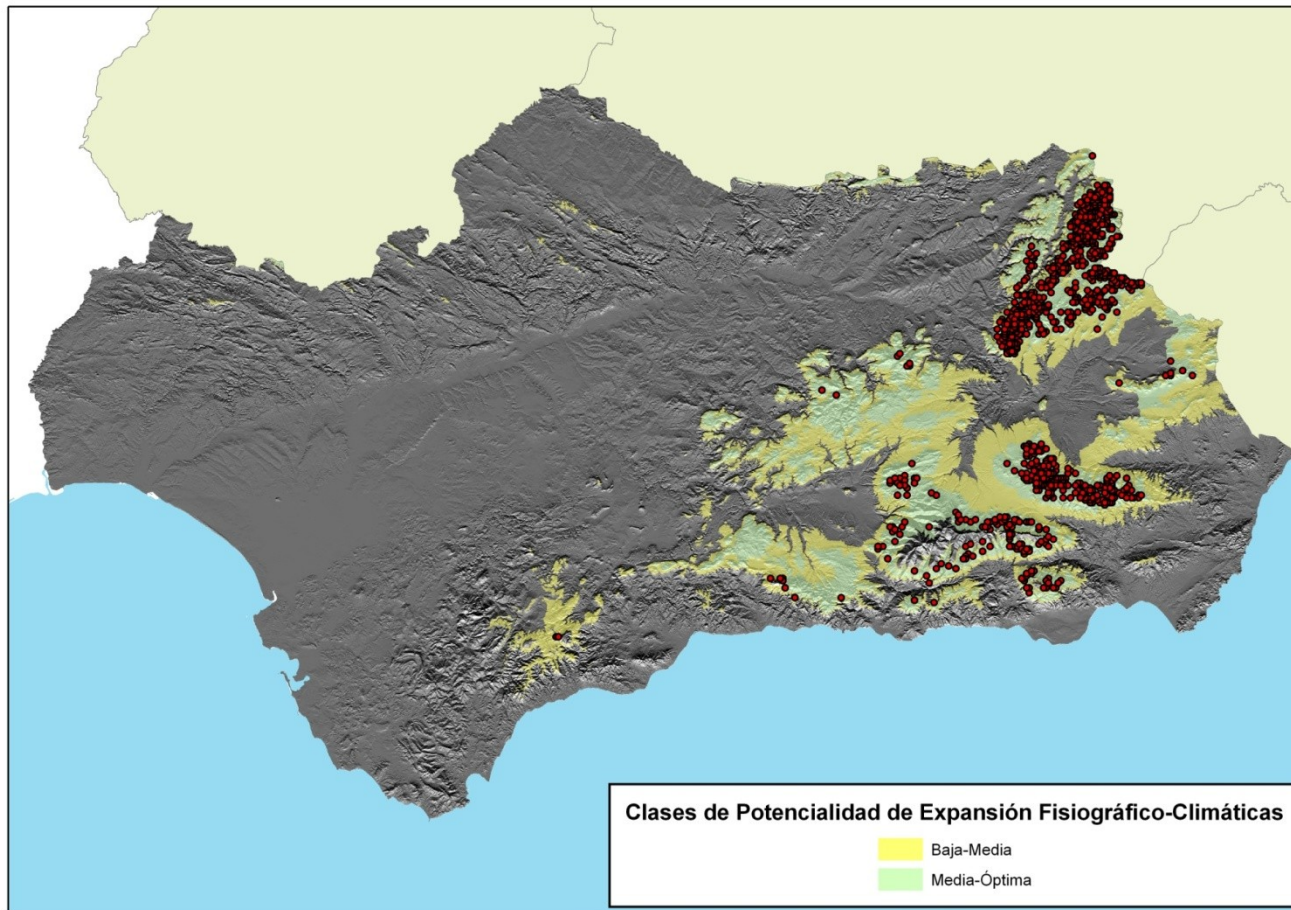
Pinus halepensis



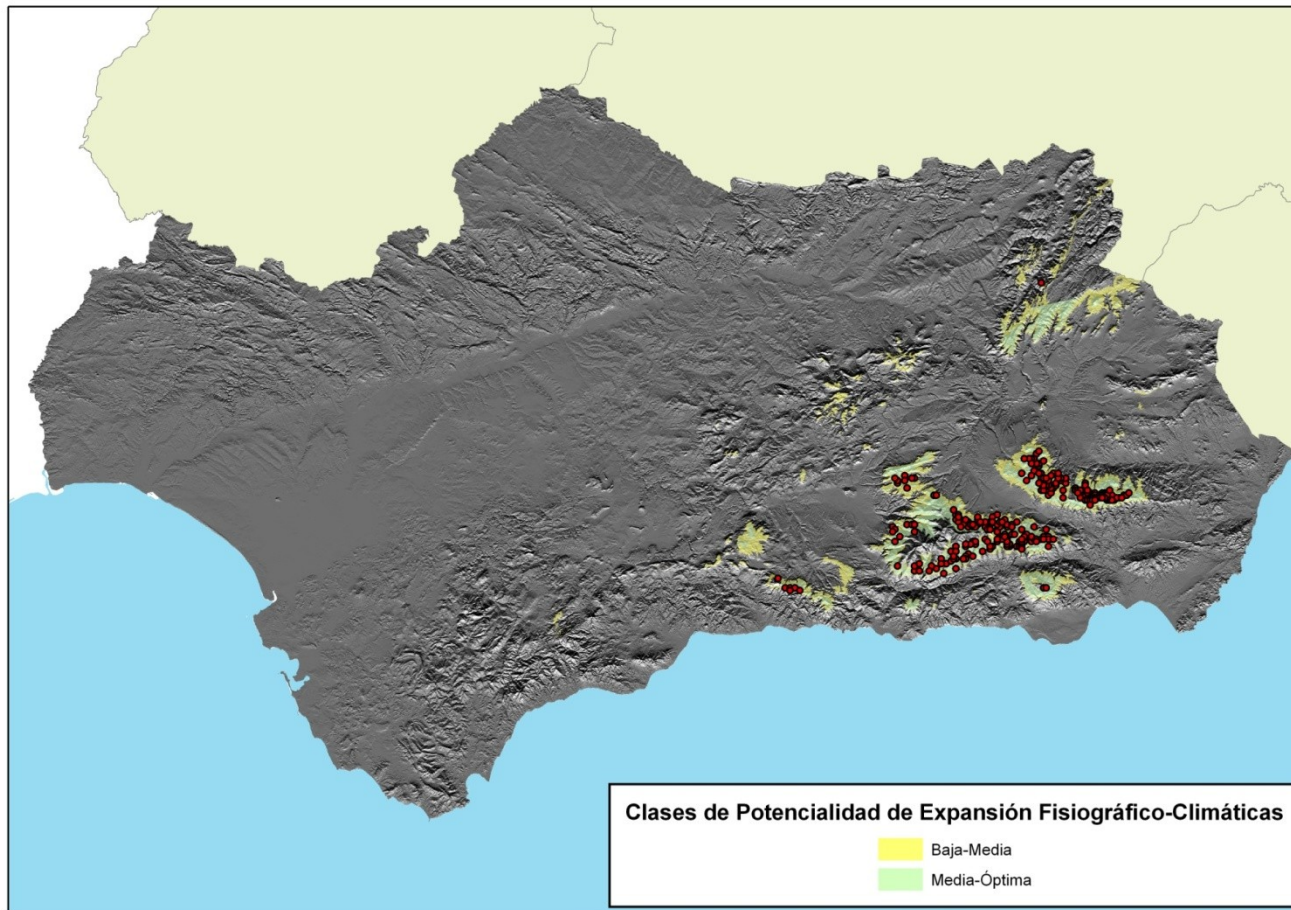
Pinus nigra



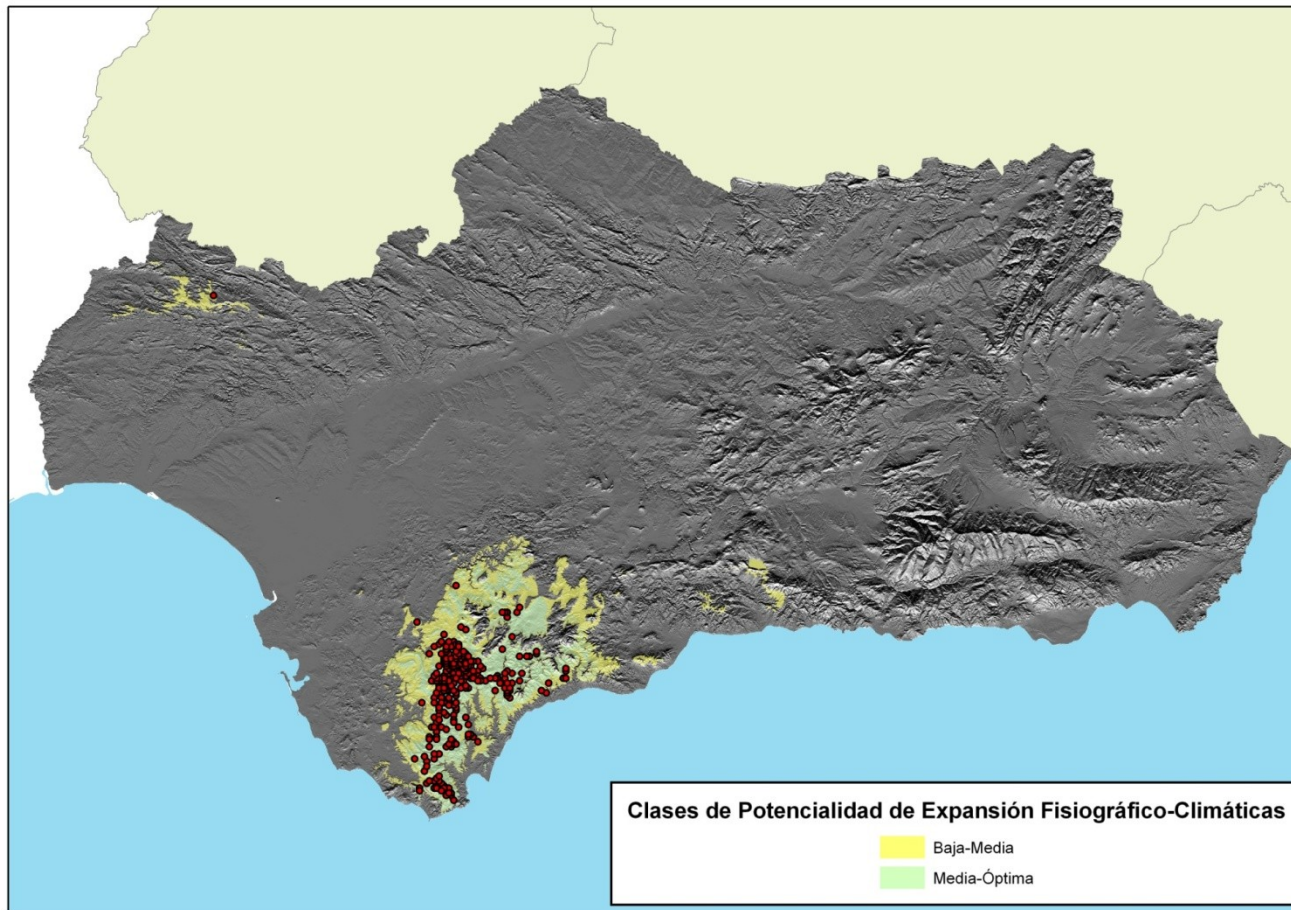
Pinus nigra



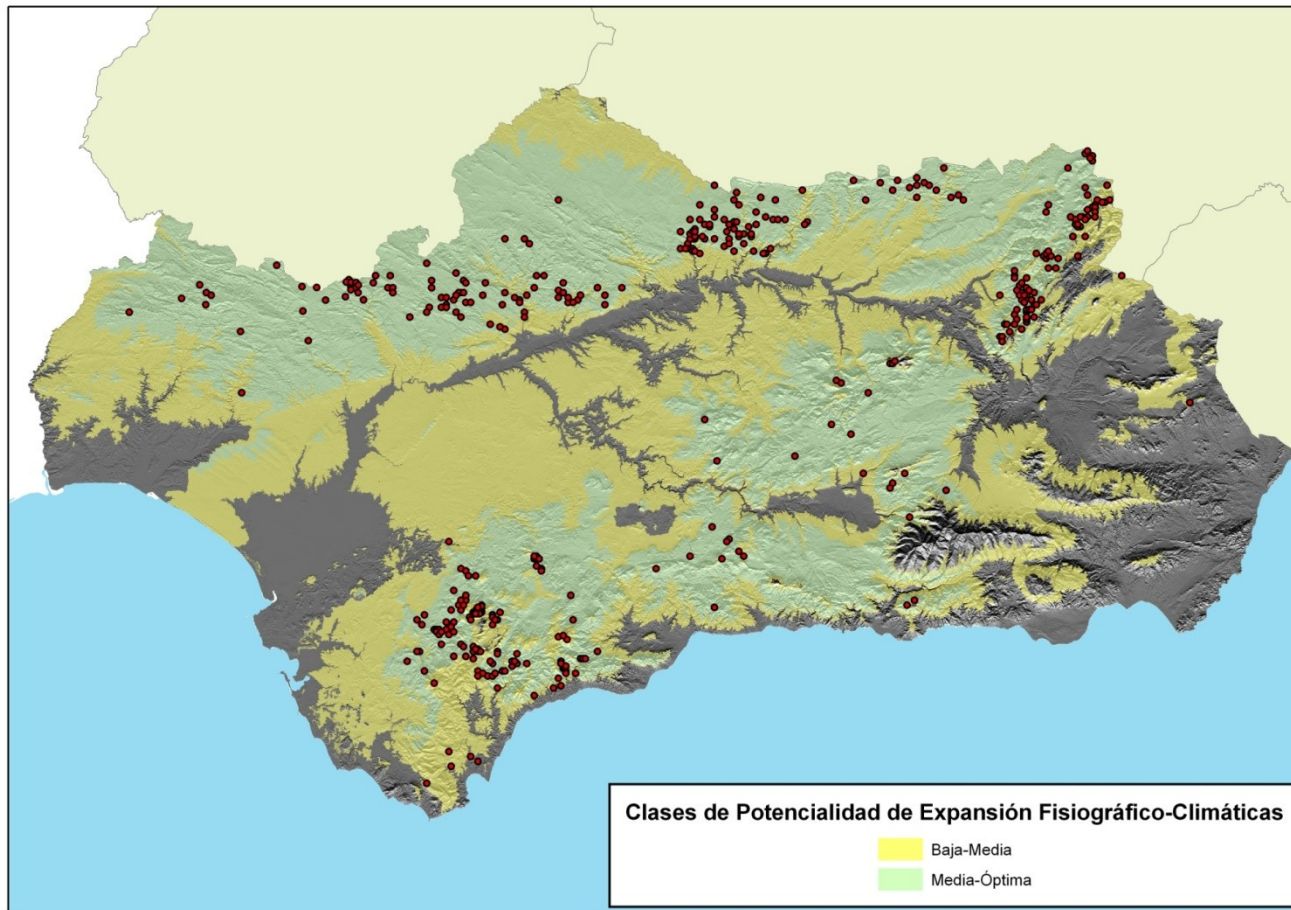
Pinus sylvestris



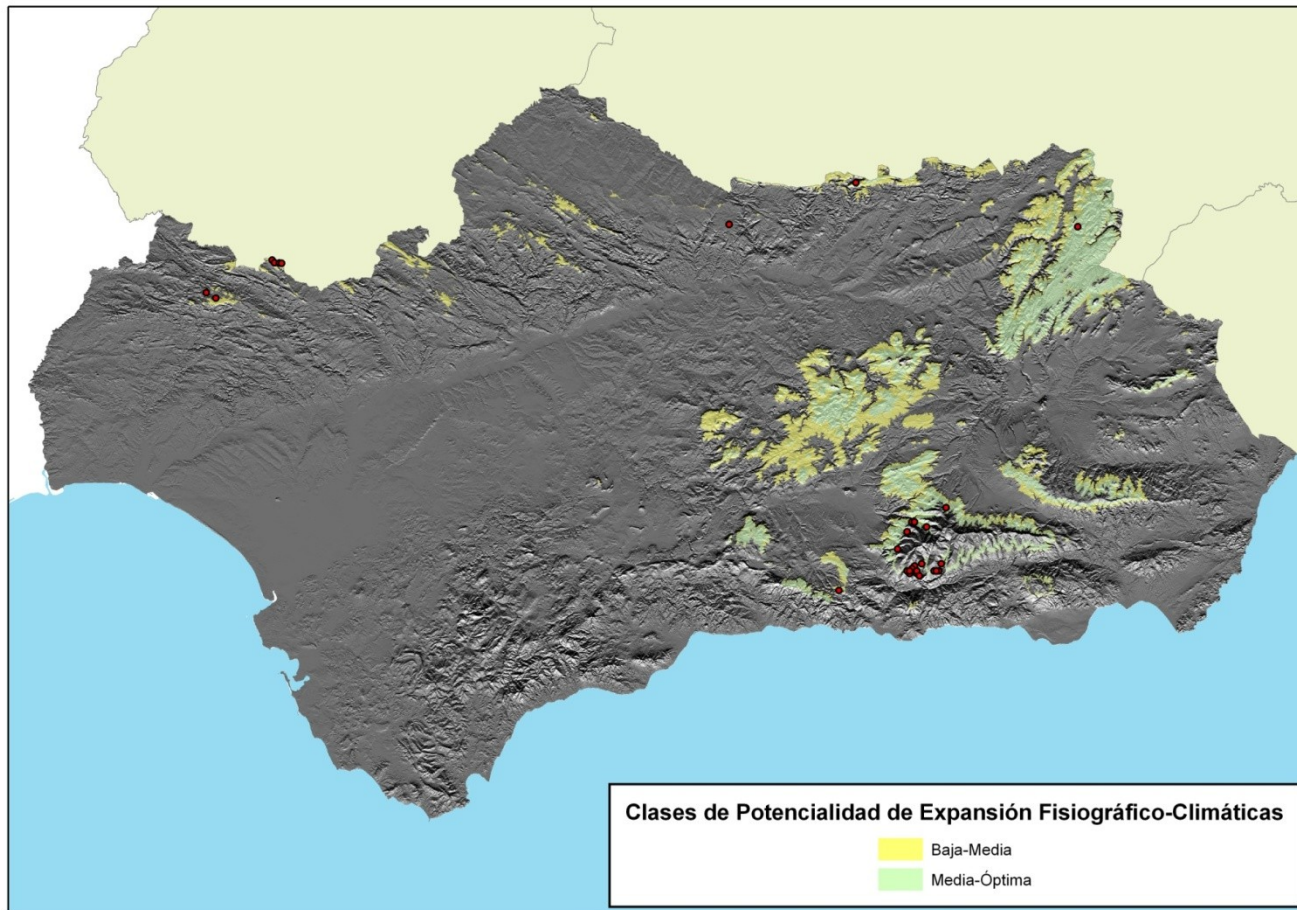
Quercus canariensis



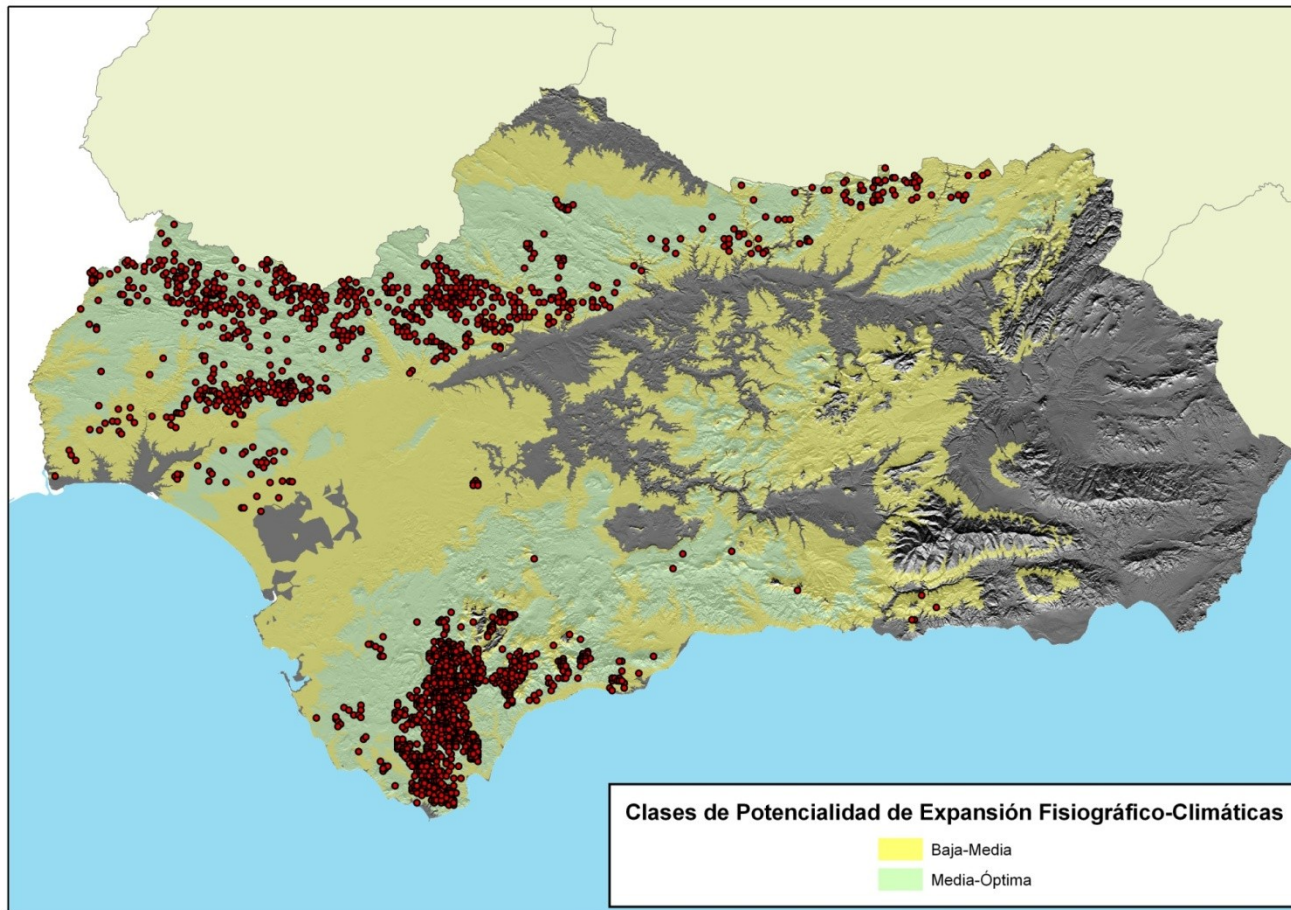
Quercus faginea



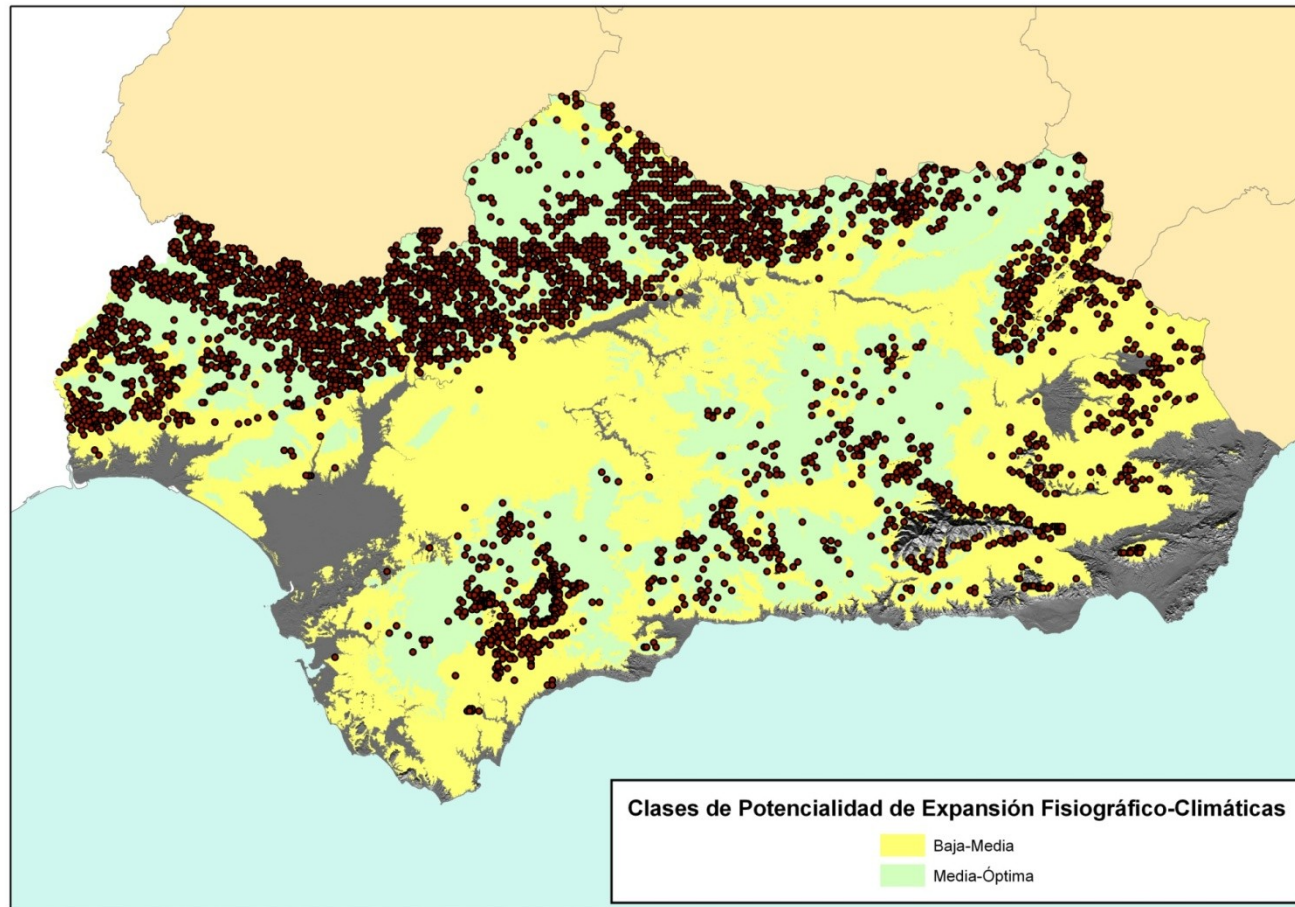
Quercus pyrenaica



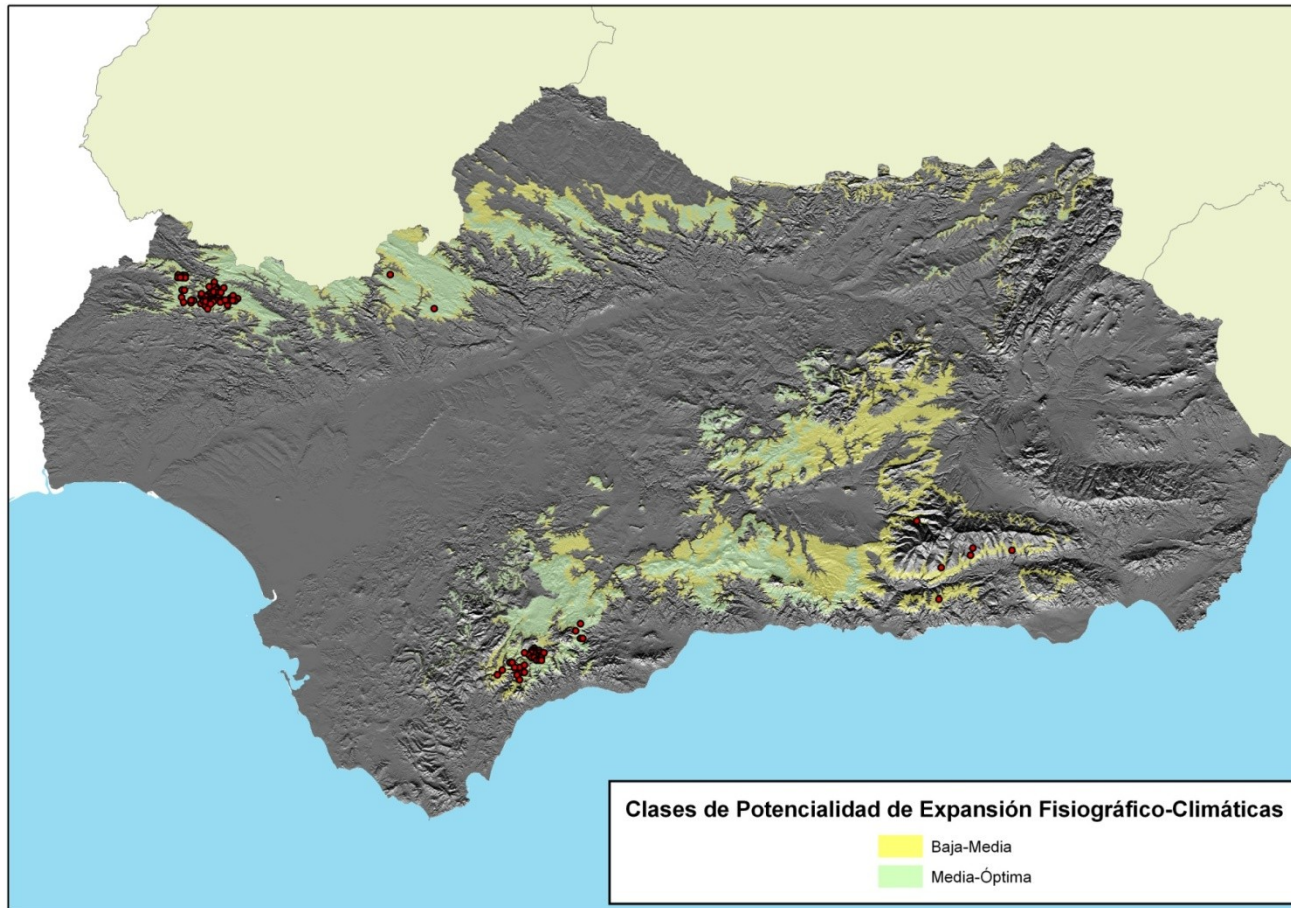
Quercus suber



Quercus ilex



Castanea sativa



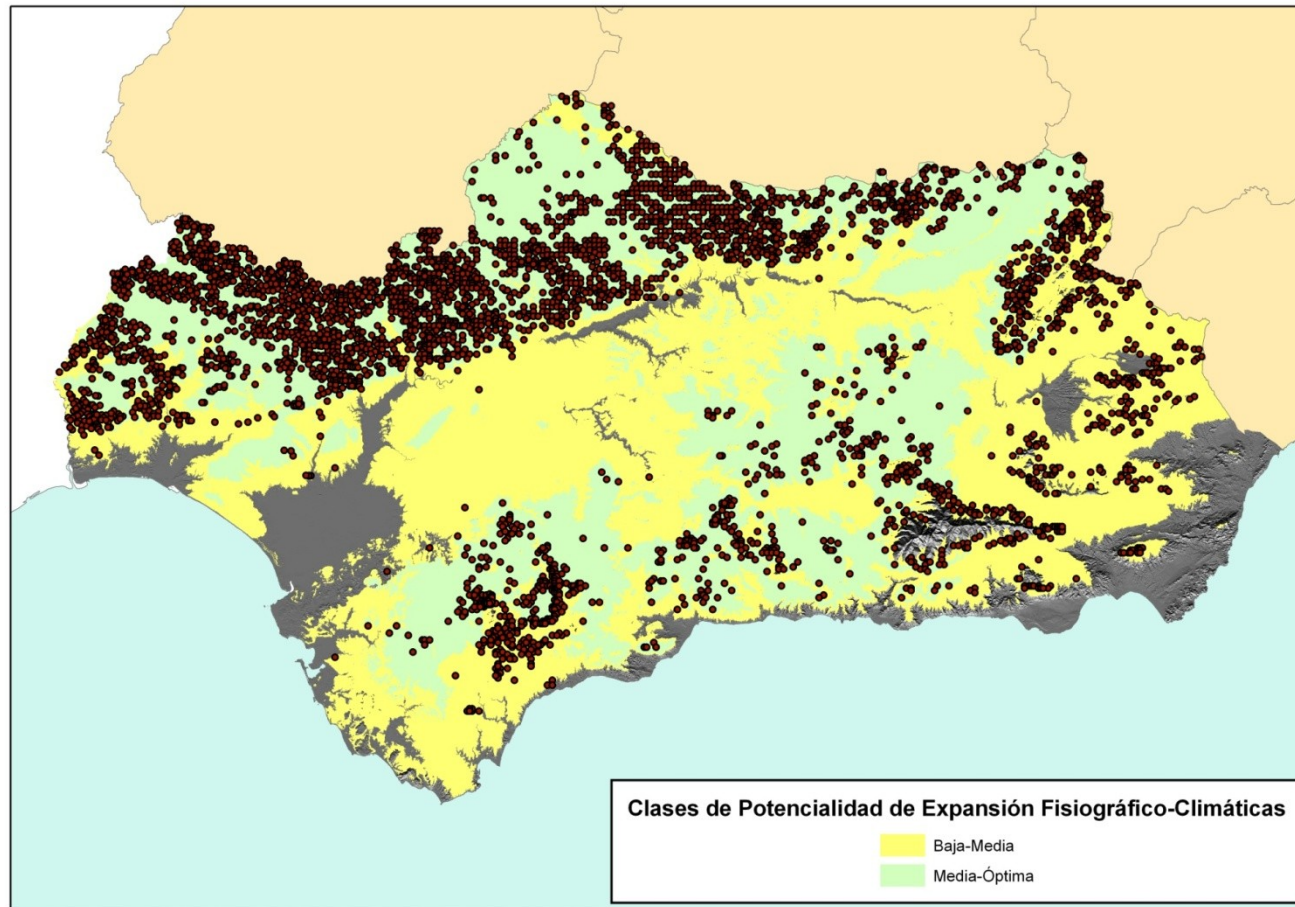
- **Dinámica de la densidad de la masa**
 - **Ecuaciones de mortalidad**
 - **Natural:** Depende de la especie y del tipo de estructura de la masa
 - **Incendio:** Basada en la probabilidad de que una hectárea de la especie a analizar arda en un año en una provincia determinada.
 - **Operaciones selvícolas**
 - **Máxima densidad biológica:**
 - Se ajustan distintas ecuaciones para cada tipología de silvicultura
 - Se toma como base la recta de Reineke

- **Volumen unitario de los árboles de cada especie por clase diamétrica**
 - Inventario arbóreo
- **Volumen de leña producido por clase diamétrica en el apeo de árboles o cuando se realice la poda**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente
 - Establecer rotaciones y pesos de poda

- **CO₂ capturado por especie y clase diamétrica**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente
 - Inventario de matorral: Ajuste de ecuaciones para las especies de matorral
- **Otras producciones, por clase diamétrica:**
 - Corcho
 - Aceituna
 - Producción de bellota:
 - Datos propios del INIA
 - Bibliografía

- **EJEMPLO ENCINA:**
 - Definimos diferentes selviculturas atendiendo a:
 - **La calidad** (mapas de aptitud):
 - Calidad media-alta
 - Calidad media-baja
 - **Forma fundamental** de masa:
 - Monte alto/Monte bajo
 - **Forma principal** de masa
 - Masa regular/Masa irregular
 - Desarrollamos cuatro selviculturas:
 - Monte alto regular calidad media-alta
 - Monte alto regular calidad media-baja
 - Monte bajo regular
 - Masas irregulares

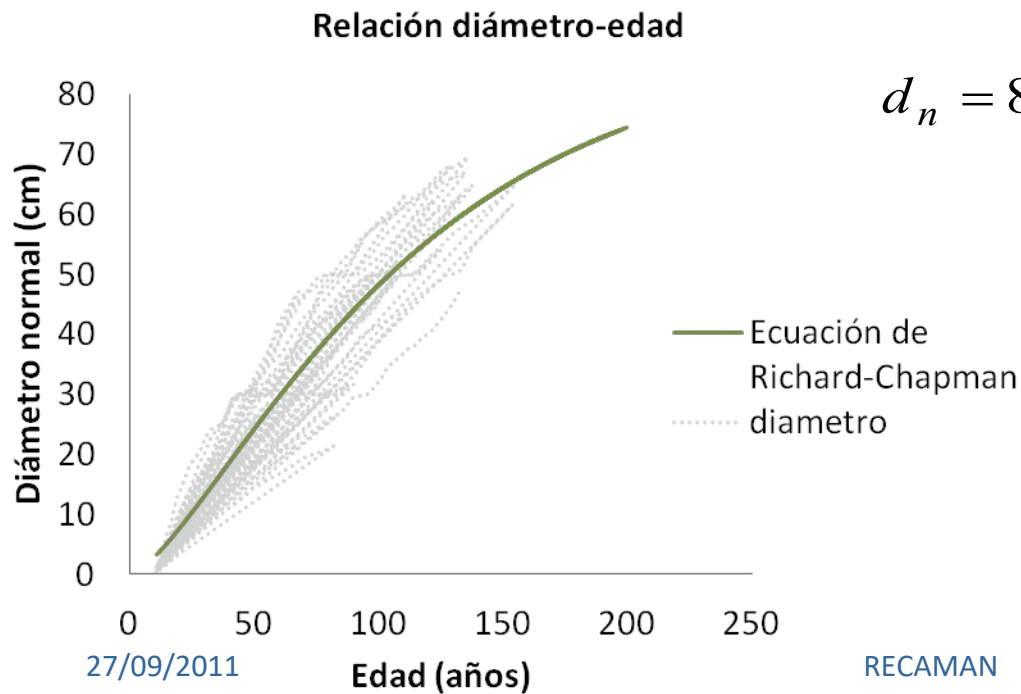
Quercus ilex



■ Relación diámetro-edad

■ Monte alto:

- El modelo que mejor se ajusta es la ecuación de **Richard-Chapman**



$$d_n = 89,044(1 - \exp(-0,011 \cdot t))^{\frac{1}{0,659}}$$

- **Relación diámetro-edad**

- Monte alto regular:

- El modelo que mejor se ajusta es la ecuación de **Richard-Chapman**

- **Calidad media:**

$$d_n = 89,044(1 - \exp(-0,011 \cdot t))^{\frac{1}{0,659}}$$

- **Calidad media-baja**, calculada por el método de la **curva-guía**

$$d_n = 79.81 \cdot (1 - \exp(-0,011 \cdot t))^{\frac{1}{0,659}}$$

- Monte alto irregular:

$$d_n = 0.0248 \cdot t^2 + 1.63 \cdot t + 9.2395$$

- Monte bajo:

$$d_n = 95 \cdot \exp\left(-42 * \left(\frac{1}{t}\right)^{\text{RECAMAN}}\right)$$

- **Dinámica de la densidad de la masa**
 - **Ecuaciones de mortalidad de la encina**
 - **Natural:** Depende de la edad de la masa y de su densidad siguiendo las siguientes relaciones:
 - 0 - 10 años: 2,5 % anual de la densidad
 - 11-30 años: 1 % anual de la densidad
 - 31-100 años: 0,5 % anual de la densidad
 - > 100 años: 0,25 % anual de la densidad

- **Dinámica de la densidad de la masa**
 - **Ecuaciones de mortalidad de la encina**
 - **Incendio:** Basada en la probabilidad de que una hectárea de la especie a analizar arda en un año en una provincia determinada.
 - Ej.: Provincia de Jaen 0,0031% de probabilidad anual
 - **Operaciones selvícolas**

- **Dinámica de la densidad de la masa**
 - **Máxima densidad biológica:**

- Monte alto regular:

$$\ln(N) = -1.4666 \cdot \ln(d_n) + 9.687795$$

- Monte alto irregular:

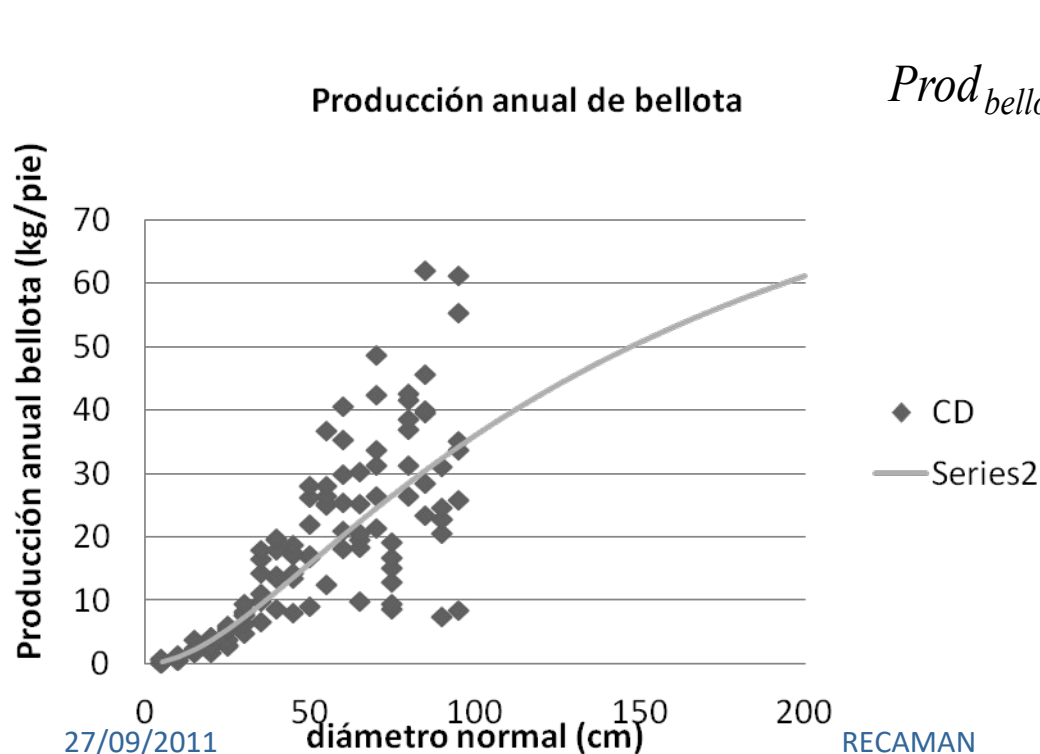
- Estructura de masa irregular

- Monte bajo:

$$\ln(N) = -1.286 \cdot \ln(d_n) + 9.7104$$

- **Volumen de leña producido por clase diamétrica en el apeo de árboles o cuando se realice la poda**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente
 - Establecer rotaciones y pesos de poda
 - 30%
 - 25 años
- **CO₂ capturado por especie y clase diamétrica**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente

- Otras producciones, por clase diamétrica:
 - Producción de bellota:
 - Datos propios del INIA y otras fuentes
 - Basado en la ecuación de Gemesi:



$$Prod_{bellota} = \exp\left(\frac{d^2}{(6.818 + 0.458 \cdot d)^2}\right) - 1$$

- **Volumen de leña producido por clase diamétrica en el apeo de árboles o cuando se realice la poda**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente
 - Establecer rotaciones y pesos de poda
 - 30%
 - 25 años
- **CO₂ capturado por especie y clase diamétrica**
 - Estudios realizados por el grupo investigador anteriormente
 - Inventario de matorral: Ajuste de ecuaciones para las especies de matorral

■ RESULTADOS DE SELVICULTURA A ESCALA MACRO:

■ Selviculturas finalizadas:

- *Pinus pinaster*
- *Quercus ilex*
- *Quercus faginea*
- *Quercus canariensis*
- *Quercus pyrenaica*
- *Pinus pinea*
- *Castanea sativa*

■ Selviculturas en fase final:

- *Pinus sylvestris*
- *Pinus halepensis*
- *Pinus nigra*
- *Quercus suber*

■ Selviculturas en elaboración:

- *Eucalyptus* sp
- *Abies pinsapo*
- *Olea europaea*

METODOLOGÍA (II)

- **EXISTENCIAS DE LAS FINCAS:**
 - Proyectos de ordenación:
 - Inventario de las fincas
 - En elaboración
 - Los datos han comenzado a ser analizados
 - 928 Cores y 72 rodajas leídas
 - Ajustar relaciones diámetro-edad y crecimientos en diámetro.
 - Árboles tipo analizados
 - Relaciones altura diámetro
 - A partir de dichas relaciones aplicamos las relaciones Volumen-diámetro-altura e Incremento de volumen-diámetro-altura

METODOLOGÍA (II)

■ **MATORRAL:**

- Carbono almacenado en la biomasa del matorral
- Crecimiento anual del matorral -> carbono correspondiente
 - **927 Parcelas de matorral:** Estimar la biomasa y CO₂ del matorral, así como su dinámica.
 - Muestras de biomasa de matorral
 - Muestras para la estimación de edades

- **METODOLOGÍA (III)**
 - **SELVICULTURAS A ESCALA MICRO:**
 - Basadas en las selviculturas a escala macro y en los proyectos de ordenación y/o inventarios de campo
 - Selvicultura descriptiva de lo que ocurre en la finca, más concreta y precisa. Selvicultura real de cada finca.
 - Ejemplos:
 - Despeñaperros:
 - *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*.
 - El Revuelo:
 - *Quercus ilex*, *Quercus suber*

Gracias por su atención