



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-329

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Medio físico de rodales selectos de especies forestales arbóreas de montaña

GÓMEZ-SANZ, V.¹, ELENA ROSSELLÓ, R.¹, FERNÁNDEZ YUSTE, J.A.¹, GARCÍA VIÑAS, J.I.¹, LÓPEZ LEIVA, C.¹ y SERRADA HIERRO, R.²

¹ Grupo de Investigación de Ecología y Gestión Forestal Sostenible (ECOGESFOR). Universidad Politécnica de Madrid.

² Sociedad Española de Ciencias Forestales.

Resumen

El trabajo que se resume recoge la caracterización con base ecológica del medio físico (clima y suelo) de los rodales semilleros selectos de especies de montaña incluidos en el Catálogo Nacional de Materiales Base (Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente). Estas especies forestales arbóreas (*Abies alba* Mill., *Pinus uncinata* Ramond ex DC., *Pinus sylvestris* L. y *Fagus sylvatica* L.) ocupan un ámbito territorial singular, especialmente sensible a los efectos del cambio climático sobre la respuesta vegetal. La base de datos generada incluye los parámetros más relevantes de la caracterización del medio físico del conjunto de los 59 rodales selectos inventariados, aportando información útil a aquellos agentes públicos o privados interesados en acometer tareas de repoblación forestal, pues permite evaluar el grado de homologación ecológica de las localizaciones de posible implantación del material de repoblación recolectado en ellos. Se ofrece, por tanto, información básica para la correcta elección de ecotipos, permitiendo seleccionar no sólo la región de procedencia de semilla más adecuada, sino también el rodal selecto que mejor se adapta a sus condiciones ecológicas tanto actuales, como en futuros escenarios de cambio.

Palabras clave

Parámetros ecológicos, autoecología paramétrica, envolvente ambiental, biotopo, repoblación forestal.

1. Introducción

La diagnosis que fundamenta el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011-2017 establece que una prioridad en las políticas de conservación de la biodiversidad debe ser la recuperación del funcionamiento de los ecosistemas por medio de su restauración ecológica. El RD 1274/2011 que recoge este Plan establece que “el potencial de las repoblaciones forestales para contribuir a la restauración ambiental de ecosistemas degradados es muy grande, siempre que se realicen siguiendo criterios ecológicos, especialmente en relación con la diversidad estructural y la composición florística de las masas”.

Esta condición debe quedar avalada por una apropiada selección de los materiales forestales de reproducción con los que se realicen las repoblaciones, de tal forma que deben ser de orígenes y calidades genéticas adecuados, para evitar así problemas de contaminación genética con masas naturales, más o menos amenazadas, y garantizar su instalación efectiva (minimización del riesgo de aparición de marras). En caso contrario, a medio plazo, se generarán poblaciones híbridas que acarrearán riesgo de pérdida de ecotipos autóctonos e incertidumbre respecto del éxito de las tareas repobladoras, todo ello según establece el RD 1274/2011 del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MIMAN).

El Catálogo Nacional de Materiales Base supone una herramienta básica a la hora de proporcionar a los potenciales usuarios, material forestal de reproducción con garantía certificada sobre su origen, calidad genética y características ecológicas y fenológicas. Gestionado por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), en estrecha colaboración con las Comunidades

Autónomas, incluye entre los diferentes tipos de unidades de admisión a los rodales selectos (RS), considerados como material forestal de reproducción de categoría seleccionada. Estos responden a territorios forestales en los que vegetan poblaciones arbóreas de composición relativamente homogénea, cuyos pies presentan características fenotípicas superiores a la media, no desfavorables para la silvicultura, resultando por ello especialmente apropiados para la reproducción.

La información sobre las condiciones del medio físico de las localizaciones de las distintas unidades de admisión del Catálogo debe servir de referencia imprescindible para su pertinente homologación ecológica con los lugares de posible utilización del material de repoblación en ellos recolectado. La carencia de este conocimiento ecológico básico a nivel estación conlleva un alto grado de incertidumbre ante el riesgo de inadecuada utilización del material base de reproducción, con el peligro de aparición de pérdidas económicas o consecuencias ecológicas no deseadas.

En noviembre de 2011, los rodales selectos incluían un total de 326 localizaciones repartidas a lo largo de todo el territorio español, con una superficie ocupada de 17.907,59 ha (MAGRAMA, 2012). De ellas, las correspondientes a especies forestales arbóreas de montaña suponían un número total de 82, sumando una extensión de 4.272,04 ha. Este entorno es especialmente sensible a los efectos del cambio climático sobre la respuesta vegetal, con lo que ante la imposibilidad de acometer la caracterización de todos los rodales selectos del Catálogo, se ha priorizado aquéllos de masas de especies típicas de este ámbito ecológico: *Abies alba*, *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris* y *Fagus sylvatica*.

Se hace necesario, por tanto, acometer con método científico homologable la pertinente caracterización, tanto climática como edáfica, de las localizaciones que aportan dicho material base. Esta iniciativa, que ha contado con el apoyo institucional de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, y de la Oficina Española de Cambio Climático, ambas del MAGRAMA, se ha sustanciado en la presentación de un proyecto por el grupo de investigación de Ecología y Gestión Forestal Sostenible (ECOGESFOR) de la Universidad Politécnica de Madrid al programa de concesión de ayudas en régimen de concurrencia competitiva para el ejercicio del año 2012 de la Fundación Biodiversidad (MAGRAMA).

Con el título de “*Caracterización del medio físico de rodales selectos de especies de montaña para la producción de semillas forestales, como base para la elección de ecotipos para la restauración en escenarios de cambio climático*”, quedó seleccionado entre los proyectos beneficiarios (resolución de fecha 28 de diciembre de 2012). Las tareas planificadas en este proyecto se desarrollaron a plena satisfacción a lo largo el período de ejecución previsto: del 1 de enero al 31 de diciembre de 2013. La presente comunicación recoge un resumen de los principales resultados obtenidos con la ejecución del mismo.

2. Objetivos

El objetivo central del trabajo realizado en el ámbito del mencionado proyecto es la caracterización con base ecológica del medio físico (clima y suelo) de los rodales selectos de especies de montaña incluidos en el Catálogo Nacional de Materiales Base. La consecución de este objetivo obligó a establecer como objetivos específicos:

- 1) La evaluación previa de la variabilidad espacial de las diferentes condiciones de estación sobre las cuales se ha instalado la especie principal de la masa forestal, identificando ámbitos territoriales más o menos homogéneos en cuanto a sus condiciones de medio físico
- 2) La delimitación del ámbito climático asociado a los rodales selectos de cada una de las especies forestales arbóreas de montaña.
- 3) El establecimiento del ámbito edáfico en el que se desarrollan actualmente las masas forestales de especies de montaña incluidas en los rodales selectos.

4) La catalogación del contexto físico asociado a cada rodal selecto, como referencia para facilitar la elección del lugar de procedencia del material de reproducción más adecuado ecológicamente para el lugar de introducción, minimizando el riesgo de una elección equivocada, y posibilitando a la vez la evaluación de diferentes escenarios de cambio climático, que ayuden a prevenir sus efectos y mitigar sus consecuencias.

3. Metodología

La ubicación y delimitación de los rodales selectos caracterizados (tabla 1) se realizó a partir de la información cartográfica de las unidades de admisión del Catálogo incorporadas a los archivos de la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal y a la base de datos Silvadat, elaborada para la gestión del Catálogo y que forma parte de las bases de datos del Banco de Datos de la Naturaleza.

Tabla 1. Distribución por taxones del total de rodales selectos de especies de montaña (MAGRAMA, 2012)

Taxón	Nº de rodales selectos
<i>Abies alba</i> Mill.	2
<i>Fagus sylvatica</i> L.	20
<i>Pinus uncinata</i> Ramond ex DC.	3
<i>Pinus sylvestris</i> L.	55

Sobre la delimitación física de los rodales se procedió a extraer e implementar la información específica sobre su medio físico, utilizando como fuentes de información básicas el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 MAGNA 50 (2ª Serie) del Instituto Geológico y Minero, y el Atlas Climático Ibérico de la AEMET (2011). Las ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) del Instituto Geográfico Nacional y el Modelo Digital del Terreno (MDT) con paso de malla de 5 m del Instituto Geográfico Nacional completaron la base de datos generada. Todo ello fue almacenado en una base específica de datos georeferenciados, siguiendo los estándares actuales de los Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS 10.0).

En una primera fase, la valoración integrada de diferentes aspectos del medio físico (situación geográfica y variabilidad altitudinal y litológica) llevó a la identificación de ámbitos territoriales diferenciados, en los que es esperable una homogeneidad en el medio físico que lleve a una respuesta relativamente uniforme de la vegetación forestal arbórea.

El resultado de esta tarea posibilitó la planificación de los trabajos de caracterización realizados en campo y enfocados a la inventariación con base ecológica de los rodales selectos seleccionados. Estos trabajos consistieron en la elección de un punto de muestreo, representativo de las condiciones fisiográficas, botánicas y de dosel dominantes, fijándose en torno a él una parcela circular de 12,6 m de radio, sobre la que posteriormente se llevó a cabo la recogida de información fisiográfica y botánica. Así mismo, se procedió al estudio del perfil del suelo, abriendo la correspondiente calicata (hasta una profundidad máxima de 1,25 m si previamente no se había alcanzado la roca madre coherente y dura), identificando y describiendo los distintos horizontes edáficos, y tomando una muestra representativa de cada uno de ellos.

Las muestras de suelo recogidas en los sucesivos inventarios de campo fueron enviadas a ITAGRA.CT, laboratorio especializado, homologado y certificado, que procedió a su análisis según los estándares oficialmente establecidos. Los análisis efectuados fueron: elementos gruesos, textura según USDA, carbono orgánico, pH en agua y en CIK, carbonatos (totales y activos) y nitrógeno, para los horizontes minerales, y materia seca, nitrógeno y carbono, para los horizontes orgánicos.

Con toda la información elaborada en gabinete y la derivada de los trabajos de campo, se procedió a la caracterización paramétrica del medio físico de cada uno de los rodales inventariados, seleccionando para este fin aquellas variables físicas (parámetros) ampliamente reconocidas como evaluadoras de la influencia del clima y del suelo sobre la respuesta vegetal (GANDULLO y SÁNCHEZ, 1994).

A partir de la Identificación del año climatológico medio de cada de los ámbitos territoriales en los que se incluyen los distintos rodales selectos y se han calculado un total de 15 parámetros de base climática, y se han aplicado las clasificaciones de THORNTHWAITE (1948), RIVAS-MARTÍNEZ (1987) y ALLUÉ ANDRADE (1990). Concretamente, los parámetros considerados han sido:

- ✓ PI. Precipitación media en los meses de invierno, expresada en mm.
- ✓ PP. Precipitación media en los meses de primavera, expresada en mm.
- ✓ PV. Precipitación media en los meses de verano, expresada en mm.
- ✓ PO. Precipitación media en los meses de otoño, expresada en mm.
- ✓ PT. Precipitación media anual, expresada en mm.
- ✓ TM. Temperatura media anual en °C.
- ✓ TMC. Temperatura media mensual más alta (mes más cálido), en °C.
- ✓ TMF. Temperatura media mensual más baja (mes más frío), en °C.
- ✓ OSCM. Diferencia en °C entre los valores de TMC y de TMF.
- ✓ ETP. Evapotranspiración potencial anual, en mm (THORNTHWAITE, 1948).
- ✓ SUP. Suma de superávits mensuales (THORNTHWAITE & MATHER, 1955, 1957).
- ✓ DEF. Suma de déficits mensuales (THORNTHWAITE & MATHER, 1955, 1957).
- ✓ IH. Índice hídrico (THORNTHWAITE & MATHER, 1955, 1957), valor adimensional que se establece en función de SUP, DEF y ETP.
- ✓ DSQ. Duración de la sequía en meses, según criterio de Gaussen –meses donde el doble de la temperatura media mensual es superior a la precipitación media mensual- (WALTER & LIETH, 1960).
- ✓ ISQ. Intensidad de la sequía establecida por cociente entre el área seca y el área húmeda en los climodiagramas de WALTER & LIETH (1960).

Para la evaluación de los condicionantes edáficos básicos en la respuesta vegetal se determinaron, a partir de la información remitida por el laboratorio y de la obtenida en campo, la serie de parámetros que a continuación se relacionan, junto a la clasificación de los perfiles muestreados de acuerdo a la WRB de la FAO-UNESCO (2006):

- ✓ TF. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de las partículas minerales mayores a 2 mm (Tierra Fina) expresada en porcentaje respecto del suelo natural (USDA, 1975).
- ✓ ARE. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de las partículas minerales comprendidas entre 2 mm y 50 μm (Arena), expresada en porcentaje respecto a la Tierra Fina (USDA, 1975).
- ✓ LIM. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de las partículas minerales comprendidas entre 50 y 2 μm (Limo), expresada en porcentaje respecto a la Tierra Fina (USDA, 1975).
- ✓ ARC. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de las partículas minerales inferiores a 2 μm (Arcilla), expresada en porcentaje respecto a la Tierra Fina (USDA, 1975).
- ✓ PER. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de la Permeabilidad, expresada en valores de 1 (muy poco permeable) a 5 (muy permeable) según GANDULLO (1994).
- ✓ HE. Media ponderada con el espesor de cada horizonte de la Humedad Equivalente en mm de agua según SÁNCHEZ PALOMARES y BLANCO (1985).
- ✓ CRA. Suma en mm de agua de los valores de Capacidad de Retención de Agua para cada horizonte, calculada según GANDULLO (1994).
- ✓ MO. Media ponderada siguiendo el criterio de RUSSELL & MOORE (1968) del contenido de Materia Orgánica en cada horizonte (WALKLEY, 1946), expresada en porcentaje respecto de la Tierra Fina.

- ✓ MOS. Contenido en Materia Orgánica (WALKLEY, 1946) de los 25 cm superiores del suelo, expresado en porcentaje respecto de la Tierra Fina.
- ✓ PHA. Media ponderada siguiendo el criterio de RUSSELL & MOORE (1968) del pH en H₂O (1:2,5) en cada horizonte.
- ✓ PHK. Media ponderada siguiendo el criterio de RUSSELL & MOORE (1968) del pH en ClK (1:2,5) en cada horizonte.
- ✓ CA, carbonatos activos. Media ponderada siguiendo el criterio de RUSSELL & MOORE (1968) de la presencia en porcentaje de carbonatos de tamaño inferior a 50 µm en tierra fina
- ✓ CI, carbonatos inactivos. Media ponderada siguiendo el criterio de RUSSELL & MOORE (1968) de la presencia en porcentaje de carbonatos totales en tierra fina
- ✓ NS. Contenido en Nitrógeno de los 25 cm superiores del suelo expresado en porcentaje respecto de la Tierra Fina.
- ✓ CNS. Relación Carbono/Nitrógeno de los 25 cm superiores del suelo.
- ✓ ETRM. Evapotranspiración Real Máxima posible anual en mm, según THORNTHWAITE & MATHER (1957).
- ✓ SF. Sequía Fisiológica anual en mm, según THORNTHWAITE & MATHER (1957).
- ✓ DRJ. Drenaje calculado del suelo anual en mm, según THORNTHWAITE & MATHER (1957).

Toda esta información paramétrica fue depurada, contrastada e incorporada a una base de datos específica. Sobre ella se realizó un tratamiento estadístico univariable, por especie y por ecotipo (rodal selecto), analizando los valores de tendencia central, su amplitud de variación y su forma de distribución.

Finalmente, a partir de los modelos de autoecología paramétrica desarrollados a lo largo de las últimas décadas bajo la dirección de José Manuel Gandullo, Otilio Sánchez Palomares y Gregorio Montero, se han catalogado los ámbitos físicos asociados a cada rodal selecto. En estos modelos, para cada parámetro y para el total del territorio peninsular, se identifica como hábitat central el rango de valores que se sitúan entre el Umbral Inferior (UI), valor mínimo registrado del parámetro excluidos el 10 % de los valores más bajos (percentil 10) y el Umbral Superior (US), valor máximo registrado del parámetro, excluidos el 10 % de los valores más altos (percentil 90). El hábitat marginal inferior queda definido por el rango de valores entre el Límite Inferior (LI), valor mínimo obtenido del parámetro en el total de los puntos de muestreo, y el UI, mientras que el hábitat marginal superior lo delimitan el US y el Límite Superior (LS), valor máximo registrado del parámetro en el total de los puntos de muestreo (GANDULLO y SÁNCHEZ, 1994).

4. Resultados

La información reunida permitió construir una base documental integrada por un conjunto de fichas descriptivas, que cubren los diferentes ámbitos territoriales en los que se encuadran los rodales selectos caracterizados, y en las que se incluyen: figura-mapa con la ortofoto del ámbito espacial donde se ubica el rodal selecto correspondiente, mapa geológico específico que recoge los materiales básicos del substrato litológico, e información paramétrica sobre los estados selvícola, climático y edáfico. Estas fichas pueden ser descargadas libremente de la web del grupo ECOGESFOR (<http://www.ecogesfor.org/rodalesselectos/index.html>)

Las tablas 2 y 3 recogen las distintas unidades territoriales establecidas, con la relación de rodales selectos incluidos en cada una de ellas. Se han identificado un total de 59 ámbitos territoriales: 2 para *Abies alba*, 3 para *Pinus uncinata*, 20 para *Fagus sylvatica* y 34 para *Pinus sylvestris* (Figura nº 1).

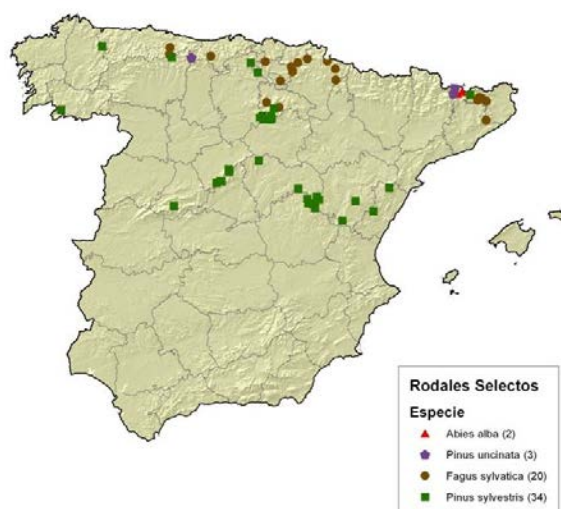


Figura 1. Distribución espacial de los rodales selectos caracterizados

Tabla 2. Ámbitos territoriales de los rodales selectos correspondientes a las especies *Abies alba*, *Fagus sylvatica* y *Pinus uncinata*

Especie	Nombre de localización	Provincia	Superficie (ha)	Código CATÁLOGO
<i>Abies alba</i>	Alp	Girona	35,00	RS-31/03/001
	Riu	Lleida	85,00	RS-31/03/002
<i>Fagus sylvatica</i>	Muniacos	Asturias	49,30	RS-71/02/004
	Reres	Asturias	54,00	RS-71/02/005
	Saja (parte alta)	Cantabria	40,21	RS-71/05/39/001
	Erramuzza	Álava	40,00	RS-71/06/01/001
	Altube	Álava	120,00	RS-71/06/01/002
	Sta. Engracia	Navarra	83,00	RS-71/07/004
	Limitaciones	Navarra	83,00	RS-71/08/005
	Parzonería de Entzia	Álava	26,00	RS-71/08/01/001
	Marumendi	Guipúzcoa	60,00	RS-71/08/20/001
	Parzonería de Guipuzcoa-Álava	Guipúzcoa	26,00	RS-71/08/20/002
	Espinal	Navarra	21,00	RS-71/09/003
	Erremendia	Navarra	30,00	RS-71/09/004
	Lumbier	Navarra	41,00	RS-71/10/002
	Baga de Castilla	Girona	37,00	RS-71/13/001
	Fageda Jordá	Girona	52,00	RS-71/13/003
	Monte Rodolá	Girona	34,00	RS-71/13/004
	Más Espuña	Girona	57,00	RS-71/13/005
	Coll de Té y Convento	Girona	20,00	RS-71/14/001
	Gallinero	La Rioja	69,75	RS-71/17/001
Tobia	La Rioja	22,00	RS-71/17/003	
<i>Pinus uncinata</i>	Montellá-Martinet	Lleida	10,00	RS-22/02/001
	Meranges	Girona	10,00	RS-22/02/002
	Puerto de San Glorio	León	6,20	RS-22/02/24/001

Tabla 3. Ámbitos territoriales de los rodales selectos correspondientes a la especie *Pinus sylvestris*

Provincia	Rodal Selecto Inventariado			Rodaes Selectos con Medio Físico Homólogo		
	Nombre de localización	Superficie (ha)	Código CATÁLOGO	Nombre de localización	Superficie (ha)	Código CATÁLOGO
León	Puebla de Lillo	9,30	RS-21/01/001			
Burgos	Medina de Pomar	28,10	RS-21/02/002			
Álava	Valdegovía	45,00	RS-21/02/01/001			
Girona	Campellas I	61,00	RS-21/07/002	Campellas	54,00	RS-21/07/001
Soria	Vinuesa I	40,20	RS-21/08/007	Vinuesa VII	49,80	RS-21/08/020
Soria	Covaleda IV	41,80	RS-21/08/011	Covaleda V	31,90	RS-21/08/014
La Rioja	Ortigosa	40,00	RS-21/08/013			
Soria	Covaleda VIII	147,00	RS-21/08/017	Covaleda III	58,60	RS-21/08/006
				Covaleda VI	39,50	RS-21/08/015
				Covaleda VII	154,40	RS-21/08/016
Soria	Vinuesa VI	89,00	RS-21/08/019	Vinuesa V	72,20	RS-21/08/018
Burgos	Regumiel de la Sierra I	15,90	RS-21/08/021			
Burgos	Quintanar de la Sierra IV	40,00	RS-21/08/024	Quintanar de la Sierra III	40,00	RS-21/08/023
Burgos	Quintanar de la Sierra VI	20,00	RS-21/08/026	Quintanar de la Sierra II	15,00	RS-21/08/022
				Quintanar de la Sierra V	20,00	RS-21/08/025
Guadalajara	Pinar	10,30	RS-21/09/19/001			
Segovia	La Granja III	26,10	RS-21/10/009	La Granja IV	15,70	RS-21/10/010
Segovia	La Granja V	57,10	RS-21/10/011	La Granja VI	29,40	RS-21/10/012
				La Granja VII	19,80	RS-21/10/013
Segovia	El Espinar V	103,50	RS-21/10/017	El Espinar II	64,30	RS-21/10/014
				El Espinar III	50,80	RS-21/10/015
				El Espinar IV	66,30	RS-21/10/016
Segovia	Navafría II	110,10	RS-21/10/018	Navafría III	105,60	RS-21/10/019
				Navafría IV	73,50	RS-21/10/020
				Navafría V	76,60	RS-21/10/021
Segovia	Navafría VI	47,30	RS-21/10/022	Navafría VII	44,40	RS-21/10/023
Lugo	A Fonsagrada I	146,20	RS-21/10/27/001			
Madrid	Lozoya	49,94	RS-21/10/28/001			
Orense	Bande	58,00	RS-21/10/32/001			
Ávila	Navarredonda de Gredos I	22,40	RS-21/11/001	Navarredonda de Gredos II	4,20	RS-21/11/002
Cuenca	Huelas del Vasallo II	53,00	RS-21/12/004			
Cuenca	La Sierra III	60,00	RS-21/12/007	La Sierra I	53,00	RS-21/12/005
				La Sierra II	58,00	RS-21/12/006
Cuenca	Veguillas del Tajo II	99,00	RS-21/12/008			
Guadalajara	Peñalen V	89,00	RS-21/12/009			
Teruel	Guadalaviar	36,25	RS-21/12/44/001			
Teruel	Albarracín II	88,59	RS-21/12/44/002			
Teruel	Orihuela del Tremedal III	122,83	RS-21/12/44/003			
Teruel	Bronchales II	67,72	RS-21/12/44/004			
Valencia	Puebla de San Miguel	40,00	RS-21/13/001			
Castellón	Vistabella de Maestrazgo	40,00	RS-21/14/003			
Teruel	Monteagudo del Castillo I	46,23	RS-21/14/44/001	Monteagudo del Castillo II	18,02	RS-21/14/44/002
Castellón	Castell de Cabres	45,00	RS-21/15/001			

Para cada especie y ecotipo los estadísticos descriptivos del comportamiento de los principales parámetros definitorios del medio físico se exponen en las tablas 4, 5 y 6.

Tabla 4. Modelo de hábitat climático y edáfico de los Rodales Selectos de *Abies alba* (n =2) y *Pinus uncinata* (n = 3)

Parámetros		Media	Desv. Típica	Mediana	Máximo	Mínimo
Hábitat Climático	PI (mm)	244,6	76,5	206,6	396,9	198,0
	PP (mm)	275,6	29,0	267,3	331,3	246,5
	PV (mm)	264,4	55,0	290,1	304,5	155,5
	PO (mm)	291,2	28,2	283,2	342,1	258,9
	PT (mm)	1075,7	80,8	1057,1	1225,9	983,9
	TM (°C)	6,4	0,5	6,2	7,0	5,9
	TMC (°C)	15,5	0,9	15,7	16,7	14,0
	TMF (°C)	-0,7	0,6	-0,8	0,1	-1,5
	OSCM (°C)	16,3	1,2	16,8	17,5	14,1
	ETP (mm)	519,9	14,5	519,4	538,5	500,8
	SUP (mm)	612,3	113,9	570,3	828,8	497,8
	DEF (mm)	56,4	33,2	38,1	122,4	36,4
	IH	111,5	19,5	107,9	145,4	88,0
	DSQ (mes)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ISQ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hábitat Edáfico	TF (%)	43,4	14,9	35,9	70,5	28,3
	ARE (%)	35,2	12,7	40,5	51,6	20,3
	LIM (%)	33,0	7,4	30,2	46,1	26,4
	ARC (%)	31,8	8,2	32,9	44,0	18,2
	PER	2,6	0,9	2,2	4,3	1,7
	HE (mm)	32,7	3,6	33,7	37,7	28,3
	CRA (mm)	89,9	29,3	90,6	140,8	52,9
	MO (%)	7,1	3,5	6,0	13,8	3,6
	MOS (%)	11,4	7,9	8,6	26,9	5,3
	NS (%)	0,5	0,3	0,4	1,1	0,3
	CNS	12,2	1,3	12,6	14,0	10,7
	PHA	5,4	1,3	5,0	7,9	4,4
	PHK	4,5	1,4	4,0	7,3	3,5
	CA (%)	1,1	2,1	0,0	5,3	0,0
	Cl (%)	0,1	0,2	0,0	0,6	0,0
Hábitat Edafoclimático	ETRMP (mm)	502,3	24,3	498,9	533,8	465,2
	SF (mm)	17,6	18,4	10,1	54,2	4,7
	DRJ (mm)	573,5	101,4	540,7	760,7	460,9

Donde: PI: precipitación invernal; PP: precipitación primaveral; PV: precipitación estival; PO: precipitación otoñal; PT: precipitación anual; TM: temperatura media anual; TMC: temperatura media del mes más cálido; TMF: temperatura media del mes más frío; OSCM: oscilación anual térmica entre medias; DSQ: duración de la sequía (según Walter-Lieth); ISQ: intensidad de la sequía (según Walter-Lieth); ETP: evapotranspiración anual (según Thornthwaite); SUP: suma de superávits; DEF: suma de déficits; IH: índice hídrico anual (según Thornthwaite); TF, partículas minerales < 2 mm en la tierra natural; ARE, partículas minerales entre 0,05-2,00 mm; LIM, partículas minerales entre 0,002-0,05 mm; ARC, partículas minerales < 0,002 mm; PER, coeficiente de permeabilidad (Gandullo, 1994); HE, humedad equivalente (Gandullo, 1994); CRA, capacidad de retención de agua (Gandullo, 1994); MO, materia orgánica; MOS, materia orgánica en los 25 cm superficiales; NS, Nitrógeno en los 25 cm superficiales; CN, relación Carbono/Nitrógeno en los 25 cm superficiales; PHA, pH en agua; PHK, pH en cloruro potásico; CA, carbonatos activos; Cl, carbonatos inactivos; ETRMP, evapotranspiración real más posible anual (según Thornthwaite); SF, sequía fisiológica anual (según Thornthwaite); DRJ, drenaje del suelo anual (según Thornthwaite).

Tabla 5. Modelo de hábitat climático y edáfico de los Rodales Selectos de *Fagus sylvatica* L. (n =20)

Parámetros		Media	Desv. Típica	Mediana	Máximo	Mínimo
Hábitat Climático	PI (mm)	335,4	120,3	318,2	602,5	162,0
	PP (mm)	343,7	92,7	326,0	554,6	210,9
	PV (mm)	212,8	58,8	191,6	337,9	141,9
	PO (mm)	316,8	87,0	304,1	481,7	150,5
	PT (mm)	1208,8	304,2	1133,7	1895,2	682,2
	TM (°C)	9,8	1,5	9,8	12,7	6,6
	TMC (°C)	18,1	1,5	17,6	21,5	16,2
	TMF (°C)	3,1	1,4	2,6	5,6	0,9
	OSCM (°C)	15,0	1,5	15,0	17,5	11,7
	ETP (mm)	628,8	37,6	627,8	713,1	566,6
	SUP (mm)	693,0	284,1	608,5	1304,6	282,6
	DEF (mm)	113,0	54,1	109,3	222,3	31,3
	IH	100,3	49,0	79,7	199,6	31,6
	DSQ (mes)	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0
	ISQ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hábitat Edáfico	TF (%)	76,8	23,2	85,6	100,0	25,7
	ARE (%)	6,5	14,5	35,5	67,1	87,2
	LIM (%)	12,3	17,5	35,3	46,8	52,2
	ARC (%)	0,5	9,8	29,2	47,5	52,2
	PER	1,0	1,9	3,0	5,0	5,0
	HE (mm)	8,5	21,1	29,4	39,6	44,9
	CRA (mm)	19,1	71,9	230,8	416,0	462,8
	MO (%)	0,8	1,6	3,7	8,2	10,0
	MOS (%)	1,7	2,5	5,4	8,9	14,5
	NS (%)	0,1	0,1	0,3	0,4	0,8
	CNS	6,8	8,5	14,2	22,7	36,0
	PHA	4,4	4,4	5,5	6,5	7,0
	PHK	3,4	3,8	4,4	5,4	6,3
	CA (%)	0,0	0,0	0,2	0,0	3,5
	CI (%)	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0
Hábitat Edafoclimático	ETRMP (mm)	475,9	507,7	588,4	663,2	686,4
	SF (mm)	1,2	2,0	40,4	89,1	158,6
	DRJ (mm)	201,4	327,2	620,3	1094,2	1263,3

Donde: PI: precipitación invernal; PP: precipitación primaveral; PV: precipitación estival; PO: precipitación otoñal; PT: precipitación anual; TM: temperatura media anual; TMC: temperatura media del mes más cálido; TMF: temperatura media del mes más frío; OSCM: oscilación anual térmica entre medias; DSQ: duración de la sequía (según Walter-Lieth); ISQ: intensidad de la sequía (según Walter-Lieth); ETP: evapotranspiración anual (según Thornthwaite); SUP: suma de superávits; DEF: suma de déficits; IH: índice hídrico anual (según Thornthwaite); TF, partículas minerales < 2 mm en la tierra natural; ARE, partículas minerales entre 0,05-2,00 mm; LIM, partículas minerales entre 0,002-0,05 mm; ARC, partículas minerales < 0,002 mm; PER, coeficiente de permeabilidad (Gandullo, 1994); HE, humedad equivalente (Gandullo, 1994); CRA, capacidad de retención de agua (Gandullo, 1994); MO, materia orgánica; MOS, materia orgánica en los 25 cm superficiales; NS, Nitrógeno en los 25 cm superficiales; CN, relación Carbono/Nitrógeno en los 25 cm superficiales; PHA, pH en agua; PHK, pH en cloruro potásico; CA, carbonatos activos; CI, carbonatos inactivos; ETRMP, evapotranspiración real más posible anual (según Thornthwaite); SF, sequía fisiológica anual (según Thornthwaite); DRJ, drenaje del suelo anual (según Thornthwaite).

Tabla 6. Modelo de hábitat climático y edáfico de los Rodales Selectos de *Pinus sylvestris* L. (n =34).

Parámetros		Media	Desv. Típica	Mediana	Máximo	Mínimo
Hábitat Climático	PI (mm)	268,8	89,8	276,3	505,1	77,2
	PP (mm)	238,1	52,3	226,3	429,2	133,6
	PV (mm)	134,6	38,9	127,2	324,1	83,6
	PO (mm)	233,3	62,4	216,7	444,3	129,9
	PT (mm)	874,9	202,7	855,5	1549,7	480,0
	TM (°C)	8,7	1,1	8,7	11,2	6,8
	TMC (°C)	18,0	1,2	18,1	20,5	14,9
	TMF (°C)	1,5	1,2	1,2	4,7	-0,1
	OSCM (°C)	16,5	1,3	16,6	18,6	12,3
	ETP (mm)	589,3	32,9	590,4	663,1	536,5
	SUP (mm)	489,8	191,0	468,0	1126,6	93,3
	DEF (mm)	204,2	45,9	215,4	265,1	31,7
	IH	62,9	35,9	61,5	197,3	-3,8
	DSQ (mes)	1,0	0,7	1,2	2,1	0,0
	ISQ	0,01	0,01	0,01	0,05	0,00
Hábitat Edáfico	TF (%)	69,0	21,1	72,7	99,9	32,1
	ARE (%)	55,6	19,4	61,1	93,4	10,0
	LIM (%)	27,0	12,5	24,5	58,5	4,6
	ARC (%)	17,4	8,6	15,5	40,6	2,0
	PER	4,1	0,9	4,4	5,0	1,5
	HE (mm)	22,3	8,2	20,1	46,8	7,1
	CRA (mm)	166,3	103,8	151,1	513,9	14,6
	MO (%)	4,6	4,0	3,1	20,2	0,6
	MOS (%)	7,3	6,4	5,6	28,7	1,2
	NS (%)	0,3	0,2	0,2	1,1	0,1
	CNS	14,2	3,7	14,5	20,6	4,2
	PHA	6,0	1,2	5,6	9,2	4,6
	PHK	4,9	1,2	4,4	7,9	3,6
	CA (%)	6,6	17,5	0,0	81,0	0,0
CI (%)	3,1	7,9	0,0	34,4	0,0	
Hábitat Edafoclimático	ETRMP (mm)	491,4	51,8	484,9	600,5	374,3
	SF (mm)	99,4	42,8	103,6	190,0	1,7
	DRJ (mm)	380,9	208,8	372,9	1112,0	0,0

Donde: PI: precipitación invernal; PP: precipitación primaveral; PV: precipitación estival; PO: precipitación otoñal; PT: precipitación anual; TM: temperatura media anual; TMC: temperatura media del mes más cálido; TMF: temperatura media del mes más frío; OSCM: oscilación anual térmica entre medias; DSQ: duración de la sequía (según Walter-Lieth); ISQ: intensidad de la sequía (según Walter-Lieth); ETP: evapotranspiración anual (según Thornthwaite); SUP: suma de superávits; DEF: suma de déficits; IH: índice hídrico anual (según Thornthwaite); TF, partículas minerales < 2 mm en la tierra natural; ARE, partículas minerales entre 0,05-2,00 mm; LIM, partículas minerales entre 0,002-0,05 mm; ARC, partículas minerales < 0,002 mm; PER, coeficiente de permeabilidad (Gandullo, 1994); HE, humedad equivalente (Gandullo, 1994); CRA, capacidad de retención de agua (Gandullo, 1994); MO, materia orgánica; MOS, materia orgánica en los 25 cm superficiales; NS, Nitrógeno en los 25 cm superficiales; CN, relación Carbono/Nitrógeno en los 25 cm superficiales; PHA, pH en agua; PHK, pH en cloruro potásico; CA, carbonatos activos; CI, carbonatos inactivos; ETRMP, evapotranspiración real más posible anual (según Thornthwaite); SF, sequía fisiológica anual (según Thornthwaite); DRJ, drenaje del suelo anual (según Thornthwaite).

5. Discusión

El medio físico de los rodales selectos de las especies de montaña consideradas queda enclavado en un rango altitudinal especialmente amplio, que va desde cotas en torno a los 400 m hasta elevaciones que rozan los 2.000 m sobre el nivel del mar.

Para el *Abies alba*, sus rodales selectos (“Alp” y “Riu”, ambos en Gerona) se ubican en el tercio superior del rango altitudinal observado para las cuatro especies, correspondiéndose con unas condiciones climáticas marcadamente microtérmicas y húmedas (pisos montano y subalpino de la región eurosiberiana de RIVAS-MARTÍNEZ (1987)). De patente carácter continental, muestran inviernos muy fríos, veranos húmedos y tibios, y ausencia total de periodo de aridez (según criterio de Gausson). Los suelos, poco humíferos, de naturaleza silíceas (totalmente descarbonatados) y reacción fuertemente ácida, son de un aceptable grado de desarrollo, y aunque bastante pedregosos, tienen una notable presencia de elementos finos (contenido en arcillas > 30 %), lo que deriva en unas mediocres condiciones de permeabilidad y capacidad de retención de agua.

Los rodales de *Pinus uncinata* (“Montellá-Martinet” en Lleida, “Meranges” en Girona y “Puerto de San Glorio” en León) presentan un rango altitudinal coincidente con los rodales de abeto, por lo que su medio físico resulta en lo climático muy similar, condiciones microtérmicas (pisos montano y subalpino de la región eurosiberiana de RIVAS-MARTÍNEZ (1987)), de carácter continental en los rodales del Pirineo y suboceánico en el de León, con inviernos muy fríos, veranos húmedos y tibios, y ausencia total de periodo de aridez (según criterio de Gausson). Respecto a los suelos, si bien en los tres casos hay limitaciones para el desarrollo radical por roca coherente (dura) a menos de 100 cm (carácter léptico), el rodal de “San Glorio” muestra un sensiblemente menor grado de evolución edáfica. Desde un punto de vista textural, el rodal de Lleida, aunque es bastante pedregoso, tiene una notable abundancia de elementos finos (casi un 80 % de arcilla y limo) lo que se traduce en una mala permeabilidad y una mediocre capacidad de retención de agua. En el otro extremo se sitúa el suelo del rodal de León, con una textura más equilibrada, buena permeabilidad y moderada capacidad de retención de agua. Así mismo, las propiedades químicas son diferentes en el suelo del rodal de Lleida (condiciones eutróficas, reacción moderadamente básica, con presencia de carbonatos totales y activos –casi descarbonatado-) respecto de las de los rodales de Girona y León (de naturaleza silíceas –totalmente descarbonatados- y de reacción fuertemente ácida –Meranges- y muy fuertemente ácida –Puerto de San Glorio-, de las cuales derivan unas marcadas condiciones oligotróficas).

Respecto del *Fagus sylvatica*, el mayor número de rodales selectos incluidos en el Catálogo y su amplia área de distribución geográfica permiten identificar una mayor variabilidad en su medio físico. Con un rango altitudinal que va de cotas ligeramente inferiores a los 500 m a cotas que superan los 1.300 m, es posible establecer, de acuerdo con las condiciones climáticas y edáficas inventariadas, los grupos de rodales siguientes:

a) Rodales en piso bioclimático colino de la región eurosiberiana (RIVAS-MARTÍNEZ 1987) y de condiciones mesotérmicas (ETP entre 637 y 713 mm). Con una cota que no supera los 800 m, presentan un régimen de precipitaciones húmedo o muy húmedo, con precipitación en verano no inferior a 140 mm, un régimen de temperatura de inviernos frescos o fríos y veranos tibios. De acuerdo con las condiciones edáficas es posible distinguir:

a.1) Rodales con suelos de reacción fuertemente ácida (“Muniacos” en Asturias, “Saja” en Cantabria y “Erramuza” en Álava). Los suelos son de marcado carácter oligotrófico, con diferente grado de evolución, algo pedregosos, de buena capacidad de retención de agua y permeabilidad mediocre (los suelos de los rodales asturiano y cántabro presentan un contenido en arcillas superior al 35 %). A su vez, el rodal cántabro presenta dos singularidades reseñables, una ligera aridez estival (leve influencia mediterránea) y la presencia en el suelo de carbonatos (totales y activos).

a.2) Rodales con suelos de reacción moderadamente ácida (“Altube” en Álava, “Santa Engracia” en Navarra y “Fageda Jordá” y “Más Espuña” en Girona). También los suelos muestran un variado grado de evolución con reducida pedregosidad, a excepción del rodal de “Fageda Jordá” que es bastante pedregoso. Las texturas son algo desequilibradas finas, con lo que la permeabilidad es deficiente, salvo en el mencionado rodal gerundense. Son suelos todos ellos silíceos, totalmente descarbonatados y por lo general poco humíferos.

b) Rodales en piso bioclimático montano de la región Eurosiberiana (RIVAS-MARTÍNEZ 1987) y de condiciones tanto mesotérmicas como microtérmicas (ETP entre 566 y 713 mm). Ubicados en cotas superiores a los del grupo anterior (dominantemente por encima de los 800 m) se caracterizan por inviernos fríos, veranos tibios y ausencia total de período de aridez (según Gaussen). Las condiciones edáficas permiten establecer los grupos de rodales siguientes:

b.1) Rodales con suelos de reacción fuertemente o muy fuertemente ácida. Totalmente descarbonatados y de marcado carácter oligotrófico, en ellos se pueden distinguir:

- rodales con suelos de permeabilidad deficiente (“Marumendi” y “Parzonería de Guipúzcoa-Álava” en Guipúzcoa y “Espinal” y “Erremendía” en Navarra). Es consecuencia de la baja pedregosidad, y de la reducida presencia de materia orgánica humificada y elevada de elementos finos, lo cual hace que, por otro lado, la capacidad de retención de agua sea particularmente elevada en estos suelos.

- rodales con suelos de permeabilidad aceptable (“Reres” en Asturias, “Limitaciones” y “Lumbier” en Navarra, y “Coll de Té” en Girona). Son suelos con un grado de evolución medio-bajo, que en algunos casos presentan elevada pedregosidad (Reres y Lumbier). Los bajos contenidos de materia orgánica humificada y de arcillas (inferiores al 25 %) derivan en mediocres capacidades de retención de agua.

b.2) Rodales con suelos de reacción moderadamente ácida o neutra. En este grupo, su condición oligotrófica es más dudosa, si bien todos ellos están totalmente descarbonatados. Considerando su perfil textural, es posible subdividirlos en:

- rodales con suelos de permeabilidad deficiente (“Parzonería de Entzia” en Alava, y “Baga de Castilla” y “Monte Rodolá” en Girona). Todos los suelos presentan texturas desequilibradas finas y son poco humíferos. Su capacidad de retención de agua es, por el contrario, aceptable.

- rodales con suelos de permeabilidad adecuada (“Gallinero” y “Tobía”, ambos en La Rioja). La condición bastante equilibrada de sus perfiles texturales implica unas buenas propiedades físicas, a pesar de su bajo contenido en materia orgánica humificada.

Respecto a la posición en el espectro paramétrico relativo a la autoecología de *Fagus sylvatica* para la península Ibérica, definido por GANDULLO *et al.* (2004), el conjunto de rodales selectos incluidos en el Catálogo ocupan predominantemente posiciones de hábitat central. No obstante, es posible identificar rodales con posiciones algo marginales que pueden resultar muy interesantes como indicadores de ecotipos singulares. Concretamente, valores de marginalidad (valores por encima o por debajo de los valores umbrales respectivos de cada parámetro) se presentan en los casos siguientes:

- ✓ Elevada evapotranspiración potencial (ETP), temperatura media anual (TM), temperatura media del mes más cálido (TMC) y evapotranspiración real máxima posible anual (ETRMP): Rodales de “Fageda Jordá” y “Más Espuña” (Girona).

- ✓ Elevada oscilación media anual de las temperaturas (OSCM; mayor continentalidad): Rodales de “Monte Rodolá” (Girona), “Baga de Castilla” (Girona), “Coll de Té y Convento” (Girona) y “Lumbier” (Navarra)
- ✓ Elevado contenido en tierra Fina (TF, baja pedregosidad): Rodales de “Muniacos” (Asturias), “Espinal” (Navarra), “Erramuza” (Álava) y “Sta. Engracia” (Navarra)
- ✓ Texturas más gruesas (mayor presencia de arenas y menor de limos y arcillas): “Limitaciones” (Navarra) y “Lumbier” (Navarra)
- ✓ Elevada capacidad de retención de agua (CRA): Rodales de “Altube” (Álava), “Espinal” (Navarra) y “Baga de Castilla” (Girona)

Finalmente, para la especie *Pinus sylvestris*, los rodales selectos se ubican prácticamente en todo el rango de variación de cotas correspondiente a los de las especies de montaña incluidas en el Catálogo. De acuerdo con esa variabilidad, que marca las condiciones climáticas, es posible agrupar los rodales selectos de pino silvestre en:

a) Rodales selectos de condiciones mesotérmicas (ETP entre 570 mm y 665 mm) sin período de aridez (según criterio de Gaussen). Muestran regímenes pluviométricos muy diferentes (precipitación media anual entre 500 mm y 1250 mm, pero con precipitación estival superior a 120 mm), con inviernos fríos o muy fríos y veranos tibios. Todos se incluyen en la región eurosiberiana, concretamente en los pisos montano y colino (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987). Respecto de sus condiciones edáficas es posible diferenciar:

a.1) Rodales con suelos totalmente descarboxatados, de reacción ácida (desde moderadamente ácida a muy fuertemente ácida) y naturaleza silíceas (“Medina de Pomar” en Burgos, “Valdegovía” en Álava, “Vinuesa I” y “VI” en Soria, y “A Fonsagrada I” en Lugo). Son suelos con un grado de evolución medio-alto, poco pedregosos, de condiciones físicas aceptables (permeabilidad y capacidad de retención de agua) y carácter marcadamente oligotrófico

a.2) Rodales con suelos de naturaleza calcosilíceas (presencia de carbonatos totales y activos) más o menos descarboxatados, y de reacción que va de neutra a moderadamente básica (“Campellas I” en Girona, “Vistabella de Maestrazgo” en Castellón y “Monteagudo del Castillo I” en Teruel). Suelos algo pedregosos, con un grado de evolución medio-bajo, buena permeabilidad, aceptable capacidad de retención de agua y carácter moderadamente eutrófico.

b) Rodales selectos de condiciones mesotérmicas (ETP entre 570 mm y 665 mm) con período de aridez (según criterio de Gaussen) superior a un mes. Con una precipitación media anual que difícilmente supera los 1000 mm, la precipitación media en verano es inferior a 150 mm, los inviernos son fríos y los veranos ligeramente cálidos. Se ubican tanto en los pisos montano y colino de la región eurosiberiana como en el piso supramediterráneo de la región mediterránea (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987). Edáficamente, se presentan en este grupo:

b.1) Rodales con suelos de naturaleza predominantemente silíceas, totalmente descarboxatados y de reacción moderadamente o fuertemente ácida (“Covaleda IV” en Soria, “Regumiel de la Sierra I” y “Quintanar de la Sierra VI” en Burgos, “Pinar” en Guadalajara, “La Granja III”, “El Espinar V” y “Navafría II” en Segovia, “Lozoya” en Madrid, “Bande” en Orense, “Navarredonda de Gredos” en Ávila, “Huesas del Vasallo II” en Cuenca y “Albarracín II” en Teruel). Dominantemente presentan texturas algo desequilibradas gruesas y poca pedregosidad, con un grado de desarrollo medio-alto, buena permeabilidad y mediocre capacidad de retención de agua, y condiciones oligotróficas.

b.2) Rodales con suelos de naturaleza calcosilíceas (presencia de carbonatos totales y activos) bastante descarboxatados, y de reacción que va de neutra a moderadamente básica (“Peñalen

V" en Guadalajara y "Castell de Cabres" en Castellón). Suelos de carácter eútrico, tienen un escaso grado de desarrollo (carácter léptico), con buena permeabilidad pero mediocre capacidad de retención de agua.

c) Rodales selectos de condiciones microtérmicas (ETP entre 530 mm y 570 mm) sin período de aridez patente, inferior a 1 mes según criterio de Gaussen ("Puebla de Lillo" en León, "Ortigosa" en La Rioja, "Covalada VIII" en Soria, "Quintanar de la Sierra IV" en Burgos y "Guadalaviar" en Teruel). De clima frío, veranos tibios e inviernos muy fríos (continentalidad), y húmedo, estos rodales se localizan en el piso montano de la región eurosiberiana (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987). A excepción del rodal turolense, los suelos están totalmente descarboxatados y son de reacción ácida (moderada o fuerte), bastante pedregosos, con buena permeabilidad y deficiente capacidad de retención de agua. Sin embargo, el rodal de "Guadalaviar" presenta un suelo con notable presencia de carbonatos (tanto totales como activos, con contenidos superiores al 30 %), de reacción moderadamente básica, lo cual define un marcado carácter eutrófico.

d) Rodales selectos de condiciones microtérmicas (ETP entre 530 mm y 570 mm) con período de aridez (según criterio de Gaussen) de entre uno y dos meses. Con una precipitación en verano que no supera los 140 mm, tienen veranos tibios e inviernos muy fríos, quedando incluidos en los pisos montano de la región eurosiberiana y supramediterráneo de la región mediterránea (RIVAS-MARTÍNEZ, 1983). De acuerdo con su estado edáfico, es posible diferenciar:

d.a) Rodales con suelos de naturaleza predominantemente silíceas, totalmente descarboxatados y de reacción moderadamente o fuertemente ácida ("La Granja V" y "Navafría VI" en Segovia, "La Sierra III" en Cuenca y "Orihuela del Tremedal III" y "Bronchales II" en Teruel). Son suelos evolucionados, de pedregosidad variable y aceptable permeabilidad, y de naturaleza oligotrófica.

d.b) Rodales con suelos de naturaleza calcosilíceas (presencia de carbonatos totales y activos) bastante descarboxatados, y de reacción no ácida ("Veguillas del Tajo II" en Cuenca y "Puebla de San Miguel" en Valencia). Suelos de evolución media, con texturas desequilibradas finas y carácter eutrófico manifiesto.

La ubicación de todo este conjunto de rodales de pino silvestre caracterizado dentro del espectro autoecológico paramétrico para él definido en la península Ibérica (GANDULLO y SÁNCHEZ PALOMARES, 1994) queda mayoritariamente incluida en las condiciones de hábitat central. No obstante, y al igual de lo que ocurriría para el haya, es posible identificar ciertas condiciones de marginalidad ecológica:

- ✓ Reducidas precipitaciones en otoño (PO), invierno (PI) y anual (PT), superávits (SUP), índice hídrico (IH) y drenaje del suelo (DRJ): Rodal de "Monteagudo del Castillo" (Teruel).
- ✓ Elevadas precipitaciones en primavera (PP) y anual (PT), índice hídrico (IH) y drenaje del suelo (DRJ): Rodal de "Puebla de Lillo" (León)
- ✓ Reducida precipitación en otoño (PO): Rodales de "Puebla de San Miguel" (Valencia) y "Bronchales" (Teruel).
- ✓ Elevada Temperatura media del mes más frío (TMF) y/o reducida oscilación media anual de la temperatura (OSCM): Rodales de "A Fonsagrada I" (Lugo), "Bande" (Orense), "Castell de Cabres" (Castellón) y "Medina de Pomar" (Burgos).
- ✓ Elevado contenido en tierra fina (TF, baja pedregosidad): Rodales de "Quintanar de la Sierra VI" (Burgos), "Medina de Pomar" (Burgos), "Huesas del Vasallo II" (Cuenca) y "Albarracín" (Teruel).
- ✓ Texturas más gruesas (mayor presencia de arenas -ARE- y menor de limos -LIM- y arcillas -ARC-) y reducida capacidad de retención de agua (CRA): Rodal de "Puebla de Lillo" (León).
- ✓ Elevada reacción del suelo (PHA; pH básicos): "Peñalen V" (Guadalajara) y "Puebla de San Miguel" (Valencia).

6. Conclusiones

En el total de los 54 rodales selectos inventariados, los aspectos más reseñables del medio físico son los que a continuación se relacionan.

- Para *Abies alba* y *Pinus uncinata*, las condiciones climáticas de sus respectivos rodales son muy similares, íntimamente asociadas al rango altitudinal en el que se localizan: ámbitos microtérminos y húmedos. Desde un punto de vista edáfico, son marcadamente oligotróficos, fuertemente ácidos y de naturaleza silíceo, a excepción del rodal leridano de “Montellá-Martinet” donde el pino negro vegeta sobre un suelo de reacción moderadamente básica, con presencia de carbonatos (carácter eutrófico).
- La condición recurrente de los rodales de *Fagus sylvatica* es la ausencia de periodo patente de aridez estival (salvo el rodal alavés de “Erramuza” que tiene una aridez muy ligera de en torno a medio mes). Bajo un clima predominantemente mesotérmico y húmedo se desarrollan suelos totalmente descarboxatados (solo el rodal cántabro de Saja muestra un ligero contenido en carbonatos totales) y de reacción ácida (de moderadamente ácida a muy fuertemente ácida), lo que indica una fuerte condición oligotrófica.
- Son los rodales de *Pinus sylvestris* los que muestran condiciones climáticas más heterogéneas, fiel reflejo del extenso ámbito superficial por el que se reparten en la península Ibérica. Algo más de un tercio de ellos (13 rodales) no presenta periodo de aridez definido, mientras que en los restantes, la influencia mediterránea es manifiesta (periodo de aridez, según criterio de Gaussen superior a un mes).
- Desde un punto de vista edáfico, también los rodales de pino silvestre presentan una mayor diversidad de condiciones. Mayoritariamente, son de carácter oligotrófico más o menos marcado (de moderados a extremadamente ácidos y de naturaleza química silíceo, con ausencia de carbonatos tanto totales como activos). Sin embargo, también aparecen suelos de naturaleza claramente eutrófica, de reacción básica y más o menos descarboxatados: rodales de “Guadalaviar” (Teruel), “Moneteagudo del Castillo I” (Teruel) y “Vistabella de Maestrazgo” (Castellón), que no presentan aridez estival manifiesta, y de “Peñalen V” (Guadalajara), “Puebla de San Miguel” (Valencia) y “Castell de Cabres” (Castellón), que muestran periodo de aridez patente. Dada su singularidad, este conjunto de 6 rodales constituye un grupo de “ecotipos” de especial valor ecológico.

La ejecución del proyecto ha posibilitado disponer de conocimientos robustos, fundamentados y de marcado carácter aplicado sobre el medio físico de los rodales selectos de las especies forestales de montaña incluidos en el Catálogo Nacional de Materiales Base. Aquellos agentes públicos o privados interesados en acometer tareas de repoblación podrán, a partir de la base de datos generada, evaluar el grado de homologación ecológica de su localización de interés, no sólo con la región de procedencia de semilla más adecuada, sino con el/los rodal/es selecto/s que mejor se adapta/n a sus condiciones actuales. A su vez, la información obtenida ha permitido ampliar la base de datos general que sobre la autoecología de las principales especies forestales españolas se viene desarrollando desde mediado del siglo XX.

7. Agradecimientos

El equipo de trabajo de ECOGESFOR quiere agradecer a la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal y a la Oficina Española de Cambio Climático el apoyo a la iniciativa, y a la Fundación Biodiversidad el soporte económico para la realización del proyecto. También quiere mostrar su agradecimiento a los diferentes servicios forestales de las respectivas Comunidades

Autónomas con rodales selectos incluidos en el proyecto, por las facilidades prestadas y a Sergio González Ávila, Alfredo Fernández Esteban y Ángel Sanz Izquierdo por la útil labor de apoyo prestada en campo y gabinete.

8. Bibliografía

AEMET, 2011. Atlas Climático Ibérico. Agencia Estatal de Meteorología. Madrid

ALLUÉ ANDRADE J.L., 1990. *Atlas fitoclimático de España*. INIA. MAPA. Madrid.

FAO-UNESCO; 2006. World Reference Base for Soil Resources 2006. 2nd. edition. World Soil Resources Reports nº 103. FAO. Rome.

GANDULLO J.M., 1994. Climatología y Ciencia del Suelo. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I. de Montes. Madrid.

GANDULLO, J.M.; BLANCO ANDRAY, A.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; RUBIO SÁNCHEZ, A.; ELENA ROSELLÓ, R.; GÓMEZ SANZ, V.; 2004. Las estaciones ecológicas de los hayedos españoles. Monografías INIA: Serie Forestal, nº 8. INIA. Ministerio de Educación y Ciencia. 299 pp. Madrid.

GANDULLO, J.M.; SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1994. Estaciones ecológicas de los pinares españoles. ICONA. Madrid. 188 pp.

MAGRAMA; 2012. Informe anual de situación del Registro y Catálogo Nacional de Materiales de Base. Servicio de Recursos Genéticos Forestales. DG de Desarrollo Rural y Política Forestal. http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos_geneticos/Informe_anual_RNMB_2012_tcm7-284600.pdf. [Febrero 2014]

MIMAM; 2011. Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. BOE nº 236, de 30 de septiembre de 2011: 103071-103280

RIVAS MARTINEZ, S.; 1987. Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. ICONA. MAPA. Madrid.

RUSSELL, J.S., MOORE A.W.; 1968. Comparison of different depth weightings in the numerical analysis of anisotropic soil profile data. Proc. 9th. Int. C. Soil Sci., 4: 205-213.

SÁNCHEZ PALOMARES, O.; BLANCO, A.; 1985. Un modelo de estimación del equivalente de humedad de los suelos. Montes, 4: 26-30.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.; 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balances. Climatol. 10(3): 185-311. Elmer .

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R.; 1955. The water balance. Climatology, 8: 1-104.

THORNTHWAITE, C.W.; 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev., 38: 55-94.

USDA; 1975. Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Handbook nº 436. Soil Conservation Service, Soil survey staff, U.S. Department of Agriculture, Washintong, DC.

WALKLEY, A.; 1946. A critical examination of a rapid method of determining organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci., 63: 251-263.

WALTER, H.; LIETH, H.; 1960. Klimadiagramm Wetatlas. Veb. Gustav Fischer. Jena.