

# UTILIZACIÓN DEL MAPA FORESTAL DE ESPAÑA PARA EL ESTUDIO DEL HÁBITAT CLIMÁTICO DE FRONDOSAS ACOMPAÑANTES EN CASTILLA Y LEÓN.

Raúl Llorente Carnicero (1)

Oscar Cisneros González (1)

Otilio Sánchez Palomares (2)

(1) Centro de Investigación y Experiencias Forestales Valonsadero. Junta de Castilla y León.

Apdo. nº 175. 42080. Soria. Email: [cisgonos@jcyl.es](mailto:cisgonos@jcyl.es)

(2) CIFOR-INIA. Apdo. 8111 Madrid. Email: [otilio@inia.es](mailto:otilio@inia.es)

Mesa Temática: Mesa 1. Caracterización, dinámica y biodiversidad de los ecosistemas forestales.

## RESUMEN

La aplicación de sistemas de información geográfica al estudio de la autoecología de especies permite sintetizar los valores de numerosos parámetros ecológicos de interés, en particular climáticos. Como herramienta básica del estudio de frondosas acompañantes se plantea la utilización del Mapa Forestal de España (MFE). El Inventario Forestal Nacional no llega a distinguir algunas especies, y no tiene la resolución adecuada para detectar la presencia de especies que no forman masas de importancia. Para 13 especies se ha obtenido su distribución como presencia en cualquiera de los campos de la base alfanumérica asociada al MFE. La modelización termopluviométrica asociada a un modelo digital del terreno permite obtener los datos a partir de los que se elaboran distintos parámetros climáticos. Para cada parámetro y especie se presentan los valores mínimos y máximos, junto con los límites del intervalo que enmarca al sector situado entre el 10 y el 90 % de los valores. Este sector central engloba al 80% de los datos obtenidos y determina el hábitat climático central. Los valores situados entre estos umbrales y los límites inferior y superior determinan el hábitat marginal.

Palabras clave: Autoecología, Mapa Forestal de España, Frondosas.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de los sistemas de información geográfica (SIG) en la gestión forestal se ha generalizado en los últimos años. La popularización de estos sistemas permite abarcar trabajos de planificación a gran escala mediante el manejo conjunto de múltiples variables en forma de capas temáticas. Estas características son muy adecuadas para el empleo en el estudio de autoecología de especies, en particular en relación con la predicción del hábitat (AUSTIN y MEYERS, 1996; GUISSAN y ZIMMERMANN, 2000; MARTÍNEZ, 2002), predicción de calidad de estación (BATEMAN y LOVETT, 1998; TYLER et al., 1995) y en la caracterización ecológica de estaciones (ZIMMERMANN y ROBERTS, 2001).

En España se ha empleado SIG en la investigación sobre autoecología paramétrica de especies forestales. En esta línea, y bajo una metodología común, se han estudiado distintas especies desde el año 1967 (para una revisión completa ver SÁNCHEZ, 2001). Los modelos digitales se han incorporado recientemente para elaborar la cartografía digital de potencialidad fisiográfica y climática (SÁNCHEZ et al. 2001; ALONSO y SÁNCHEZ, 2001). En cuanto a los modelos edáficos, no existe cartografía temática con resolución adecuada para ser empleada a escala regional.

La base al evaluar la capacidad de un territorio para sustentar a una especie es el estudio de su distribución actual. Este tipo de estudios se denominan estáticos, frente a la creación de modelos dinámicos que se derivan del conocimiento de las complicadas relaciones entre ecología y fisiología. Este tipo de información no existe para la mayor parte de las especies forestales, por lo que habitualmente es necesario recurrir a los modelos estáticos (GUISSAN y ZIMMERMANN, 2000).

La fase de muestreo de la distribución actual de la especie puede abordarse por muestreo aleatorio, sistemático o estratificado. El muestreo aleatorio se ha empleado al trabajar con catálogos de datos ya existentes, como herbarios, estudios de vegetación, recopilaciones de citas, etc, complementados con parcelas realizadas ex profeso para muestrear estaciones escasamente representadas en los datos bibliográficos (YEE y MITCHELL, 1991; AUSTIN y MEYERS, 1996). Los muestreos sistemáticos son muy adecuados cuando se dispone de información procedente de inventarios regionales o

nacionales (BATEMAN Y LOVETT, 1998). Se han empleado con relativa frecuencia en el estudio de la relación entre crecimiento y variables ecológicas (MONSERUD Y STERBA, 1996; TRASOBARES et al., 2004).

En los distintos estudios de autoecología de especies forestales en España se ha empleado el muestreo estratificado (BLANCO et al., 1989; RUBIO, 1993). Aunque en los primeros trabajos se estratificaba el territorio para cada especie, en lo últimos se emplean como estratos las clases territoriales resultantes de la clasificación biogeoclimática (ELENA, 1997). Otra diferencia es que en los estudios más recientes, la información obtenida por el muestreo estratificado se complementa con la extraída del Inventario Forestal Nacional según el siguiente esquema (figura 1; SÁNCHEZ, 2001).

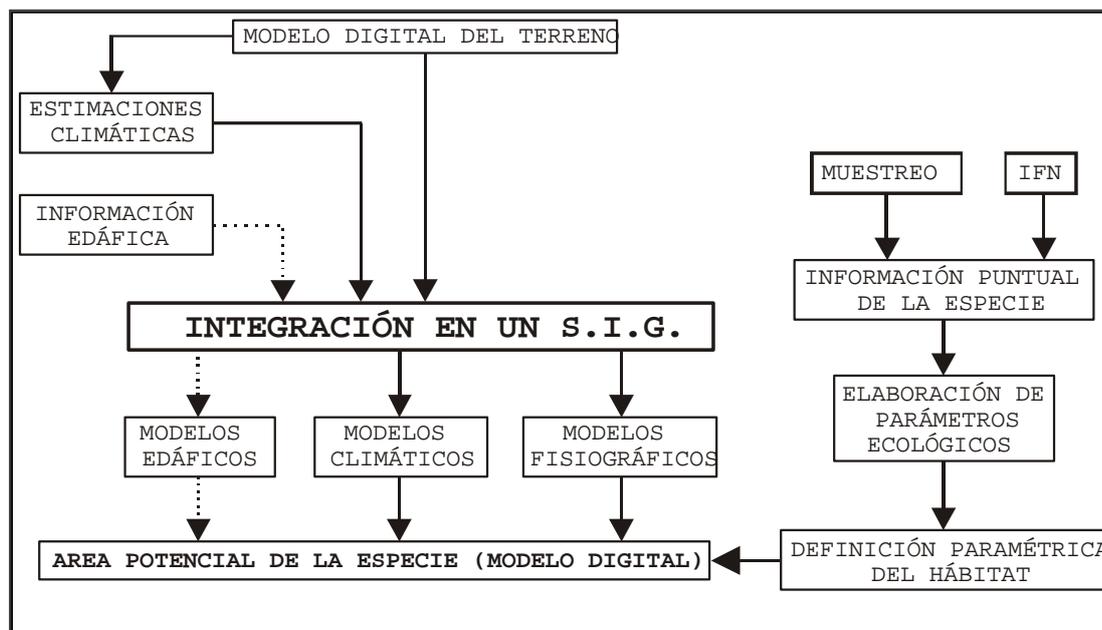


Figura 1. Esquema general de los estudios de autoecología de especies forestales realizados en España (SÁNCHEZ, 2001). Los estudios de autoecología realizados con esta metodología analizan exclusivamente estaciones en las que la especie está presente, es decir, no se considera que la ausencia sea un dato. Esta apreciación coincide con la expuesta por (LEGENDRE Y LEGENDRE, 1998). Hay que señalar que aunque el estudio de datos del tipo ausencia/presencia es muy habitual en la bibliografía (OLANO Y PERALTA, 2001), presenta el inconveniente de analizar un excesivo número de ausencias si el rango del estudio es mayor al nicho ecológico de la especie (AUSTIN Y MEYERS, 1996). Por otra parte, el principal inconveniente del análisis exclusivo de presencias es que limita el nicho de la especie al ocupado en la actualidad. Entre ambos métodos el segundo aporta la información más conservadora, y puesto que el objetivo principal de estos trabajos es asegurar el éxito en la reforestación, parece más adecuado emplear el método más restrictivo.

El principal escollo que aparece al estudiar la autoecología de especies acompañantes (también denominadas secundarias o de distribución dispersa) es la falta de mapas de distribución. El Inventario Forestal Nacional (MMA, 1998) ofrece información sobre la distribución de las especies mediante la inventariación periódica de una malla de 1 km<sup>2</sup>, sin embargo esta resolución no es suficiente para situar con fiabilidad a especies que aparecen de forma heterogénea en los montes. Otro inconveniente es que en algunos géneros no se distingue la especie. Así el cerezo aparece bajo el epígrafe *Prunus sp.*, los arces como *Acer sp.*, los serbales como *Sorbus sp.* o los fresnos como *Fraxinus sp.* La otra fuente de información temática forestal a escala nacional es el Mapa Forestal de España (RUÍZ, 1990), -en adelante MFE2-. A partir de esta información se aborda en este trabajo el estudio del rango climático de 13 especies de frondosas en Castilla y León.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Especies

Se han elegido 13 especies, con el criterio de que se puedan emplear para la producción de madera de calidad en turno medio, y de que estén presentes en un mínimo de 30 teselas en la región. Para las

especies abedul y peral se han integrado varios códigos del mapa forestal, incluyendo los correspondientes a *Betula* sp. y *Pyrus* sp. debido a la posibilidad de confusión entre especies y a la escasa representación de *Betula pendula* Roth frente a *Betula alba* L. Las especies se resumen en la tabla 1.

<b>Tabla 1. Codificación de las especies empleadas en el trabajo</b>		
<b>Denominación</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Código en el MFE2</b>
Abedul	<i>Betula alba</i> L. y <i>Betula pendula</i> Roth	2164, 37, 40
Aliso	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	54
Almez	<i>Celtis australis</i> L.	13
Arce	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	30
Arce moscón	<i>Acer campestre</i> L.	19
Cerezo	<i>Prunus avium</i> L.	104
Fresno de montaña	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	63
Fresno	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	66
Mostajo	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	126
Nogal	<i>Juglans regia</i> L.	75
Peral	<i>Pyrus communis</i> L. <i>Pyrus cordata</i> Desv., <i>Pyrus bourgaeana</i> Decae.	8229, 8231, 8234, 8233
Serbal común	<i>Sorbus domestica</i> L.	131
Serbal de cazadores	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	141

#### *Mapas de distribución*

Mediante una consulta a la base de datos asociada a este mapa (BDN, 1999) se ha obtenido el conjunto de teselas de vegetación situadas en Castilla y León con presencia de las 13 especies. El mapa forestal que se ha utilizado en este estudio es la versión digital que ha realizado el Banco de Datos de la Naturaleza del MFE2 a escala 1:200.000 (MFE200), dirigido por D. Juan Ruiz de la Torre.

El material de partida para la realización del MFE200 son las fotografías aéreas fotointerpretadas por los equipos de campo del MFE200, y las fichas de campo. Los diferentes polígonos fotointerpretados se transfieren al Mapa Topográfico Nacional (MTN) escala 1:50.000 correspondiente. El área de distribución natural de cada especie estará formado por todas aquellas teselas en las que se cite la especie en cuestión para cualquiera de los siguientes campos incluidos en la base de datos asociada: Rótulo: Se consideran cuatro posibles formaciones dominantes, en cada una está la composición, distribución y modo de presencia de la cubierta vegetal.

Subpiso: Se mencionan las tres especies más representativas del subpiso de las cubiertas arbóreas o arbustivas.

Cortejo: Indica tres especies del cortejo florístico o las especies que componen las cubiertas mixtas que caracterizan la tesela.

Otras-ssp: Indica tres especies que, aún no siendo abundantes, su presencia tiene el interés suficiente que justifica su mención (especies arbóreas o arbustivas, indicadoras climáticas o edáficas, etc...).

Inclusiones: Se indica tres especies que se refieren a enclaves no representables a esta escala y por eso no están incluidos en la definición de la tesela.

Galería: Se indican tres especies o agrupaciones presentes en galerías, vaguadas y barrancos que no son representables a esta escala.

Notables: Se reseña la presencia de estas especies, aún siendo escasa, su existencia debe indicarse por significativa.

#### *Parámetros climáticos*

Se han calculado las capas temáticas en formato raster de resolución 500 m correspondientes a los parámetros seleccionados. Los modelos de precipitación mensual se han obtenido interpolando para cada celda de 1 km los datos medios de los últimos 30 años procedentes de las estaciones situadas en un radio de 25 km mediante el inverso de la distancia ponderada. Posteriormente se ha remuestreado esta información para una resolución de 500 m. Los modelos de temperatura (media mensual, media

de las mínimas del mes más frío y media de las máximas del mes más cálido) se han obtenido mediante los modelos termoplumiométricos desarrollados por Sánchez et al. (1999), en formato raster de resolución 500 m. El resto de parámetros se ha calculado a partir de estas mallas de precipitación y temperatura. Se ha empleado el SIG ArcView 3.2 con el módulo Spatial Analyst © y la base de datos Access ©.

El conjunto de parámetros (mallas) calculados son: PA (precipitación anual), precipitaciones estacionales (PI, PP, PV y PO, precipitaciones en los meses de invierno, primavera, verano y otoño respectivamente), TM (temperatura media), TMC (temperatura media de las máximas del mes más cálido), TMF (temperatura media de las mínimas del mes más frío), OSC (oscilación térmica, diferencia entre la temperatura media de las máximas del mes más cálido y la media de las mínimas del mes más frío), ETP (suma de las evapotranspiraciones mensuales calculadas según el método de THORNWAITE y MATHER, (1957) , SUP (suma de superávit, diferencias positivas entre precipitación y la ETP mensuales), DEF (suma de déficits, diferencia negativas entre precipitación y ETP mensuales), IH (índice hídrico, THORNWAITE y MATHER, 1955), DSQ (duración de la sequía, número de meses en los que la precipitación es inferior al doble de la temperatura, según el criterio de Gaussen (1954) e ISQ (intensidad de la sequía, cociente entre el área seca y el área húmeda de los diagramas bioclimáticos de WALTER y LIETH (1960). Todas las citas en Gandullo (1994).

**Tabla 2. Formulación y unidades de los parámetros climáticos**

Parámetro	Obtención	Unidades
PA (precipitación anual)	Interpolación de los datos procedentes de las estaciones situadas en un radio de 25 km mediante el inverso de la distancia ponderada, a partir del MDT	Milímetros
PI, PP, PV, PO (precipitación estacional)		Milímetros
TM (temperatura media anual)	Regresión lineal dependiente de las coordenadas, altitud y cuenca hidrográfica	°C
TMC (media de las máximas del mes más cálido)		°C
TMF (media de las mínimas del mes más frío)		°C
OSC (oscilación térmica)	Diferencia entre TMC y TMF	°C
ETP (evapotranspiración anual)	$\Sigma^{12}[16 f_j (10 T_j/D)^a]$	Milímetros > 1140 megatérmico 570 a 1140 mesotérmico 285 a 570 microtérmico 142,5 a 285 de tundra < 142,5 glacial
SUP (suma de superávits)	$\Sigma^{12}[P_j - ETP_j]$ , si $P_j > ETP_j$	Milímetros
DEF (suma de déficits)	$\Sigma^{12}[ETP_j - P_j]$ , si $ETP_j > P_j$	Milímetros
IH (índice hídrico)	$(100 \text{ SUP} - 60 \text{ DEF})/ETP$	> 100 perhúmedo 20 a 100 húmedo 0 a 20 subhúmedo -20 a 0 semiseco -40 a -20 semiárido -60 a -40 árido
DSQ (duración de la sequía)	número de meses en los que la precipitación es inferior al doble de la temperatura	Meses
ISQ (intensidad de la sequía)	cociente entre el área seca y el área húmeda de los diagramas bioclimáticos de Walter.	Adimensional
<p><math>f_j</math>: duración media de la luz solar por comparación a un mes de 30 días y 12 horas de luz.</p> <p>I: índice de calor anual = <math>\Sigma (t/5)^{1,514}</math></p>		

$$\alpha: 0,000000675 I^3 - 0,0000771 I^2 + 0,01792 I + 0,49239$$

H: precipitación de la estación más lluviosa

h: precipitación de la estación más seca

Mv: media de las máximas estivales, obtenidas mediante regresión lineal con las temperaturas medias mensuales calculadas según (Sánchez et al., 1999).

### *Asignación de los parámetros a las teselas*

No es posible conocer la situación de la especie dentro de la tesela, por tanto se opta por asignar a cada tesela el promedio de las celdas a las que la tesela solapa, para cada uno de los parámetros.

### *Definición de hábitats*

Según la metodología elaborada por Gandullo et al. (1974) y que posteriormente ha sido empleada en otras especies (ver Sánchez, 2001) para una revisión completa), se define el hábitat central para un determinado parámetro como el que definido entre los percentiles 10 y 90 % de la distribución obtenida en el muestreo. Por lo tanto es el conjunto de valores que incluye al 80% de los valores centrales de la distribución. El hábitat marginal inferior está comprendido entre el valor inferior absoluto del parámetro y el percentil 10%, y análogamente el hábitat marginal superior incluye los valores comprendidos entre el percentil 90% y el valor superior absoluto.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En las siguientes tablas se resumen los datos obtenidos.

**Tabla 3. Aproximación al hábitat climático del abedul en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	493	790	1123	1431	1753
PI	120	272	401	552	651
PP	142	197	281	356	425
PV	72	98	129	152	214
PO	119	210	311	403	527
TM	4,4	6,1	7,8	9,7	12,2
TMC	16,5	20	23	26,2	30,4
TMF	-5,3	-4,6	-3,2	-1,2	0,7
OSC	20,3	23,2	26,3	29,3	31
ETP	405	505	562	626	706
SUP	138	428	732	1015	1269
DEF	85	126	172	232	343
IH	-6,6	50,2	113,9	168	228,4
DSQ	0,00	0,00	0,51	1,6	2,92
ISQ	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15

**Tabla 4. Aproximación al hábitat climático del aliso en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	394	548	894	1242	1753
PI	113	176	332	492	698
PP	108	144	221	298	437
PV	53	69	94	126	214
PO	104	144	246	351	527
TM	6,3	8,7	10,9	13,7	15,8
TMC	19,3	23,6	27,7	32,4	36,0
TMF	-4,3	-2,8	-0,9	1,1	2,2
OSC	22,2	25,0	28,6	31,3	34,1
ETP	511	593	664	762	850
SUP	100	186	510	817	1268
DEF	82	187	281	386	451
IH	-20,5	-3,1	53,0	105,6	196,2
DSQ	0,00	0,69	1,97	3,04	3,63
ISQ	0,00	0,00	0,07	0,18	0,42

**Tabla 5. Aproximación al hábitat climático del almez en Castilla y León.**

Umbral

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	superior	Límite superior
PA	565	645	864	1236	1258
PI	182	232	339	513	522
PP	144	165	212	291	298
PV	59	62	76	88	140
PO	144	175	237	352	356
TM	8,8	12,2	13,5	15,6	15,8
TMC	25,6	29,7	32,0	35,7	36,0
TMF	-3,4	-0,3	0,7	1,8	2,0
OSC	25,4	29,7	31,4	33,8	34,1
ETP	599	703	756	841	850
SUP	198	279	475	814	832
DEF	181	321	367	431	449
IH	-5,9	6,3	33,1	72,9	84,3
DSQ	0,18	2,31	2,72	3,11	3,32
ISQ	0,00	0,07	0,12	0,19	0,24

**Tabla 6. Aproximación al hábitat climático del arce en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	512	650	993	1389	1704
PI	141	194	356	553	635
PP	153	175	253	344	405
PV	72	90	120	143	193
PO	124	147	265	386	510
TM	5,9	7,8	9,6	11,0	12,4
TMC	18,5	21,2	24,2	26,5	27,5
TMF	-4,4	-3,0	-1,0	0,5	2,1
OSC	20,3	22,9	25,3	28,2	29,9
ETP	496	563	620	661	699
SUP	170	273	579	946	1250
DEF	79	139	205	269	294
IH	1,2	20,9	75,3	147,8	206,4
DSQ	0,00	0,00	0,97	2,01	2,53
ISQ	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06

**Tabla 7. Aproximación al hábitat climático del arce moscón en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	492	642	777	975	1345
PI	118	191	240	299	447
PP	149	176	221	279	366
PV	81	110	125	141	157
PO	118	147	191	258	379
TM	5,6	8,5	9,5	10,3	12,9
TMC	21,2	22,8	25,0	27,2	29,7
TMF	-4,2	-3,3	-1,5	0,2	2,5
OSC	22,1	23,0	26,5	29,8	30,6
ETP	473	587	617	642	707
SUP	136	260	377	531	904
DEF	139	186	216	250	328
IH	-5,5	16,8	40,4	64,0	146,3
DSQ	0,00	0,00	0,78	1,73	2,67
ISQ	0,00	0,00	0,01	0,01	0,12

**Tabla 8. Aproximación al hábitat climático del cerezo en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	437	709	968	1274	1477
PI	117	219	334	452	604
PP	115	185	252	333	386
PV	63	84	118	144	172
PO	110	179	263	361	412
TM	6,2	7,5	9,7	11,9	14,7

TMC	20,0	23,1	25,8	29,5	33,6
TMF	-4,7	-4,1	-1,8	0,4	3,0
OSC	21,1	23,5	27,7	30,5	32,0
ETP	512	560	624	695	794
SUP	134	321	562	851	1041
DEF	116	150	218	310	408
IH	-15,5	23,7	71,3	133,1	182,1
DSQ	0,00	0,00	0,89	2,30	3,49
ISQ	0,00	0,00	0,02	0,07	0,33

**Tabla 9. Aproximación al hábitat climático del fresno de montaña en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	432	732	1015	1281	1527
PI	134	227	347	464	604
PP	117	189	264	335	414
PV	61	104	129	148	206
PO	116	182	275	363	427
TM	6,0	7,2	8,9	10,7	13,0
TMC	17,5	22,0	24,4	26,6	29,7
TMF	-4,7	-4,1	-2,2	0,1	2,8
OSC	20,3	23,2	26,7	29,6	30,8
ETP	503	546	601	651	711
SUP	129	340	603	860	1087
DEF	74	141	189	251	384
IH	-14,7	31,0	83,4	135,6	172,4
DSQ	0,00	0,00	0,52	1,75	3,34
ISQ	0,00	0,00	0,00	0,02	0,31

**Tabla 10. Aproximación al hábitat climático del fresno en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	366	469	687	980	1663
PI	104	138	237	383	604
PP	100	131	183	245	437
PV	53	66	83	111	154
PO	81	121	184	266	515
TM	5,1	9,6	11,4	13,4	15,8
TMC	20,3	26,8	29,2	31,6	36,0
TMF	-4,7	-2,5	-0,9	1,1	2,0
OSC	23,7	29,0	30,2	31,2	34,1
ETP	451	622	682	748	850
SUP	94	138	326	580	1232
DEF	165	248	321	384	468
IH	-22,9	-9,9	19,5	53,9	173,2
DSQ	0,00	1,71	2,52	3,14	3,85
ISQ	0,00	0,02	0,11	0,22	0,50

**Tabla 11. Aproximación al hábitat climático del mostajo en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	471	729	1051	1335	1704
PI	113	226	348	455	635
PP	132	197	282	357	425
PV	77	115	135	155	206
PO	115	175	286	382	510
TM	45,8	65,0	79,6	95,9	128,0
TMC	17,1	20,9	23,5	25,7	29,6
TMF	-5,3	-4,5	-3,0	-0,5	2,6
OSC	201,5	223,0	266,5	290,2	307,0
ETP	405	521	571	619	705
SUP	126	356	652	915	1250
DEF	79	133	172	226	351

IH	-10,7	37,9	98,2	152,9	244,1
DSQ	0,00	0,38	0,98	1,53	2,44
ISQ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19

**Tabla 12. Aproximación al hábitat climático del nogal en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	384	461	694	989	1438
PI	97	135	232	363	587
PP	109	121	183	252	338
PV	54	72	95	128	154
PO	89	121	185	264	387
TM	7,8	9,1	10,7	12,0	14,0
TMC	22,5	24,6	27,6	29,8	32,2
TMF	-4,0	-2,6	-1,2	0,5	1,7
OSC	22,6	25,4	28,9	30,6	30,9
ETP	570	605	657	697	764
SUP	80	127	325	576	976
DEF	140	204	287	359	388
IH	-22,1	-11,9	24,1	65,1	134,4
DSQ	0,00	0,12	2,05	3,01	3,59
ISQ	0,00	0,00	0,08	0,20	0,34

**Tabla 13. Aproximación al hábitat climático del peral en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	445	465	568	633	893
PI	140	143	188	222	319
PP	115	121	152	164	240
PV	62	63	71	74	108
PO	125	131	158	178	252
TM	9,1	11,1	11,7	13,1	13,2
TMC	24,8	28,8	29,7	31,3	31,5
TMF	-3,2	-1,4	-0,8	0,1	0,3
OSC	26,6	30,3	30,6	31,2	31,2
ETP	603	670	691	734	739
SUP	136	149	224	275	535
DEF	228	342	346	368	377
IH	-12,8	-9,8	2,6	7,9	64,2
DSQ	1,43	2,79	2,95	3,18	3,39
ISQ	0,00	0,11	0,17	0,23	0,26

**Tabla 14. Aproximación al hábitat climático del serbal común en Castilla y León.**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	406	458	517	572	762
PI	83	121	141	157	237
PP	126	129	152	173	217
PV	81	84	98	114	128
PO	102	113	126	137	188
TM	8,6	9,3	10,5	11,2	11,6
TMC	22,9	25,8	27,5	29,0	29,2
TMF	-3,0	-2,4	-1,4	0,2	0,5
OSC	23,1	25,3	29,0	30,4	30,5
ETP	590	612	649	673	684
SUP	67	123	163	201	358
DEF	208	263	295	334	344
IH	-20,2	-11,6	-1,9	6,5	37,8
DSQ	0,02	1,89	2,32	2,85	3,04
ISQ	0,00	0,01	0,09	0,18	0,22

**Tabla 15. Aproximación al hábitat climático del serbal de cazadores en Castilla y León.**

Umbral

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	superior	Límite superior
PA	397	787	1095	1394	1704
PI	108	253	379	499	635
PP	114	198	283	353	425
PV	66	89	129	155	193
PO	95	197	303	399	510
TM	3,3	6,2	7,6	9,2	15,3
TMC	17,6	19,8	23,0	25,5	35,2
TMF	-6,3	-4,6	-3,2	-1,1	1,6
OSC	20,2	22,9	26,3	28,9	33,6
ETP	324	505	557	609	827
SUP	100	419	711	982	1250
DEF	79	126	173	239	399
IH	-18,2	51,2	110,7	164,3	228,4
DSQ	0,00	0,00	0,47	1,76	3,36
ISQ	0,00	0,00	0,01	0,02	0,27

Los datos sobre el hábitat de las distintas especies proporcionan un rango ecológico en el que la plantación se puede abordar con seguridad, si bien sólo se cuenta con la información climática. Hay que recordar que el análisis de la fisiografía y el suelo matizan los rangos anteriores.

La caracterización del hábitat corresponde a las teselas en que aparece la especie, no a localizaciones puntuales, por lo tanto **se recomienda emplear como rango adecuado para la plantación únicamente los valores incluidos en el rango central**, ya que los límites inferior y superior son más amplios que los de la especie. Esta reflexión se apoya en la comparación con el hábitat climático obtenido del estudio de autoecología de la especie en Castilla y León (CISNEROS, 2004) (tabla 16). Se puede observar que los límites inferior y superior difieren de los obtenidos en este trabajo, sin embargo los umbrales inferior y superior y el valor medio son muy similares.

**Tabla. 16. Hábitat climático del cerezo de monte en Castilla y León (entre paréntesis la diferencia en porcentaje con los valores obtenidos en este trabajo)**

PAR	Límite inferior	Umbral inferior	Valor medio	Umbral superior	Límite superior
PA	573 (31.1)	692 (-2.4)	966 (-0.2)	1375 (7.9)	1474 (-0.2)
PI	149 (27.4)	191 (-12.8)	326 (-2.4)	483 (6.9)	579 (-4.1)
PP	162 (40.9)	195 (5.4)	256 (1.6)	344 (3.3)	419 (8.5)
PV	72 (14.3)	84 (0)	124 (5.1)	144 (0)	211 (22.7)
PO	141 (28.2)	165 (-7.8)	261 (-0.8)	385 (6.6)	425 (3.2)
TM	7 (12.9)	8 (6.7)	9.6 (-1)	11.9 (0)	13.6 (-7.5)
TMC	22.5 (12.5)	23.8 (3)	25.8 (0)	27.3 (-7.5)	31.3 (-6.8)
TMF	-4.4 (-6.4)	-3.8 (-7.3)	-1.8 (0)	0.6 (50)	1.9 (-36.7)
OSC	23.2 (10)	24.3 (3.4)	27.6 (-0.4)	29.4 (-3.6)	29.9 (-6.6)
ETP	539 (5.3)	573 (2.3)	618 (-1)	686 (-1.3)	747 (-5.9)
SUP	201 (50)	295 (-8.1)	560 (-0.4)	910 (6.9)	1020 (-2)
DEF	90 (-22.4)	154 (2.7)	212 (-2.8)	275 (-11.3)	336 (-17.6)
IH	9.2 (-159.4)	26.3 (11)	70.4 (-1.3)	137.1 (3)	156.5 (-14.1)
DSQ	0 (0)	0 (0)	0.84 (-5.6)	2.11 (-8.3)	2.37 (-32.1)
ISQ	0 (0)	0 (0)	0.02 (0)	0.05 (-28.6)	0.08 (-75.8)

## BIBLIOGRAFÍA

- AUSTIN, M.P.; MEYERS, J.A. (1996). "Current approaches to modelling the environmental niche of eucalyps: implication for management of forest biodiversity." *Forest Ecology and Management* 85: 95-106.
- BATEMAN, I.J.; LOVETT, A.A. (1998). "Using geographical information systems (GIS) and large area databases to predict Yield Class: a study of Sitka spruce in Wales." *Forestry* 71(2): 147-168.
- BLANCO, A.; CASTROVIEJO, M.; FRAILE, J.L.; GANDULLO, J.M.; MUÑOZ, L.A.; SÁNCHEZ, O. (1989). *Estudio ecológico del pino canario*. Madrid.
- CISNEROS, O. (2004). *Autoecología del cerezo de monte (Prunus avium L.) en Castilla y León*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- ELENA, R.D. (1997). *Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- GUISSAN, A.; ZIMMERMANN, N.E. (2000). "Predictive habitat distribution models in ecology."

Ecological Modelling 135: 147-186.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. (1998). Numerical Ecology. Oxford, Inglaterra, Elsevier.

MARTÍNEZ, J. (2002). Modelización de la vegetación potencial en la cuenca alta del río Narcea (Asturias España). <http://www.etsimo.uniovi.es/~juantxo/Seminario/Seminario.html>

MMA (1998). Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

MONSERUD, R.A.; STERBA, H. (1996). "A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria." Forest Ecology and Management 80(1): 57-80.

OLANO, J.M.; PERALTA, J. (2001). Modelos predictivos de distribución de especies comunes en matorrales basófilos de Navarra: aplicación en distintos escenarios climáticos. Actas de la III reunión sobre el cambio climático y sus implicaciones en la gestión forestal, Soria.

RUBIO, A. (1993). Estudio ecológico de los castañares de Extremadura. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid.

RUIZ, J. (1990). Mapa Forestal de España. Memoria General. Madrid, ICONA.

SÁNCHEZ, O. (2001). Los estudios autoecológicos paramétricos de especies forestales. Modelos digitales. III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio, Granada.

SÁNCHEZ, O.; CARRETERO, M.P.; SARMIENTO, L.A. (2001). Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de los alcornoques catalanes (*Quercus suber* L.). III Congreso Forestal Español, Granada.

TRASOBARES, A.; PUKKALA, T.; MIINA, J. (2004). "Growth and yield model for uneven-aged mixtures of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arn. in Catalonia, north-east Spain." Annals of Forest Science 61(1): 9-24.

TYLER, A.; MACMILLAN, D.; DUTCH, J. (1995). "Predicting the yield of Douglas fir from site factors on better quality sites in Scotland." Ann Sci For 52: 619-634. Utah State University.

YEE, T.W.; MITCHELL, N.D. (1991). "Generalized additive models in plant ecology." Journal of Vegetation Science 2: 587-602.

ZIMMERMANN, N.E.; ROBERTS, D.W. (2001). Final report of the MLP climate and biophysical mapping project, Swiss Federal Research Institute