

## Hábitat climático de especies forestales ibéricas

Juan Antonio DE CARA GARCÍA

Técnico de Meteorología de AEMET (retirado)

*«Fui a los bosques porque quería vivir deliberadamente, afrontar solo los hechos esenciales de la vida, y ver si podía aprender lo que ella tenía que enseñar, y no, cuando me llegue la muerte, descubrir que no he vivido».*

Henry David Thoreau

(Walden, o la vida en los bosques; 1854).

### SÍNTESIS DEL CLIMA Y PAISAJE FORESTAL DE LA ESPAÑA PENINSULAR

La península ibérica es muy diversa en climas y paisajes. Las precipitaciones totales anuales, en general, disminuyen de norte a sur y de oeste a este. En la España peninsular, las más abundantes se registran en los montes próximos a las Rías Baixas y Costa da Morte, los de Articulza-Baztán y los altos de Asón-Miera. Las menores precipitaciones se producen en el sureste peninsular (con un mínimo en la zona del Cabo de Gata). Existen comarcas muy frías en invierno como: Sobrarbe-Ribagorza-Vall d'Aran-Cerdanya, la Montaña palentino-leonesa, la Tierra de Pinares soriano-burgalesa, el norte de Gredos, Sanabria o la Serranía de Cuenca. En algunas situaciones meteorológicas concretas se alcanzan temperaturas extremadamente bajas en el Alto Tajo, valle del Jiloca, Gúdar y Javalambre. Las temperaturas más altas en verano se encuentran en los fondos de los valles del Guadalquivir (sobre todo en la campiña de Córdoba y Sevilla), Guadiana, Tajo y Segura, también en algunas ocasiones en zonas de los valles medio-bajo del Júcar y del Ebro. En biología ambiental y ciencias forestales se usan habitualmente las clasificaciones fitoclimáticas de S. Rivas Martínez (1981, 1987) y J. L. Allué Andrade (1966, 1990), ambas con actualizaciones posteriores.

El paisaje es una manifestación del territorio (el pago o país: el terruño, la tierra, la terreta), un compendio de elementos-factores geomorfológicos, edáficos, climáticos, vegetales, faunísticos y en gran medida antrópicos. Los montes arbolados más o menos densos (bosques) o más o menos huecos (frecuentemente dehesas), el paisaje vegetal en general, dan información sobre el clima como factor ambiental, esta se manifiesta por la presencia de las distintas especies, su vitalidad y capacidad de regeneración, su productividad, su fenología y la calidad de sus productos. No obstante, hay que tener en cuenta que la vegetación también está influenciada por otros factores del medio físico que actúan directamente (el suelo y las condiciones hidrológicas) o indirectamente (la topografía y el sustrato geológico). El estudio de la climatología regional debe tener un fundamento estadístico y meteorológico pero además, una base geográfica y ecológica.

En la vegetación arbórea forestal ibérica se distinguen especies de frondosas planifolias (caducifolias, perennifolias y marcescentes<sup>1</sup>) y de coníferas. Son especialmente importantes en el paisaje forestal las especies del género *Pinus* (pinos) y las del género *Quercus* (roble, quejigo, encina, alcornoque y coscoja) pero también las de otros géneros como: *Juniperus* (sabinas y enebros), *Fagus* (haya), *Castanea* (castaño), *Betula* (abedules), *Fraxinus* (fresnos), *Corylus* (avellano), *Ulmus* (olmos), *Populus* (chopos/álamos), *Abies* (abeto y pinsapo) y en mucha menor medida *Tilia* (tilos), *Juglans* (nogal), *Olea* (acebuche u olivo silvestre), *Ceratonia* (algarrobo), *Taxus* (tejo), *Ilex* (acebo), *Alnus* (aliso), *Nerium* (adelfa), *Rhododendron* (rododendro), etc. Se añade al final del texto un anexo con los nombres científicos y vulgares más comunes (en castellano).

Las especies forestales planocaducifolias son de ambientes relativamente húmedos y «frescos», sin sequía estival o con terrenos secos solo un corto periodo de tiempo, mientras que las plano-perennifolias son de medios normalmente con periodo de sequía estival. Además, existen otras planifolias típicas de la transición de ambientes de fresco-húmedos a cálido-secos (normalmente asociados a zonas subatlánticas o submediterráneas), las marcescentes. Las especies de los sotos de ribera están demasiado condicionadas por la humedad edáfica y el nivel freático por lo que no son muy adecuadas como indicadores del clima (especialmente en cuanto a la fenología); es el caso de: sauces, chopos, aliso, adelfa y en muchas ocasiones fresnos y olmos.

En general y sintéticamente, se puede considerar un gradiente de preferencias de ambientes desde el psicrohigrófilo (frío-húmedo) al termoxerófilo (cálido-seco). Para el género *Quercus* sería: *Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. humilis*, *Q. pyrenaica*, *Q. faginea*, *Q. canariensis*, *Q. suber*, *Q. ilex* subsp. *ilex*, *Q. ilex* subsp. *ballota* y *Q. coccifera*. Para el género *Pinus*: *P. uncinata*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* y *P. halepensis*. Por ejemplo, como aproximación, se pueden considerar como especies de ambiente muy cálido-seco a algarrobo, coscoja y acebuche; frío-húmedo a abeto y haya; continental-frío submediterráneo a pino silvestre, roble melojo y quejigo; mediterráneo típico a encina, alcornoque y pinos piñonero y carrasco o templado-húmedo al roble carballo (figura 1).

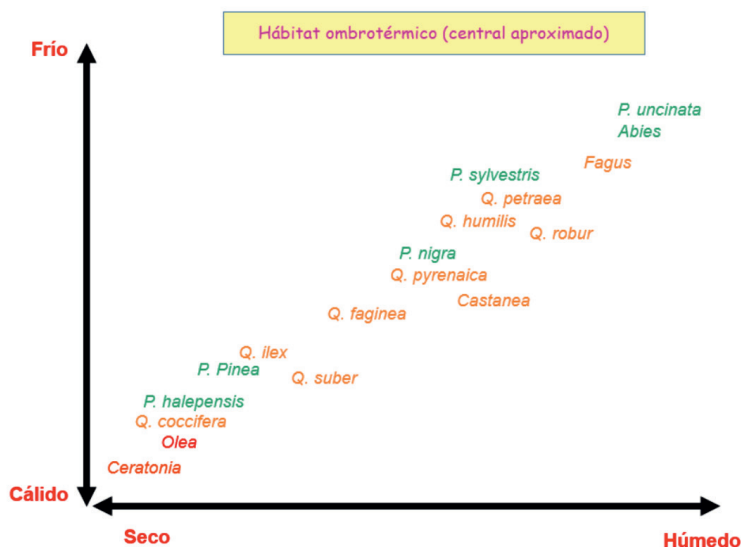


Figura 1. Representación conceptual gráfico-esquemática aproximada del hábitat ombrotérmico de algunas especies forestales ibéricas. Desde la parte superior-derecha a la inferior-izquierda las especies responden a un gradiente de ambiente climático de frío-húmedo (psicrohigrófilo) a cálido-seco (termoxerófilo).

En Galicia, la cornisa cantábrica, Pirineos y algunas montañas interiores, dominan los bosques de ambiente húmedo, más o menos frío, formados por especies caducifolias (haya, abedul, robles carballo y albar, castaño, arce, tilo) y las coníferas de ambiente frío más o menos lluvioso (abeto, pinos silvestre y negro, tejo) estas últimas, no en la cordillera Cantábrica (salvo los bosques relictos de Lillo y Velilla del Río Carrión). Por el contrario, en la Iberia de claro clima mediterráneo domina el «monte pardo» de vegetación esclerófila, es decir de hojas duras (encinas, alcornoque, coscoja, acebuche, algarrobo) que por su extensión es la más genuina de España y Portugal. Además, en esta «Iberia Parda» (FONT, 1983), hay pinares de necesidades ecológicas similares, como los de piñonero y carrasco. Las formaciones vegetales de transición atlántico-mediterránea (ambiente subatlántico o submediterráneo) son las de los árboles marcescentes (roble melojo,

quejigo, a veces el castaño —sobre todo en ejemplares jóvenes—) y los pinares de necesidades ecológicas parecidas (pinos laricio y resinero).

Según se asciende en las montañas se observan cinturones de vegetación (la catena altitudinal) cada vez más exigente en temperaturas bajas y mayores precipitaciones. Por ejemplo, en las laderas aragonesas del Moncayo, según se sube en altitud, se encuentran los pisos de: encinar, melojar, hayedo, pinar de silvestre y finalmente los matorrales y pastizales cacuminales (de las cumbres), psicroxerófilos (frío-secos por el viento), «alpinizados». A veces se encuentran pisos catenales invertidos respecto a lo que sería teóricamente normal, lo que puede indicar que las inversiones térmicas son frecuentes, aunque lo más normal es que esto se deba a factores de pedregosidad o fuertes pendientes en las laderas.

En la umbría los diferentes pisos se encuentran más bajos que en la solana. También, en las sierras y orientaciones más expuestas a vientos húmedos respecto a las protegidas de los mismos, los distintos tipos de vegetación aparecen a menores cotas de altitud. Así, por ejemplo, en la cordillera Cantábrica los bosques de haya se sitúan entre los 800 y 1600 m de altitud en la vertiente norte (incluso por debajo de los 300 m en algunas masas dispersas de bosque mixto en la campiña litoral) mientras que en la vertiente sur se encuentran entre los 1400-1700 m (incluso 1900). En las montañas del centro y sur peninsulares aparecen en muchas ocasiones, encina en la solana y alcornoque o rebollo en la umbría; en las serranías de Cuenca y Cazorla, pino silvestre en la umbría y laricio en la solana; en el valle del Irati, haya en la umbría y roble albar en la solana; en el valle de Ordesa, hayedo-abetal en la umbría y pinar de silvestre con hayas y boj en la solana.

De la observación de árboles individuales también se puede obtener información climática. El porte achaparrado y retorcido, a veces abanderado, indica la exposición al viento desecante sobre todo en los collados. La salud y buena conformación de los ejemplares, indican la «calidad de estación forestal (*index site*)» adecuada al nicho ecológico<sup>2</sup> y representativa del hábitat central de la especie.

La fenología es un magnífico indicador de microclimas ya que la acumulación de grados día necesaria para los estadios primaverales se alcanzará antes en los lugares más cálidos como solanas y zonas bajas, del mismo modo las fases fenológicas de otoño-invierno se alcanzarán antes en los lugares más fríos como umbrías y zonas altas. A una misma altura las exposiciones suroeste son las más cálidas y en general las de fenología primaveral más temprana y otoñal más tardía. Para analizar la fenología en ocasiones se encuentran supuestas anomalías respecto a lo esperado en el entorno que se explican por las condiciones de humedad del suelo.

En la web del MITECO se pueden ver los mapas de distribución de las especies forestales. Además, se consideran las denominadas regiones de procedencia que caracterizan diferentes ecotipos<sup>3</sup> de la especie. No es posible describir las especies forestales ni sus áreas de distribución en estas páginas. Para información sobre reconocimiento de especies y algunas descripciones geobotánicas es muy recomendable la web «árboles ibéricos» (<https://www.arbolesibericos.es/>).

## DIALÉCTICA FRONDOSA-CONÍFERA

Durante todo el Cuaternario, el tapiz vegetal ibérico aparece dominado por fagáceas (la mayoría de los árboles caducifolios) y coníferas (pinos, abetos, sabinas, enebros y tejo). La teoría más aceptada es que, antes y ahora, el paisaje forestal ibérico es un mosaico de masas de frondosas, coníferas y mixtas de ambas, distribuido según las diferencias locales de topografía, geología, suelo y clima. A veces se da, a lo largo de grandes periodos de tiempo, una alternancia cíclica de bosques de coníferas y de frondosas (por ejemplo, abeto-haya, pino piñonero-encina, o pino resinero-roble melojar). En la actualidad no parece adecuada la hipótesis de que en la inmensa mayoría del territorio ibérico los bosques de coníferas no pueden ser etapa climática (clímax)<sup>4</sup> de la sucesión ecológica y por lo tanto no deben ser considerados como vegetación potencial. No

obstante, en muchas ocasiones, los pinares son originados por degradación de un bosque de frondosas. Además, la repoblación forestal realizada entre 1877 y 1984 se hizo casi exclusivamente con coníferas, debido a sus características de especies poco exigentes en cuanto a suelo y sombra y ser de rápido crecimiento; a partir de 1985 se han usado preferentemente las especies del género *Quercus* por su mayor naturalidad en la mayoría de las zonas.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y GEOBOTÁNICA

Las especies frente a un cambio ambiental que ejerce presión de selección solo tienen tres opciones: adaptarse, desplazarse o extinguirse. En cuanto al calentamiento global es evidente que como cambio ambiental debe ir acompañado de una adaptación evolutiva (genética), una acomodación morfofisiológica (fenología) y/o un cambio en las áreas de distribución (biogeografía). Especialmente amenazadas están aquellas especies que se encuentran cerca del borde de su rango latitudinal o altitudinal, o en ciertos hábitats marginales. Por ejemplo, es muy vulnerable la biodiversidad asociada a formaciones vegetales de alta montaña o a comunidades relictas de otras épocas paleoclimáticas. Este es el caso de muchas especies de distribución borealpina situadas en montañas de clima mediterráneo.

El cambio de área de distribución se producirá ganando/perdiendo espacio en la «búsqueda por satisfacer» sus requerimientos de hábitat climático. Así, estas especies relativamente psicrohigrófilas, suben en altura en los macizos montañosos o se desplazan hacia el norte en latitud (en el hemisferio norte) consiguiendo mantener o mejorar la regeneración y el vigor reproductivo o valor adaptativo (*fitness*), incluso la productividad<sup>5</sup>, en las zonas colonizadas, empeorando en las zonas abandonadas. Ejemplos de estos refugios paleoclimáticos que el cambio climático puede afectar de forma especial son: el hayedo de Montejo, los pinsapares de Grazalema y las masas de pino negro de Gúdar, Javalambre y la sierra de Cebollera en Cameros Nuevo.

Estas cuestiones hay que tenerlas muy en cuenta en el caso de repoblaciones forestales eligiendo las especies y sus regiones de procedencia más adecuadas conforme al previsible clima futuro del lugar; se deben considerar además para la previsión de plagas y enfermedades, así como la previsión, en lo posible, del comportamiento ante el fuego. Es probable que los ecosistemas forestales del norte e interior ibéricos, condicionados normalmente por falta de horas de sol y el exceso de frío invernal, aumenten la productividad mientras que, en los mediterráneos, cuyo problema es la falta de agua y el exceso de calor en verano, esta disminuya. En Guadarrama el rebollo regenera cada vez mejor dentro de las cotas bajas del pinar de silvestre (que además fue favorecido por la acción antrópica). Es previsible que el pino resinero se expanda por zonas que hoy son adecuadas para el piñonero y este por zonas actuales del carrasco.

Parece que hay una relación entre el cambio climático y el tipo y frecuencia de enfermedades y plagas. Así ocurre con el aumento de mortalidad y decaimiento de masas vegetales de encina y alcornoque al sur del sistema Central por el fenómeno de «la seca». Los abetales catalano-aragoneses también sufren decaimiento por ataque de plagas posiblemente relacionado con una tendencia a la mediterraneización y, por otra parte, parece que hay un aumento de plagas de procesionaria en pinares relictos de silvestre en Sierra Nevada.

## Nicho y hábitat

No suelen coincidir los óptimos fisiológico y ecológico de las especies debido a la influencia de las relaciones en la naturaleza, especialmente la competencia interespecífica. Como consecuencia de la adaptación evolutiva al medio y la competencia, las especies ocupan nichos ecológicos. Se puede considerar un nicho teórico al que se asocia un hábitat potencial apto para la especie pero esta, en condiciones naturales, no ocupa todos los espacios potencialmente favorables por lo que,

normalmente, el área de distribución real es distinta. La especie ocupa biotopos<sup>6</sup> (lugares ambientales) con características de hábitat más o menos favorable (central o marginal).

Hay especies exigentes ambientalmente que son solo viables en un rango estrecho de valores para ciertas variables ambientales (especies estenoicas o de estrecha valencia ecológica). Otras son poco exigentes (especies eurioicas o de amplia valencia ecológica) y suelen ser pioneras en la sucesión ecológica colonizando espacios abiertos tras una perturbación ambiental (incendio, alud, tala rasa, etc.). Para la repoblación forestal de terrenos rasos y marginales se han usado, con gran preponderancia, las coníferas. Además hay que considerar que se pueden distinguir en una misma especie distintos ecotipos.

El monte, o terreno forestal, es el terreno rústico no agrícola, muchas veces con vegetación leñosa (arbórea o arbustiva) pero también los pastos naturales. En cuanto al paisaje vegetal se puede considerar, además de un óptimo natural, un óptimo forestal, teniendo en cuenta la serie teórica hacia la vegetación potencial climática y, a la vez, las demandas sociales, el riesgo de incendios y de erosión, y la conservación de biodiversidad. El óptimo forestal no debe estar demasiado alejado del natural y debe representar un equilibrio entre conservación y rentabilidad. Se trata de una comunidad vegetal relativamente estable, dependiente de la acción humana y adecuada al clima del lugar. En este sentido es interesante plantearse cuestiones como: ¿qué se entiende por naturalidad?, ¿qué por autóctono? o ¿desde cuándo y en qué medida se reconoce el papel antrópico en la naturaleza y el de la demanda social? En España, la superficie forestal ha aumentado mucho en las últimas décadas por las repoblaciones realizadas y por el abandono de la agricultura y ganadería, aunque a la vez se han perdido grandes extensiones de bosques de calidad ecológica. Es muy interesante estudiar los mapas de vegetación potencial y actual (real), así como los mapas e inventarios forestales de España, es decir la evolución de los terrenos forestales.

En autoecología<sup>7</sup> paramétrica forestal se han descrito los hábitats a partir de los datos obtenidos en distintos biotopos concretos (estaciones, localidades) de su área de distribución. En general se pueden utilizar como descriptores e indicadores de clima la presencia/ausencia de especies vegetales y su fenología.

El paisaje<sup>8</sup> vegetal de una zona geográfica puede dar información sobre su clima. Así se puede analizar e interpretar su composición florística (diversidad y fitosociología), la intensidad de su dinámica sucesional y su arquitectura o estructura forestal. La fitoclimatología busca relaciones entre el clima y la flora, normalmente considerando la fitosociología (asociaciones vegetales) e incluso la sinfitosociología (series sucesionales<sup>9</sup> hacia una hipotética y teórica comunidad estable y de máxima complejidad: la clímax).

## CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT CLIMÁTICO DE ALGUNAS ESPECIES FORESTALES IBÉRICAS

En este trabajo se ha hecho una aproximación a la descripción del «hábitat climático» de las especies forestales ibéricas más importantes según los valores extremos dentro de su área de distribución ibérica española para los siguientes parámetros climáticos: temperatura media anual (TA), temperatura media de mínimas de enero (TmE), temperatura media de máximas de julio (TMJ), precipitación media anual (PA), precipitación media de verano (PV = junio-julio-agosto) y número de días anual con precipitación  $\geq 1$  mm (dP1). Estos valores se han obtenido a partir de la evaluación por superposición de los mapas de distribución y regiones de procedencia del MITECO y los Mapas Climáticos de España (1991-2020) y ET<sub>o</sub> (1996-2020) de AEMET (CHAZARRA y otros, 2024).

Para cada parámetro se han considerado sus valores máximo (max) y mínimo (min) dentro de su área de distribución; es decir, los valores extremos de su hábitat climático ibérico español (que en algunas ocasiones reflejan unas condiciones de hábitat marginal). Se han ordenado las

especies de coníferas y de frondosas por orden decreciente según los valores obtenidos por un parámetro que puede dar una idea aproximada de xero-termia (figura 2):

$$[(P_{\text{Amax}} + P_{\text{Amin}})/2]/[(T_{\text{Amax}} + T_{\text{Amin}})/2] + 10]$$

|           |                            | TA °C |     | TmE °C |     | TMJ °C |     |  |
|-----------|----------------------------|-------|-----|--------|-----|--------|-----|--|
|           |                            | max   | min | max    | min | max    | min |  |
|           |                            |       |     |        |     |        |     |  |
| Coníferas | <i>Pinus uncinata</i>      | 10    | 4   | 0      | -5  | 22     | 17  |  |
|           | <i>Abies alba</i>          | 11    | 6   | 0      | -5  | 26     | 19  |  |
|           | <i>Abies pinsapo</i>       | 15    | 10  | 5      | -2  | 33     | 29  |  |
|           | <i>Pinus pinaster</i>      | 21    | 10  | 10     | -5  | 35     | 20  |  |
|           | <i>Pinus sylvestris</i>    | 13    | 7   | 3      | -5  | 27     | 20  |  |
|           | <i>Pinus nigra</i>         | 16    | 7   | 6      | -5  | 36     | 21  |  |
|           | <i>Juniperus thurifera</i> | 15    | 7   | 4      | -5  | 34     | 22  |  |
|           | <i>Juniperus phoenicia</i> | 18    | 9   | 10     | -3  | 34     | 27  |  |
|           | <i>Pinus pinea</i>         | 20    | 11  | 10     | -2  | 38     | 27  |  |
|           | <i>Pinus halepensis</i>    | 20    | 11  | 10     | -2  | 36     | 27  |  |

|           |                            | TA °C |      | TmE °C |     | TMJ °C |     |      |
|-----------|----------------------------|-------|------|--------|-----|--------|-----|------|
|           |                            | max   | min  | max    | min | max    | min |      |
|           |                            |       |      |        |     |        |     |      |
| Coníferas | <i>Pinus uncinata</i>      | 2600  | 650  | 400    | 150 | 160    | 80  | 73,9 |
|           | <i>Abies alba</i>          | 2600  | 700  | 400    | 150 | 170    | 80  | 68,8 |
|           | <i>Abies pinsapo</i>       | 2200  | 1000 | 50     | 20  | 90     | 50  | 53,3 |
|           | <i>Pinus pinaster</i>      | 2700  | 300  | 350    | 10  | 220    | 40  | 41,7 |
|           | <i>Pinus sylvestris</i>    | 1400  | 600  | 400    | 150 | 120    | 50  | 37,7 |
|           | <i>Pinus nigra</i>         | 1400  | 400  | 350    | 40  | 90     | 40  | 30,5 |
|           | <i>Juniperus thurifera</i> | 1200  | 300  | 150    | 35  | 75     | 40  | 26,3 |
|           | <i>Juniperus phoenicia</i> | 1000  | 250  | 200    | 8   | 110    | 50  | 19,2 |
|           | <i>Pinus pinea</i>         | 1000  | 350  | 250    | 5   | 75     | 40  | 19,0 |
|           | <i>Pinus halepensis</i>    | 1100  | 250  | 300    | 5   | 80     | 25  | 19,0 |

|           |                            | TA °C |      | TmE °C |      | TMJ °C |      |  |
|-----------|----------------------------|-------|------|--------|------|--------|------|--|
|           |                            | max   | min  | max    | min  | max    | min  |  |
|           |                            |       |      |        |      |        |      |  |
| Frondosas | <i>Fagus sylvatica</i>     | 12    | 7    | 4      | -3   | 28     | 22   |  |
|           | <i>Quercus robur</i>       | 16    | 9    | 6      | -1   | 30,5   | 21,5 |  |
|           | <i>Castanea sativa</i>     | 16    | 9    | 7      | -2   | 35     | 20   |  |
|           | <i>Quercus pyrenaica</i>   | 16,5  | 7    | 6      | -3,5 | 33     | 23,5 |  |
|           | <i>Betula sp.</i>          | 16    | 7    | 7      | -5   | 23     | 17   |  |
|           | <i>Quercus petraea</i>     | 16    | 7    | 5      | -3,5 | 31     | 21,5 |  |
|           | <i>Quercus humilis</i>     | 16    | 10   | 5      | -1   | 29     | 22   |  |
|           | <i>Quercus suber</i>       | 20    | 11,5 | 10     | 1    | 36     | 24   |  |
|           | <i>Quercus ilex</i>        | 20    | 9    | 8      | -3   | 38     | 22   |  |
|           | <i>Quercus canariensis</i> | 17,5  | 12,5 | 8,5    | -1   | 35     | 27   |  |
| Frondosas | <i>Quercus faginea</i>     | 18    | 9    | 6      | -3,5 | 35     | 24   |  |
|           | <i>Quercus coccifera</i>   | 20    | 9    | 11     | 3    | 38     | 22   |  |
|           | <i>Olea europaea</i>       | 20    | 12   | 11     | 3    | 38     | 22   |  |

|           |                            | PA mm |      | PV mm |     | dP1 ≥ 1 mm |     | Xero-Termia |
|-----------|----------------------------|-------|------|-------|-----|------------|-----|-------------|
|           |                            | max   | min  | max   | min | max        | min |             |
|           |                            |       |      |       |     |            |     |             |
| Frondosas | <i>Fagus sylvatica</i>     | 2800  | 1000 | 400   | 100 | 220        | 60  | 74,5        |
|           | <i>Quercus robur</i>       | 2700  | 750  | 400   | 70  | 220        | 60  | 56,6        |
|           | <i>Castanea sativa</i>     | 2700  | 700  | 400   | 40  | 220        | 60  | 55,7        |
|           | <i>Quercus pyrenaica</i>   | 2600  | 500  | 250   | 20  | 200        | 50  | 51,7        |
|           | <i>Betula sp.</i>          | 2400  | 600  | 400   | 40  | 220        | 80  | 50,8        |
|           | <i>Quercus petraea</i>     | 2400  | 600  | 300   | 90  | 210        | 80  | 50,8        |
|           | <i>Quercus humilis</i>     | 2200  | 600  | 350   | 90  | 170        | 60  | 45,2        |
|           | <i>Quercus suber</i>       | 2400  | 350  | 250   | 9   | 140        | 40  | 38,5        |
|           | <i>Quercus ilex</i>        | 2200  | 250  | 300   | 9   | 150        | 40  | 35,5        |
|           | <i>Quercus canariensis</i> | 1500  | 650  | 400   | 25  | 120        | 60  | 31,9        |
| Frondosas | <i>Quercus faginea</i>     | 1500  | 400  | 250   | 20  | 200        | 30  | 29,2        |
|           | <i>Quercus coccifera</i>   | 1100  | 250  | 200   | 7   | 70         | 20  | 19,6        |
|           | <i>Olea europaea</i>       | 1100  | 250  | 200   | 7   | 80         | 25  | 18,8        |

Figura 2. En los recuadros azules figuran las especies de ambiente relativamente frío-húmedo, en ocre las del medio cálido-seco (en general mediterráneo) y en verde las de transición (normalmente subatlánticas-submediterráneas). Se han señalado algunos valores especialmente significativos. El color de los recuadros indica: psicohigrófilo (azul oscuro), mesohigrófilo + (azul medio-oscuro), mesohigrófilo (azul medio), termohigrófilo mediterráneo (azul claro); transición (verde); mesoxerófilo (marrón claro) y termoxerófilo (marrón oscuro). En recuadro en blanco una especie difícil de clasificar.

ANÁLISIS DE VALORES DISCRIMINANTES DE HÁBITAT PARA GRUPOS DE ESPECIES

A la vista de los resultados observados en la figura 2 se han usado los siguientes valores para discriminar ambientes, o tipos de hábitats climáticos (figura 3) en los que se ubican las distintas especies forestales que pueden ser descriptoras de los mismos (figura 4).

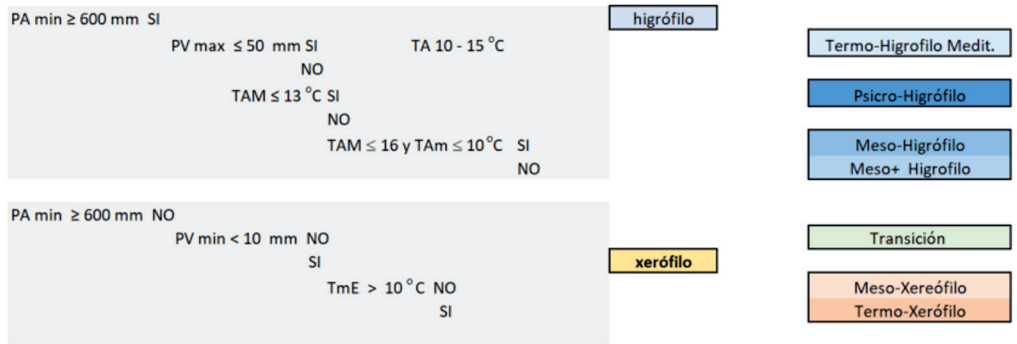


Figura 3. Valores paramétricos que se han usado para la discriminación.



|                     |                       |                      |                      |                     |                   |
|---------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
| Termo-Higro -Medit. | <i>A. pinsapo</i>     |                      |                      |                     |                   |
| Psicro-Higrófilo    | <i>P. uncinata</i>    | <i>P. sylvestris</i> | <i>A. alba</i>       | <i>F. sylvatica</i> |                   |
| Meso-Higrófilo      | <i>Q. robur</i>       | <i>C. sativa</i>     | <i>Betula</i> sp.    | <i>Q. petraea</i>   | <i>Q. humilis</i> |
| Meso+ Higrófilo     | <i>Q. canariensis</i> |                      |                      |                     |                   |
| Transición          | <i>P. pinaster</i>    | <i>P. nigra</i>      | <i>J. thurifera</i>  | <i>Q. pyrenaica</i> | <i>Q. faginea</i> |
| Meso-Xerófilo       | <i>J. phoenicia</i>   | <i>P. pinea</i>      | <i>P. halepensis</i> | <i>Q. suber</i>     | <i>Q. ilex</i>    |
| Termo-Xerófilo      | <i>Q. coccifera</i>   | <i>O. europaea</i>   |                      |                     |                   |

Figura 4. Especies descriptoras de cada tipo de hábitat climático.

La condición de precipitación media anual en toda la zona de distribución (PA min)  $\geq 600$  mm puede usarse para discriminar las especies *higrófilas*. Dentro de estas, una precipitación total del verano en toda su área geográfica (PV max)  $\leq 50$  mm caracteriza al pinsapo (que además se encuentra en biotopos con temperaturas medias anuales (TA) comprendidas entre 10 y 15 °C, con periodo de sequía estival), especie *termohigrófila con sequía estival* (mediterránea) propia de las montañas andaluzas de Grazalema y la Sierra de las Nieves.

Las especies *psicrohigrófilas*, de ambiente frío-húmedo, cumplen la condición de temperatura media anual en sus localidades más cálidas (TA max)  $\leq 13$  °C, estas son: *P. uncinata*, *A. alba*, *P. sylvestris* y *F. sylvatica* (especies de montaña pirenaica, cantábrica o de zonas altas de montaña mediterránea en el interior peninsular).

Las especies *mesohigrófilas*, de ambiente térmicamente moderado a la vez que húmedo, en sus zonas más cálidas presentan temperaturas medias anuales (TA max)  $> 13$  y  $\leq 16$  °C y en sus zonas más frías (TA min)  $\leq 10$  °C son: *Q. robur*, *C. sativa*, *Betula* sp., *Q. petraea* y *Q. humilis* (especies de ambiente atlántico o subatlántico, montano o basal). *Q. canariensis* no cumple esta condición de temperaturas, es una especie algo más térmica que aparece en algunas zonas de Extremadura, sur de Andalucía y noreste de Cataluña, en un ambiente que se puede considerar *mesohigrófilo algo cálido* (mesohigrófilo +), próximo a la transición submediterráneo-subatlántica. En ambiente atlántico estas especies pueden recibir precipitaciones diarias  $\geq 1$  mm hasta 220 días al año en sus localidades más húmedas (dP1 max). En estos montes mesohigrófilos, en general no hay sequía estival, al menos no como sequía fisiológica, la vegetación no «sufre» estrés por escasez de agua edáfica, aunque en el interior peninsular muchas veces muestran una situación de hábitat marginal.

El hábitat climático de las especies xerófilas y de transición (de requerimientos de humedad intermedios entre las higrófilas y las xerófilas) puede tener precipitaciones medias anuales en sus zonas más secas (PA min)  $< 600$  mm. Las *xerófilas* toleran una precipitación media estival (PV min)  $< 10$  mm. En cuanto a su termicidad, se pueden discriminar como *mesoxerófilas* si la temperatura media de las mínimas de enero (TmE) en sus localidades de inviernos más «suaves» (más térmicas) es  $\geq 8$  y  $\leq 10$  °C, es el caso de: *P. pinea*, *P. halepensis*, *Q. suber* y *Q. ilex*. En el hábitat de las especies *termoxerófilas* la TmE max (en sus localidades más térmicas) puede ser  $> 10$  °C y, además, pueden tolerar una precipitación media de verano (PV min) de 7 mm; estas son: *Q. coccifera* y *O. europaea*.

Las especies de transición, en cuanto a los requerimientos de humedad, cumplen las condiciones de poder tolerar una precipitación media anual (PA min)  $< 600$  mm y necesitar una precipitación media estival (PV min)  $> 10$  mm, es el caso de: *P. pinaster*, *P. nigra*, *J. thurifera*, *Q. pyrenaica* y *Q. faginea* (estas dos quercíneas claramente marcescentes).

#### ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA CIERTAS ESPECIES

La encina es una especie de muy amplia valencia ecológica y además presenta dos subespecies (una relativamente litoral —*Q. ilex* subsp. *ilex*— y la otra más o menos continental —*Q. ilex*

subsp. *ballota*—) por ello tiene una distribución geográfica ibérica muy amplia. El castaño también es una especie de relativa amplitud ecológica, mesohigrófilo pero en cierta medida psicrohigrófilo y de transición (de forma natural, cultivada o naturalizada) por ello se encuentra frecuentemente en contacto o como acompañante con robles (carballo, melojo), alcornoque, haya o pinos (silvestre y resinero) e incluso con encina y pino piñonero.

En *Betula* sp. se han considerado las dos especies de abedules (*B. pendula* y *B. alba*) en general norteñas o de montaña pero que pueden penetrar hacia el sur en algunos sotos de ribera (así sucede con *Betula pendula* subsp. *fontqueri* var. *parvibracteata* en arroyos serranos de curso permanente en Cabañeros). El pino resinero tiene dos subespecies, una atlántica (*P. pinaster* subsp. *atlántica*) y otra mediterránea (*P. pinaster* subsp. *mesogeensis*) por lo que presenta una amplia distribución ibérica (natural y por repoblación) y es difícil de clasificar.

El pino silvestre se encuentra en una situación límite dentro del grupo de las psicrohigrófilas pues, en muchos de sus biotopos, se puede considerar como especie submediterránea de montaña. Al haya le sucede algo similar en algunas localidades concretas, así en la Demanda y Ayllón, en ambiente más o menos submediterráneo subhúmedo y en un hábitat marginal aparece en los Puertos de Beceite Fageda del Retaule, en ambiente claramente mediterráneo, con un número de días de precipitación  $\geq 1$  mm que puede llegar a 60 días (dP1 min) normalmente con sequía estival pero más o menos compensada, según los años, por las abundantes tormentas estivales-otoñales. Del mismo modo se observa en *Q. humilis* que siendo mesohigrófilo está próximo a las especies de transición, así presenta, en sus biotopos más húmedos, un dP1 max relativamente pequeño que puede llegar a 170 días. El quejigo o roble andaluz se distribuye por montes andaluces de clima mediterráneo relativamente lluvioso, por lo que aunque según los valores elegidos para la tipificación resulta mesohigrófilo algo más cálido, en cierta medida se puede considerar casi de transición, como es propio de una especie marcescente.

Algunas especies comparten parte de su nicho ecológico y por lo tanto pueden aparecer mezcladas en las masas forestales (presentando mayor o menor competencia según la calidad del hábitat y el estado sucesional<sup>9</sup>) a veces en codominancia y otras con una como dominante y otra como acompañante. Conociendo el hábitat paramétrico de las especies y la anomalía climática de un año en un lugar, sobre todo en hábitat marginal o al menos no central, se puede tener una buena idea del estrés fisiológico del bosque.

Los montes (terrenos rústicos no agrícolas) y los bosques (montes arbolados densos) indican el macroclima regional y crean un microclima local, además regulan la escorrentía, protegen de la erosión y son refugio de biodiversidad. También son un bien social y económico por sus productos y valor paisajístico y de recreo; además hay que destacar su valor como sumideros de CO<sub>2</sub>. El fuego es un gran problema, que hay que estudiar, además hay otros menos conocidos como la falta de regeneración en las dehesas, plagas y enfermedades. En ocasiones los problemas forestales se relacionan más o menos directamente, o se agravan, con el cambio climático pero en otras, con la despoblación o el cambio de uso del terreno rural; en cualquier caso, con el cambio global (climático, ambiental y socioeconómico).

## ANEXO 1: NOMBRES CIENTÍFICOS Y VULGARES (CASTELLANOS) DE LAS ESPECIES

*Abies alba* (abeto, pinabete), *Abies pinsapo* (pinsapo), *Pinus uncinata* (pino negro), *Pinus sylvestris* (pino silvestre o albar), *Pinus nigra* (pino laricio, negral, salgareño, pudio, cascalbo), *Pinus pinaster* (pino resinero, ródano, negral, marítimo), *Pinus pinea* (pino piñonero, doncel), *Pinus halepensis* (pino carrasco, blanquillo), *Quercus robur* (roble carballo o de fruto pedunculado colgante), *Quercus petraea* (roble albar o de fruto sentado), *Quercus humilis* = *Q. pubescens* (roble pubescente), *Quercus pyrenaica* (roble melojo, rebollo, tozo), *Quercus faginea* (quejigo), *Quercus canariensis* (quejigo andaluz), *Quercus suber* (alcornoque), *Quercus ilex* subsp. *ilex* (encina, alsina), *Quercus ilex* subsp. *ballota* = *rotundifolia* (encina, carrasca, chaparra, bellotera), *Quercus coccifera* (coscoja, chaparra,



carrasca), *Betula pendula* = *verrucosa* y *B. alba* = *pubescens* (abedules), *Fagus sylvatica* (haya), *Castanea sativa* (castaño).

## ANEXO 2: TÉRMINOS

*Marcescencia*<sup>1</sup>: permanencia de hojas secas.

*Nicho ecológico*<sup>2</sup>: espacio matemático-ambiental, hipervolumen de capas de probabilidad de presencia y viabilidad. Representa la función de la especie en el ecosistema («su profesión») y se relaciona con su hábitat («su dirección»).

*Ecotipo*<sup>3</sup>: estirpe genética adaptada especialmente a una geografía-ambiente.

*Climax*<sup>4</sup>: estado más complejo posible en equilibrio con el medio físico de un lugar.

*Productividad vegetal*<sup>5</sup>: cantidad de materia orgánica neta (obtenida a partir de la energía solar por fotosíntesis descontando la consumida por respiración) dividida por la biomasa total (del árbol, monte, finca, hectárea-año).

*Biotopo*<sup>6</sup>: medio físico en el que se asienta la comunidad biológica (biocenosis). El ecosistema está formado por la unión de biotopo y biocenosis.

*Autoecología*<sup>7</sup>: estudio de la ecología de una especie o análisis de la incidencia de los distintos factores ambientales (abióticos y bióticos) que actúan sobre ella.

*Paisaje*<sup>8</sup>: «percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas» (Díaz Pineda, F. y González Bernáldez, F., 1973); «constructo psicosocioecológico» (Maciá, A., 1980).

*Serie sucesional*<sup>9</sup>: dinámica de cambios en la composición de especies vegetales o sucesión de asociaciones (comunidades características) en relación con la sucesión ecológica hacia la climax.

## BIBLIOGRAFÍA

- CHAZARRA BERNABÉ, A. y otros, 2024. Mapas Climáticos de España (1991-2020) y ETo (1996-2020). Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). [https://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19912020.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/MapasclimaticosdeEspana19912020.pdf)
- FONT TULLOT, I., 1983. Climatología de España y Portugal. Instituto Nacional de Meteorología (INM).
- GANDULLO, J. M. y SÁNCHEZ PALOMARES, O., 1994. Estaciones ecológicas de los pinares españoles. ICONA, Colección Técnica.
- GÓMEZ MANZANEQUE y otros, 1997. Los bosques ibéricos. Ed. Planeta.
- RUIZ DE LA TORRE, J., 1979. Árboles y Arbustos. ETSIM, UPM.
- RUIZ DE LA TORRE, J., 1990. Memoria General del Mapa Forestal de España. ICONA y Fundación del Conde del Valle de Salazar - UPM.
- SERRADA, R., MONTERO, G. y REQUE, J. A., 2008. Compendio de selvicultura aplicada en España. Fundación Conde del Valle de Salazar, UPM.

## SITIOS WEB

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (MITECO). [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos-geneticos/geneticos-forestales/rgf\\_regiones\\_procedencia.html](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos-geneticos/geneticos-forestales/rgf_regiones_procedencia.html)

## AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros, Teresa Gallego Abaroa, José Luis García Merayo (jubilado), Lourdes Martínez Núñez y Ramiro Romero Fresneda; por tanto trabajo, estudio y reflexión en equipo sobre estos temas climáticos y ambientales.