

EL PAISAJE VEGETAL IBÉRICO DURANTE EL CUATERNARIO

Carlos Morla Juaristi

Dpto de Silvopascicultura. E.T.S. Ingenieros de Montes
Universidad Politécnica de Madrid. 28040 Madrid.

RESUMEN: Se consideran algunos de los principales acontecimientos paleoambientales que han tenido influencia en la configuración de los paisajes vegetales holocenos en la península Ibérica. Se destaca el posible papel del género *Juniperus* en los ambientes mesetarios durante las fases microtermas pleistocenas, la función de los refugios y la importancia de la regeneración vegetativa. Por último se atienden aspectos relativos a las vicisitudes cuaternarias de las geofloras paleotropical y artoterciaria.

PALABRAS CLAVE: Cuaternario, Península Ibérica, Pleistoceno, Refugios, *Juniperus*.

ABSTRACT: Some of the main palaeoenvironmental events with influence in the changes of the holocene Iberian Peninsula vegetal landscape are described. We focus on the role of *Juniperus* in the central Meseta during the pleistocene microthermic phases, the role of the refugia and the importance of vegetative sprout. Finally, some aspects referring to quaternary events of arctotertiary and palaeotropical geofloras are mentioned.

KEY WORDS: Quaternary, Iberian Peninsula, Pleistocene, Refugia, *Juniperus*.

INTRODUCCIÓN

Hablar del paisaje vegetal en el Cuaternario significa hablar de variación, de cambio; ciertamente representa un periodo en el que probablemente se ha producido la mayor secuencia de alteraciones paisajísticas desde principios del Neógeno. Aunque ya resulte un lugar común hay que señalar que el punto de partida apropiado para examinar la evolución de la vegetación cuaternaria debe situarse en el final del Mioceno o en el Plioceno. La herencia de la flora terciaria ya experimenta en esas cronologías importantes filtros como consecuencia de algunos eventos paleomorfológicos y paleoambientales, particularmente significativos en la cuenca mediterránea. Estos determinaron probablemente ya la pérdida de un importante contingente florístico sobre todo

de mega y mesotermos higrófilos, taxones cuya representación actual es exigua en el occidente mediterráneo. Sin embargo esos acontecimientos de las últimas fases del Terciario (y en concreto la importante aridez finimiocena) pudieron representar ya una oportunidad para la llegada a este territorio de nuevos taxones (originando, como contrapunto, un cierto enriquecimiento).

Hay que situar por tanto en las floras de carácter tropical o subtropical, con distintos grados de higrofilia y en los cortejos arctoterciarios, el origen de las floras que conforman los paisajes sobre los que van a actuar las intensas variaciones climáticas acaecidas durante el Pleistoceno.

Resulta en este punto de la máxima importancia destacar el papel clave que desempeñaron las "áreas refugio" en los momentos de climatología más desfavorable de los dos últimos millones de años (para taxones de muy diferente condición ecológica).

Los acontecimientos climáticos que se suceden a lo largo del Cuaternario modificarán esa variada flora terciaria ya matizada durante el Mio-plioceno. Después del máximo glacial wurmiense, fase de condiciones desfavorables más intensa, se producirá una recuperación de los paisajes forestales con los recursos genéticos que lograron sobrevivir. Estos van a configurar durante el Tardiglacial y Holoceno los paisajes que posteriormente el hombre comienza a modificar en profundidad (con la intensificación de la agricultura y la ganadería) en los últimos 3.000 años, más o menos.

CONSECUENCIAS SOBRE LA FLORA DE LOS ACONTECIMIENTOS PALEOAMBIENTALES DE FINALES DEL TERCIARIO

La aridez finimiocena (Messiniense) debe ser considerada como uno de los grandes acontecimientos que actuaron selectivamente sobre la flora que en el Terciario ocupaba la Península Ibérica. La reducción de disponibilidades hídricas debió representar una fuerte presión sobre los cortejos de taxones termohigrófilos. Una proporción significativa de los mismos debió sucumbir o permanecer acantonada en refugios apropiados. En este sentido hay que señalar que los territorios más adecuados para ello se situarían en ambos extremos de la cuenca Mediterránea. En el este por la permanencia de las masas de agua del mar Negro y en el oeste porque las fachadas occidentales ibéricas siempre permanecieron bañadas por el Atlántico (Fig. 1).

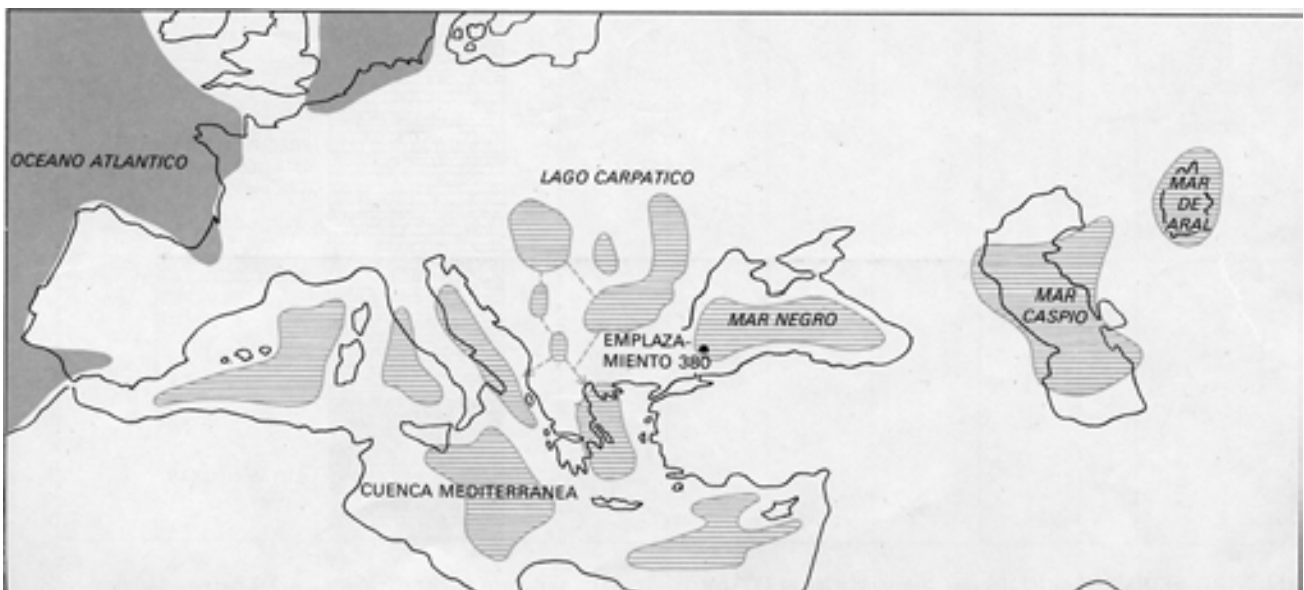


FIGURA 1. Recreación de la desecación de la cuenca Mediterránea durante el periodo árido mesiniense hace 5'5 MA (según HSÜ, 1978).

Esa polaridad E-O mediterránea podría también reflejarse en la distribución actual de taxones de origen terciario y condición mesohigrófila. Es el caso de las dos subespecies, vicariantes, de *Rhododendron ponticum*: la ssp. *baeticum* vive en el suroeste de la Península Ibérica mientras que *R.p.* ssp. *ponticum* es de las costas húmedas del norte de Turquía. Ambas se encuentran separadas en la actualidad por un amplio espacio mediterráneo

que bien pudo ocupar el taxón, de forma continua, en las fases húmedas previas a la aridificación mesiniense (Fig. 2). Los ejemplos de la corología de otros taxones ibéricos como *Prunus lusitanica* (con su vicariante oriental *P. laurocerasus*) o los helechos relictos paleotropicales, distribuidos estos por las fachadas atlánticas de la Península, pueden resultar así mismo ilustrativos.

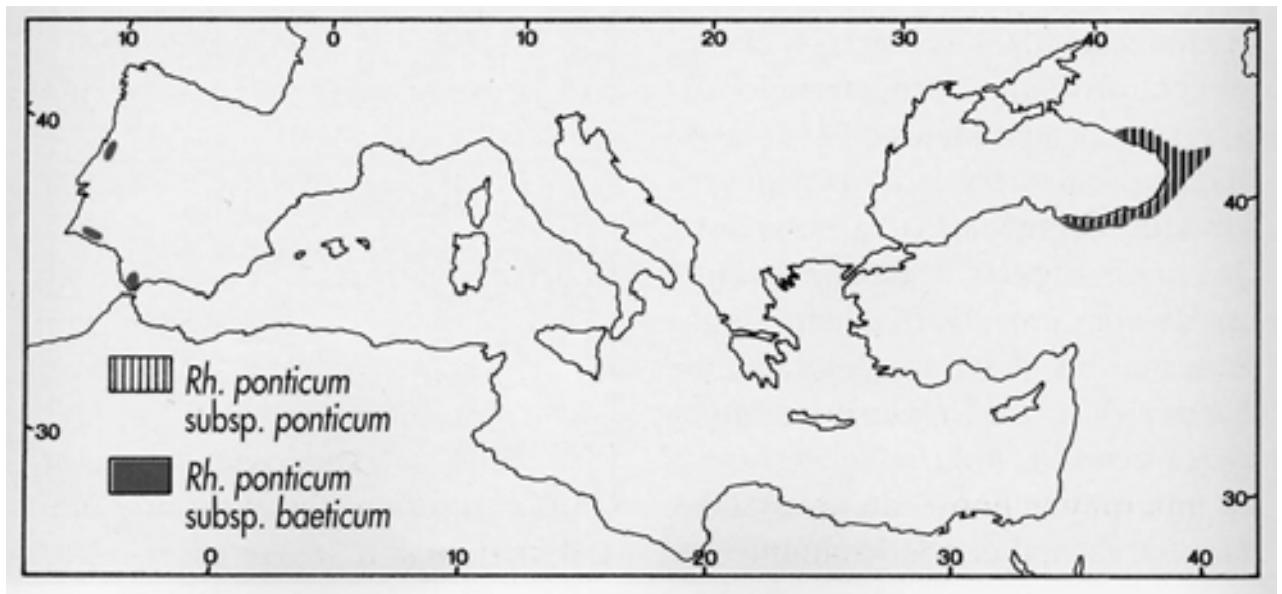


FIGURA 2. Distribución de *Rhododendron ponticum* en la cuenca Mediterránea (según COSTA TENORIO *et al.*, 1997).

En otro sentido ese periodo árido, como ya hemos adelantado, pudo propiciar la incorporación de taxones de condición xérica. Taxones xerocontinentales o xerotérmicos de raíz iranoturca o saharosindica quizás tuvieron ya la oportunidad de alcanzar el occidente

mediterráneo. Las corologías actuales de algunas quenopodiáceas (p.e. *Krascheninikovia ceratoides*), distintas especies del género *Stipa* o varias compuestas del grupo *Filago* (cf. *F. micropodioides*) bien pudieran evocar ese origen (Fig.3).



FIGURA 3. Distribución mundial de *Krascheninikovia ceratoides* (según COSTA TENORIO *et al.*, 2000).

EL MÁXIMO WURMIENSE COMO REFERENCIA EN LA RECUPERACIÓN DE LOS PAISAJES FORESTALES EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Se ha convenido en ocasión anterior en situar el punto de partida para el estudio de la reconstrucción de los paisajes vegetales de final del Cuaternario, en el máximo glaciar wurmiense (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 2002). La razón está en que probablemente se trate de uno de los momentos de condiciones climáticas más desfavorables para la vida vegetal de todo el Cuaternario y, sobre todo, el más reciente de ellos.

Las medias de temperaturas descendieron por término medio en torno a 10°C respecto a las que existen en la actualidad y las

disponibilidades hídricas sufrieron así mismo drásticas reducciones; en el territorio ibérico se produce en consecuencia una situación de marcada regresión en la cubierta vegetal. En el único mapa que reconstruye para el ámbito peninsular una posible situación de la cubierta vegetal en esta fase microterma (GARCÍA ANTÓN, *Op. cit.*), se aprecia la importancia que los paisajes estépicos pudieron llegar a alcanzar en el conjunto de la Península. Mientras la vegetación arbórea buscaría refugio en los ambientes favorables de zonas no muy alejadas de las costas, el interior continentalizado y las montañas no cubiertas por el hielo sustentarían una vegetación con importante representación de arbustos y herbáceas.

La información paleobotánica disponible sobre este momento "clave" o de

encrucijada para la vegetación del Cuaternario final es muy escasa y dispersa. Salvo las turberas de Padul (Granada) y Bañolas (Gerona), el resto de yacimientos que alcanzan el máximo wurmiense normalmente no ofrecen un registro continuo en torno a los 20.000 BP. Se trata de una situación en la cual se disponía de poca agua en circulación (una parte inmovilizada en los glaciares¹), condiciones en las que la sedimentación en depresiones y cubetas debió ser fragmentaria y discontinua. Por ejemplo el sondeo de Pla de L'Estany en Gerona (BURJACHS, 1990; BURJACHS *et al.*, 1992) presenta en esa fase un número de hiatos o interrupciones importante. Ello, junto a la escasez de yacimientos que alcancen los 20.000 BP hace difícil lograr buenas reconstrucciones paleofitogeográficas.

Entre las hipótesis que se pueden plantear para ese momento se encuentra la centrada en los ambientes denominados estépicos, en concreto en lo relativo a la presencia o ausencia de especies arbóreas en los mismos². La pregunta sería si en esas condiciones de frío y sequía el elenco de especies forestales disponibles en la Península contaría con alguna adecuada para compartir espacio con esa vegetación esteparia arbustiva y herbácea.

¹ Si bien estos no tuvieron la misma importancia que en el resto de Europa. De hecho la extensión de la Península ocupada por glaciares fue reducida (PÉREZ GONZÁLEZ *et al.*, 1989).

² No nos referimos a las estepas de montaña o alta montaña, si no a las de baja cota, por debajo de los 600/700 metros de altitud, es decir a territorios que comprenderían sobre todo las grandes cuencas terciarias ibéricas (depresiones del Tajo, Duero, Ebro...) que en conjunto representan la mayor parte de las tierras del interior peninsular.

PAPEL CLAVE DEL GÉNERO JUNIPERUS EN LAS FASES MICROTÉRMIAS PLEISTOCENAS

En respuesta a la pregunta anterior cabe señalar que actualmente en territorios europeos con regímenes climáticos microtérmos, equivalentes en valores de algunos parámetros térmicos a los que se suponen para la Península en el Wurmiense, existen diferentes modalidades de vegetación arbórea (WALTER, 1984). Ciertamente es que probablemente en esas regiones europeas, las disponibilidades hídricas actuales sean superiores a las que existieron en las zonas continentalizadas del interior ibérico durante el máximo glacial. Para la Península hay que admitir que salvo en ciertas localidades con disposición excepcional de humedad, donde nuestras especies de pinos microtérmos (p.e. *Pinus sylvestris*) pudieron haber tenido opciones, las condiciones de aridez fría representaron serias limitaciones para el poblamiento arbóreo. Es en esa circunstancia donde se puede examinar la "candidatura" de un género posiblemente con potencialidad para formar dosel arbóreo: *Juniperus*. La mayor parte de sus especies, incluidas las arbóreas, presentan una notable adaptación a condiciones de aridez. La posibilidad del protagonismo de *Juniperus* arbóreos en las grandes plataformas onduladas del interior ibérico, en altitudes moderadas, debe plantearse como una hipótesis probable. Formarían una cubierta clara, dejando bastante paso de luz y se verían acompañados del resto de taxones integradores de las comunidades estépicas. En las áreas frías del interior especies con las características de resistencia de *J. thurifera* resultarían sin duda las más apropiadas. Con excepción de taxones como la sabina albar (Fig. 4) es muy probable que el resto de especies forestales no pudieran sobrevivir, con carácter extenso, en esos

biotopos xerocontinentales, ni siquiera en altitudes moderadas. Debieron buscar acomodo en enclaves, muchas veces reducidos, de condiciones ambientales compatibles con su pervivencia: los refugios.

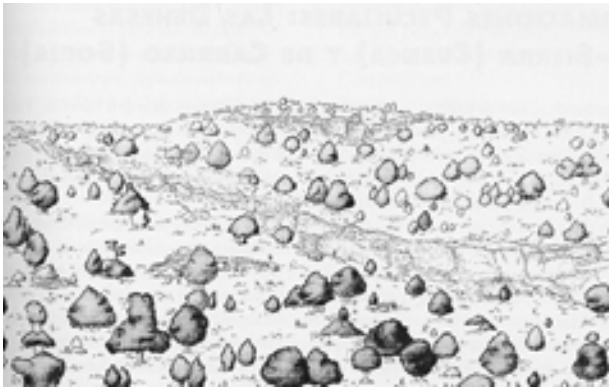


FIGURA 4. Aspecto de la estructura de un paisaje de sabinar albar (según COSTA TENORIO *et al.*, 2000).

REFUGIOS

Son biotopos que ofrecen condiciones favorables para la persistencia de un taxón en un marco climático general adverso que impide su regeneración. La posibilidad de existencia de refugios representa una alternativa a las interpretaciones basadas en grandes migraciones para explicar la presencia de taxones en espacios que han estado sometidos, durante periodos suficientemente largos, a condiciones climáticas incompatibles con ellos. Durante las fases más frías y secas del Cuaternario esta situación debió ser muy frecuente en la Península Ibérica (COSTA *et al.*, 1997).

Cabe plantear alguna hipótesis acerca de qué territorios o espacios reunieron las mejores condiciones para desempeñar el papel de "refugio" en la Iberia pleistocena. Hablaremos de refugio cuando el territorio que

aloje al taxón en situación crítica no se encuentre muy alejado del espacio afectado por el clima excluyente (en ese caso estaríamos en la frontera del concepto de migración a larga distancia). En esas condiciones el tipo de refugio que podríamos considerar más idóneo estaría caracterizado por un relieve variado, con la mayor diversidad de orientaciones posible, que llegue a alcanzar altitudes relativamente importantes en alguno de sus puntos y por último, próximo al mar. La variedad de biotopos que ofrece la combinación de esos parámetros determina un amplio espectro de posibilidades para el taxón en busca de cobijo.

En la Iberia actual pueden proponerse algunos ejemplos que potencialmente pudieron ejercer ese papel; elegiremos relieves situados en un ámbito próximo a la transición mediterráneo/eurosiberiana. Una montaña de estructura piramidal presentará múltiples exposiciones: el Montseny p.e., entre las provincias de Barcelona y Gerona une a esa condición la de ser elevado (1.700m) y próximo a la costa. En efecto la multiplicidad de habitats que reúne ese macizo permite que, incluso hoy día, podamos encontrar allí relevantes especies eurosiberianas como el haya o el abeto (*Abies alba*), junto a otras típicas mediterráneas: *Quercus ilex*; en algunos puntos de la montaña la encina se llega a mezclar con el haya. Pueden señalarse además otros elementos de contraste como la escasa distancia real que separa taxones de aptencias microtermas que habitan las partes elevadas del macizo (*Juniperus communis* ssp. *alpina*, *Vaccinium myrtillus* o *Ribes alpinum*), de otros termófilos que tienen presencia en las faldas del mismo, bien higrófilos como el loro (*Prunus lusitanica*) o el helecho real (*Osmunda regalis*), freatófitos: *Vitex agnus-*

castus (sauzgatillo) o incluso trepadores: *Clematis flammula*.³

Cuando se habló al principio de este aparatado de la condición de refugio no se precisó acerca del carácter de la permanencia de una población en un determinado lugar. Se comentó que el refugio garantiza la regeneración del taxón pero no acerca del tipo o carácter de la misma. Hay algunas diferencias dignas de consideración en función de que la persistencia se mantenga a través del ciclo sexual o por el contrario se produzca mediante regeneración vegetativa.

IMPORTANCIA DE LA REGENERACIÓN VEGETATIVA EN MOMENTOS DE REGRESIÓN CLIMÁTICA

La capacidad de regeneración vegetativa (cepa o raíz, apomixis, etc.) para ciertos grupos de plantas es una circunstancia que debe ser tenida en cuenta a la hora de considerar el comportamiento de la vegetación en las fases de resistencia a condiciones climáticas difíciles. Cuando el clima se torna extremo, la biología reproductiva de los vegetales se enfrenta con limitaciones que afectan en primer

³ Hay otros macizos nororientales en los que podemos encontrar condiciones y contrastes semejantes. Por ejemplo la sierra de Montenegro (Ports de Tortosa) donde se puede llegar a ver algo excepcional: pino silvestre en estrecha vecindad con lentisco (*Pistacia lentiscus*) y a pocas decenas de metros, palmito (*Chamaerops humilis*). Habitan también en la montaña otras eurosiberianas como el chopo temblón (*Populus tremula*) o incluso un pequeño sauce rupícola, probablemente resto de la flora que llegó aquí en el Pleistoceno frío, sujeto posteriormente a especiación (hoy es el endemismo *Salix tarraconensis*).

lugar a la reproducción por vía sexual. En efecto una de las primeras consecuencias del incremento de heladas o del mantenimiento de condiciones de aridez en los límites del espectro ambiental de un taxón es la reducción o suspensión absoluta en la viabilidad de la floración y/o fructificación. Por ese motivo a plazo medio, si las condiciones adversas se mantienen, las especies no rebrotadoras sólo tienen una vía para evitar su desaparición más o menos rápida: la migración y persistencia en biotopos de condiciones favorables. Sin embargo los taxones con capacidad de propagación asexual podrán prolongar su existencia durante más tiempo en un determinado lugar aun con ausencia total de fecundación. Los individuos que logren persistir por esta vía presentarán normalmente portes de poco desarrollo, más humildes que los que fueren comunes a la especie en situaciones ambientales óptimas.

Esto puede haber conferido, en momentos de crisis climáticas, ventajas a taxones dotados de mecanismos de regeneración vegetativa; sin embargo el mantenimiento de poblaciones exclusivamente por este medio representa la conservación sin variación de las dotaciones génicas originales. Esta uniformidad a largo plazo obstaculiza la producción de variabilidad y conduce a que tras el periodo desfavorable, la población que ha resistido, sobre todo si es única, ofrezca poca versatilidad en el futuro próximo. La ausencia de posibles nuevas formas resistentes representa una limitación al mantenimiento de la población durante un periodo dilatado, en particular si nos encontramos en una fase de activo cambio climático. Por tanto si el periodo desfavorable es corto, la regeneración vegetativa puede llegar a resolver la permanencia; sin embargo ante duraciones prolongadas del mismo

probablemente sólo se logre una desaparición más tardía.

Una situación actual en la que encontramos cierto paralelismo con la circunstancia comentada puede ser la de los robles en la cordillera Cantábrica. Es un hecho conocido que el complejo *Q. robur/petraea* ha vivido mejores tiempos en ese área en momentos pasados del Holoceno; su importancia paisajística fue notable hacia mediados del mismo (en lo que se ha llegado a denominar con cierto grado de eufemismo "óptimo climático"); después la concurrencia de varios factores (condiciones climáticas menos favorables, expansión del haya en cotas de media montaña de la vertiente septentrional de la cordillera⁴, e intensa acción antrópica deforestadora), ha mermado significativamente su representación cantábrica. Puede recordarse a este respecto la existencia agónica de viejos ejemplares de roble en el seno de pujantes hayedos en muchos puntos de la Cordillera (COSTA *et al.* 1990; 1997). Sin embargo también podemos ver aún interesantes manifestaciones de robles en cotas altimontanas (superando los 1.800 m); se trata de arbustos con una ocupación de baja densidad, que no superan la talla de uno o dos metros, frecuentemente con portes rastroso que se extienden ampliamente en superficie y en los que raros son los años que muestran

⁴ En cotas semejantes de la vertiente meridional de la cordillera donde el haya no presenta la misma capacidad competitiva, se mantienen actualmente buenos bosques de *Quercus petraea*. Y en plena vertiente septentrional también se pueden apreciar *Quercus* del grupo *robur/petraea* en los cantiles cuarcíticos que frecuentemente interrumpen los hayedos (sobre todo en el sector centro-occidental de la cordillera), lugar donde los robles escapan a la fuerte presión competitiva del haya.

producción de bellota. En esas cotas comparten biotopo con las formaciones de abedul (éstos con portes arbóreos) peculiares de la alta montaña cantábrica ácida.

FLORAS Y PATRONES DE COMPORTAMIENTO DURANTE TARDIGLACIAR Y HOLOCENO

Puede examinarse a grandes rasgos la conexión de las floras precuaternarias con los paisajes que llegaron al principio del Holoceno; para ello comentaremos el modo en que, en nuestra opinión, han evolucionado los principales grupos de taxones, así como alguno de sus éxitos, adaptaciones o extinciones. También la representación que de los mismos ha alcanzado nuestros días tras sufrir fuerte modificación por la intensa presión antrópica en los últimos dos mil años.

Para ello vamos a considerar por separado los dos grandes conjuntos en que pueden ser agrupadas las floras terciarias: Geoflora tropical y Geoflora artoterciaria.

GEOFLORA TROPICAL: RELICTOS Y ADAPTACIONES

El carácter que mejor define este conjunto es su adecuación a regímenes térmicos cálidos o templado cálidos, pero en el marco de esta condición se encuentran diferentes grados de exigencia en humedad (o al contrario, capacidad para soportar periodos secos). Por tanto en las diferentes agrupaciones mixtas termófilas de taxones paleotropicales podemos diferenciar aquellos que denominaremos "termohúmedos" de los que se acomodan a una duración más o menos prolongada de sequía: "xerotérmicos"; aunque existan

lógicamente un buen número de situaciones transicionales.

LOS GRUPOS TERMOHÚMEDOS

La flora higrófila de carácter térmico es sin duda la que más efectivos ha perdido desde el comienzo de las situaciones climáticas adversas acaecidas desde el Terciario final hasta nuestros días. En efecto la aridificación messiniense de las últimas fases del Mioceno y, posteriormente, la sucesión de diversas fases frías y secas que se producen a lo largo del Pleistoceno, provocan la destrucción casi total de esta interesante flora tropical y subtropical húmeda.

Ya se señaló en párrafos anteriores que desde la perspectiva de la disponibilidad hídrica, las fachadas de la Península Ibérica bañadas por el Atlántico debieron ser los territorios más apropiados para acoger los representantes de esta flora. Sin duda las situaciones más críticas se dieron en los momentos pleistocenos de máximo frío y aridez, circunstancias que nos hacen mirar a las costas suroccidentales ibéricas⁵ como lugares más idóneos para la ubicación de los citados refugios.

En la actualidad es muy exiguo el número de taxones que podemos considerar relacionados con la flora que tratamos en este apartado; en él destaca un grupo relativamente importante de helechos cuya condición corológica resumimos a continuación:

⁵ *Más térmicos y potencialmente susceptibles de obtener, al menos localmente, compensación hídrica por la vecindad del Atlántico.*

Además de estos pteridofitos deben consignarse también taxones como el hojaranzo (*Rhododendron ponticum* ssp. *baeticum*), laurel (*Laurus nobilis*) o el loro (*Prunus lusitanica*).

Todos ellos muestran como elección de biotopo predilecto, dentro de su área de distribución, la ubicación en condiciones de vaguada, umbría, grietas en pared rocosa o bien otras situaciones que les permitan disponer de unos recursos hídricos importantes.

Quizás llame la atención el no haber mencionado en este apartado el acebo (*Ilex aquifolium*). La razón es que este taxón, de indudable filiación higrófila e integrante (junto a unas cuatrocientas especies más) de un género que se distribuye por las regiones templadas y tropicales de todo el Globo, ha desarrollado aptitudes para soportar temperaturas relativamente bajas. Ello le permite, manteniendo su morfología lauroide (COSTA *et al.*, 1997), vivir aceptablemente en los ambientes eurosiberianos y alcanzar el centro de Europa (si bien en su límite oriental no pasa de la talla de arbusto). Hay que destacar que las poblaciones más meridionales en la Península de esta especie (Cádiz), hacen honor a su filiación original termohúmeda pues comparten biotopo con laureles, hojaranzos e incluso uno de los helechos antes mencionados más sensibles al frío (*Culcita macrocarpa*). Se da también la circunstancia curiosa de que estas poblaciones gaditanas llegaron en su momento a ser diferenciadas de los acebos del norte y relacionadas con algunas de las especies presentes en Canarias (concretamente *Ilex perado*); Pau finalmente zanjó el asunto proponiendo la condición varietal para las mismas: *Ilex aquifolium*, var. *barcinonensis* (ACÓN & MORLA, 1993).

| Taxón | Familia | Área general | Distribución ibérica |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <i>Culcita macrocarpa</i> | <i>Culcitaceae</i> | Macaronesia | Costas atlánticas |
| <i>Woodwardia radicans</i> | <i>Blechnaceae</i> | Asia, América, Macaronesia | Costas cantábricas |
| <i>Psilotum nudum</i> | <i>Psilotaceae</i> | Ampliamente intertropical | Sur de la península |
| <i>Christella dentata</i> | <i>Thelypteridaceae</i> | Reg. tropicales de África y Asia | Sierras de Algeciras, Galicia |
| <i>Pteris incompleta</i> | <i>Pteridaceae</i> | Macaronesia | Costas suroccidentales |
| <i>Pellaea calomelanos</i> | <i>Sinopteridaceae</i> | Reg. tropicales de África y Asia | Noreste peninsular |
| <i>Pteris vittata</i> | <i>Pteridaceae</i> | África, Australia y Macaronesia | Noroeste, levante y sur |
| <i>Diplazium caudatum</i> | <i>Athyraceae</i> | Macaronesia | Sierras de Algeciras |

Volviendo a las incógnitas que plantea el grupo de termohigrófilos que han llegado a nuestros días, el mayor problema reside en situar las áreas donde esta reducida representación de taxones logró soportar los momentos más duros del Pleistoceno. Una posibilidad es la migratoria: hacia el sur y siempre por las costas atlánticas ibéricas; y otra es la permanencia dentro de un margen estrecho en cuanto a variación latitudinal. En este último caso y si tuvieron que desplazarse ¿dónde pudieron encontrar localizaciones favorables próximas?, una opción no desdeñable está representada por el amplio abanico de tierras emergidas que se originaron como consecuencia del importante descenso del nivel marino en los picos de frío del Pleistoceno (Fig. 5). Debido a la poca diferencia de cota en la plataforma continental, esas superficies debieron de representar muchos miles de kilómetros cuadrados en todo el litoral cantábrico. La posibilidad de encontrar relieves con orientaciones de solana en cotas bajas se hace elevada (y la proximidad del océano siempre ofrecerá una fuente al menos local de humedad). Todo ello proporciona al segundo planteamiento "menos dinámico"

en cuanto a grandes desplazamientos se refiere, un mayor rango de verosimilitud. No obstante no hay que oponer necesariamente ambas hipótesis: una posición ecléctica, más versátil, facilita la interpretación de la persistencia de los taxones que nos ocupan.



FIGURA 5. Reconstrucción de la línea de costa en la Península Ibérica en el máximo wurmiense (original de Fco. Javier Maldonado Ruiz).

AGRUPACIONES XEROTÉRMICAS

Los taxones integrantes de este grupo, que protagonizaron el paisaje en las zonas secas de la Península, serían sobre todo árboles y arbustos de hoja mediana o pequeña, perenne y con mecanismos para enfrentar periodos de déficit hídrico (cutículas gruesas, tomento, aceites, espinas); es la denominada "vegetación esclerófila" (si bien algunos caducifolios merecerían relacionarse aquí: el carácter caducifolio podría derivar de adaptación inicial a un periodo desfavorable por sequía, no por frío⁶).

Es en estas agrupaciones xerotérmicas donde se encuentra el origen principal de la vegetación que se acomoda a las condiciones climáticas que a mediados del Plioceno se instalan en la cuenca mediterránea. Éstas se caracterizan por la definición de un periodo seco estival bajo condiciones templado cálidas y son aquellos cortejos subtropicales de condición xérica los que aportan el mayor contingente taxonómico a la emergente flora mediterránea.

Pero las peculiaridades del nuevo clima mediterráneo llegan a representar para determinadas estirpes diferencias apreciables respecto a los climas a que estaban adaptadas con anterioridad: menor duración de los periodos de bonanza térmica, prolongación y/o incremento de la xericidad y sobre todo, en los ambientes más continentalizados (interior peninsular), un aumento de los contrastes térmicos estacionales y diarios. Ante estas limitaciones muchos taxones modifican las

estructuras y portes de sus aparatos vegetativos. Puede ser el caso de especies potencialmente arbóreas como *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea latifolia*, *Phillyrea angustifolia* o *Quercus coccifera*, que salvo en algunas situaciones excepcionales quedan reducidos a arbustos de talla modesta.

Quizás la situación que más nos puede evocar un tipo de esa formación pretérita de bosque tropical seco es la que encontramos en la portuguesa Serra de Arrabida, donde hoy día la xericidad se ve aliviada por una posición franca al Atlántico. Ahí, en laderas e interfluvios, permanecen restos de una estructura mixta de perennifolios⁷ integrada por individuos arbóreos de taxones que en la generalidad de territorio ibérico no pasan de la talla de arbusto (*Quercus coccifera*, *Phillyrea latifolia* o *Pistacia lentiscus*).

Otras especies también enraizadas en la geoflora paleotropical muestran mejor acomodo a la mediterraneidad climática (o bien han encontrado otros mecanismos adaptativos) y conservan intacta su condición arbórea. Puede ser el caso del alcornoque (*Quercus suber*) o el algarrobo (*Ceratonia siliqua*). Eso sí, estas especies siguen mostrando poca compatibilidad con las bajas temperaturas, particularmente la segunda.

La adaptación de aquella flora representó los fundamentos de la vegetación en la generalidad del perímetro mediterráneo excepto en las montañas de latitudes algo septentrionales

⁶ Aún se puede ver algún ejemplo actual de ello p.e.: *Euphorbia dendroides*, *Rhamnus lycioides*.

⁷ En los fondos de valle y umbrías se incorporan elementos marcescentes como el quejigo

(normalmente de mayores disponibilidades hídricas y más regularmente distribuidas).

Ya en la Península Ibérica debe destacarse un aspecto relacionado con sus peculiaridades geográficas. Se trata de la importancia que presenta el conjunto de tierras interiores y relativamente elevadas que se ha denominado frecuentemente "la Meseta Central Ibérica", quizás sin parangón en todo el Mediterráneo excepto con la meseta central de Anatolia en Turquía. Las condiciones del clima mediterráneo se modifican de manera apreciable en esas tierras altas y alejadas de las costas: se acentúan los contrastes térmicos estacionales y diarios pudiéndose calificar esa situación como clima mediterráneo de matiz subcontinental. Y es precisamente ahí donde se configura, quizás en el transcurso del Pliopleistoceno, un taxón que se adecua o ajusta bien a esa condición climática: *Quercus ilex* ssp. *ballota*. En efecto la encina de la Meseta o carrasca, como se denomina en muchos sitios, puede considerarse el exponente característico de una variante o tipo, dentro de la vegetación mediterránea, apropiado para soportar importantes dosis de frío y contrastes térmicos acentuados. El desarrollo de esta vegetación mediterránea subcontinentalizada y singular sólo es relevante con carácter extenso en el interior de Iberia (a ella debe asociarse también una parte de nuestros principales *Quercus marcescentes*⁸). Los cortejos florísticos asociados son pobres en relación con las comunidades vegetales mediterráneas poco alejadas de la costa: muchos taxones se pierden hacia el interior a causa del frío, filtro selectivo

⁸ Cuestión de interés y que merecería un comentario más amplio pero que queda ya fuera del marco de esta síntesis.

para las especies más termófilas (FONT QUER, 1954).

Este autor refiriéndose a la península Ibérica, acuñó con gran acierto el término "piso infrailicino" (*Op. cit.*) para distinguir un territorio (fundamentalmente meridional y levantino) en el que la vegetación mediterránea no cuenta con la participación de la encina. Se refiere este autor a la especie colectiva *Quercus ilex*, sin diferenciar subespecies, y entendiendo como causa principal de su exclusión, el carácter xérico de las costas meridionales y orientales ibéricas. Precisamente en ese piso infrailicino es donde se desarrolla la variante más xérica derivada de lo que hemos denominado agrupaciones xerotérmicas de la geoflora paleotropical (pero quedarían excluidas especies menos resistentes a la sequía como el madroño o el alcornoque). Font Quer señala al palmito (*Chamaerops humilis*) como especie cuya área de distribución ilustra bien el perímetro del citado piso (Fig. 6).



FIGURA 6. Distribución del palmito en la Península Ibérica, área representativa del "piso infrailicino" (según FONT QUER, 1954).

Si el concepto de piso infralítico se estableciese exclusivamente con relación a la ssp. *ballota* de *Quercus ilex*, entonces los territorios implicados, también costero levantinos y meridionales, se verían identificados más por un criterio térmico que hídrico. Implicaría espacios cálidos, escasamente afectados por las heladas, donde una especie como la encina de la Iberia mesetaria encontraría pocos hábitats favorables⁹. Su extensión sería superior e incluiría el norte de la Cataluña costera (más húmedo y fuera del piso infralítico clásico de Font Quer) donde abundan los bosques quercíneos perennifolios más exigentes en humedad como el alcornoque. Un ambiente definido de esta forma resulta bastante integrador de la herencia de lo que hemos denominado en párrafos anteriores el conjunto xerotérmico de la geoflora paleotropical.

EL LEGADO DE LA GEOFLORA ARCTOTERCIARIA

Son taxones procedentes de una flora que se gestó en latitudes septentrionales durante el Terciario (MAI, 1989; 1991) y que a finales del Cuaternario tendrán un papel relevante en el paisaje vegetal del norte de la Península y territorios de montaña. Como biotipos más destacados deben señalarse los árboles y arbustos planocaducifolios y los perennifolios aciculares. La mayor parte de estos taxones debieron tener más problemas con la aridez que

con el frío en los periodos de máximo glaciación a través del Pleistoceno.

LOS PLANOCADUCIFOLIOS

Extienden su dominio por la cornisa cantábrica y pisos de montaña de los macizos septentrionales ibéricos. Como formadores de bosques, los taxones más destacados son los robles (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) y el haya, aunque también deben citarse abedules, arces, fresnos, olmos, etc. Todos ellos lograron permanecer, probablemente como pequeñas poblaciones, en refugios durante los momentos climáticos más críticos del Cuaternario.

Los abedules llegaron a descender mucho en latitud en algún momento del Pleistoceno; de ello resulta su actual presencia en África y en parte de las montañas meridionales ibéricas (S0 Nevada, Cazorla). Posteriormente tuvieron gran protagonismo en la recomposición de los paisajes forestales durante el Tardiglaciario y primeras fases del Holoceno. Hoy día se restringen, en lo fundamental, al norte aunque han dejado interesantes muestras de ese pasado como por ejemplo la población relictiva de Riofrío, a unos 600 m de altitud en la provincia de Ciudad Real. Los robles tuvieron sus mejores momentos en las fases templadas y húmedas de mediados del Holoceno, formando importantes masas forestales en el piso colino y montano de la cordillera Cantábrica. Más adelante sin embargo van a ver reducida su presencia por el pujante avance de *Fagus sylvatica*.

El haya no presenta en los dos primeros tercios del Holoceno una relevancia paisajística en la Península. Durante bastante tiempo tuvo vigencia la hipótesis clásica (HUNTLEY & BIRKS, 1983) de una llegada procedente de

⁹De hecho es muy poco frecuente. En la provincia de Alicante sus localidades en cotas bajas son raras (COSTA TENORIO et al., 1996; MARCO et al., 2002) y en la Murcia costera resulta excepcional.

oriente a través de los Pirineos en el Holoceno tardío, con posterior expansión ibérica; sin embargo ya está suficientemente constatado que ha dispuesto de refugios en muy diferentes puntos de la Península a lo largo del Cuaternario (Fig. 7) (MARTÍNEZ ATIENZA & MORLA, 1992). En el último tercio del Holoceno los hayedos experimentan un expansión espectacular imponiendo su protagonismo en las montañas cantábricas entre los 600 y 1.500 m aproximadamente (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 2002). Los robledales fueron los principales perjudicados, aunque dejaron testigos de su presencia montana como ya se indicó en páginas anteriores. En la actualidad el haya aún prosigue conquistando algunos espacios en los confines de su área de distribución pero el clima mediterráneo representa un obstáculo definitivo para su avance.

PINARES

Los pinares han desempeñado un destacado papel en los paisajes ibéricos durante el Cuaternario (COSTA *et al.*, 1997). En el Pleistoceno superior por ejemplo, pasado el máximo wurmiense, tuvieron una importante función: la recuperación de muchos espacios para el bosque en tierras medias y elevadas de gran parte de la Península. En el sur, donde se encuentra uno de los yacimientos paleobotánicos más importantes de Europa (turbera de Padul, Granada - Pons & Reille, 1988-) se aprecia su hegemonía hasta los 13.200 BP, y posteriormente, aunque ceden el protagonismo a las frondosas, no llegan a desaparecer. En el Norte, la cordillera Cantábrica estuvo cubierta de pinares de *P. uncinata* y *P. sylvestris*, hoy desaparecidos o fuertemente mermados, respectivamente (GARCÍA ANTÓN *et al.*, 1997).



FIGURA 7. Yacimientos de polen fósil en la Península Ibérica entre 4000 y 2700 BP. Los puntos negros indican presencia de *Fagus* (según MARTÍNEZ ATIENZA & MORLA, 1992).

Los ejemplos citados constituyen dos casos claros de la merma o recesión de los paisajes de pinar con la llegada de los tiempos climáticamente más favorables del Holoceno¹⁰. Sin embargo este modelo no es generalizable al conjunto peninsular: existen otras zonas o territorios en los que los pinares tardiglaciares han alcanzado como paisajes dominantes los tiempos holocenos y aún los actuales. Es el caso por ejemplo del Sistema Ibérico septentrional; en esta montaña los diferentes estudios paleobotánicos llevados a cabo ponen de manifiesto el protagonismo continuo de los pinares hasta nuestros días. En otros macizos el comportamiento no ha sido homogéneo como ocurre en la Cordillera Central (FRANCO MÚGICA *et al.*, 1998). En ella los extensos pinares tardiglaciares experimentaron una reducción progresiva, cronológicamente es en el sector occidental (sierra de Estrela, Portugal)

¹⁰ En muchos casos su desaparición o marcada regresión se ha visto favorecida por la acción antrópica (FRANCO *et al.*, 2000b).

donde primeramente comienzan a perder importancia (hasta desaparecer completamente). Después fueron reduciendo progresivamente su presencia de oeste a este (en la sierra de Gredos aún restan interesantes manifestaciones). Las razones responsables de esta evolución tienen que ver en gran medida

con las condiciones climáticas, húmedas y suaves en el occidente (por la proximidad del océano Atlántico) y más contrastadas o subcontinentales en la sierra de Guadarrama donde hoy día se mantiene la hegemonía de los pinares naturales (*P. sylvestris*).

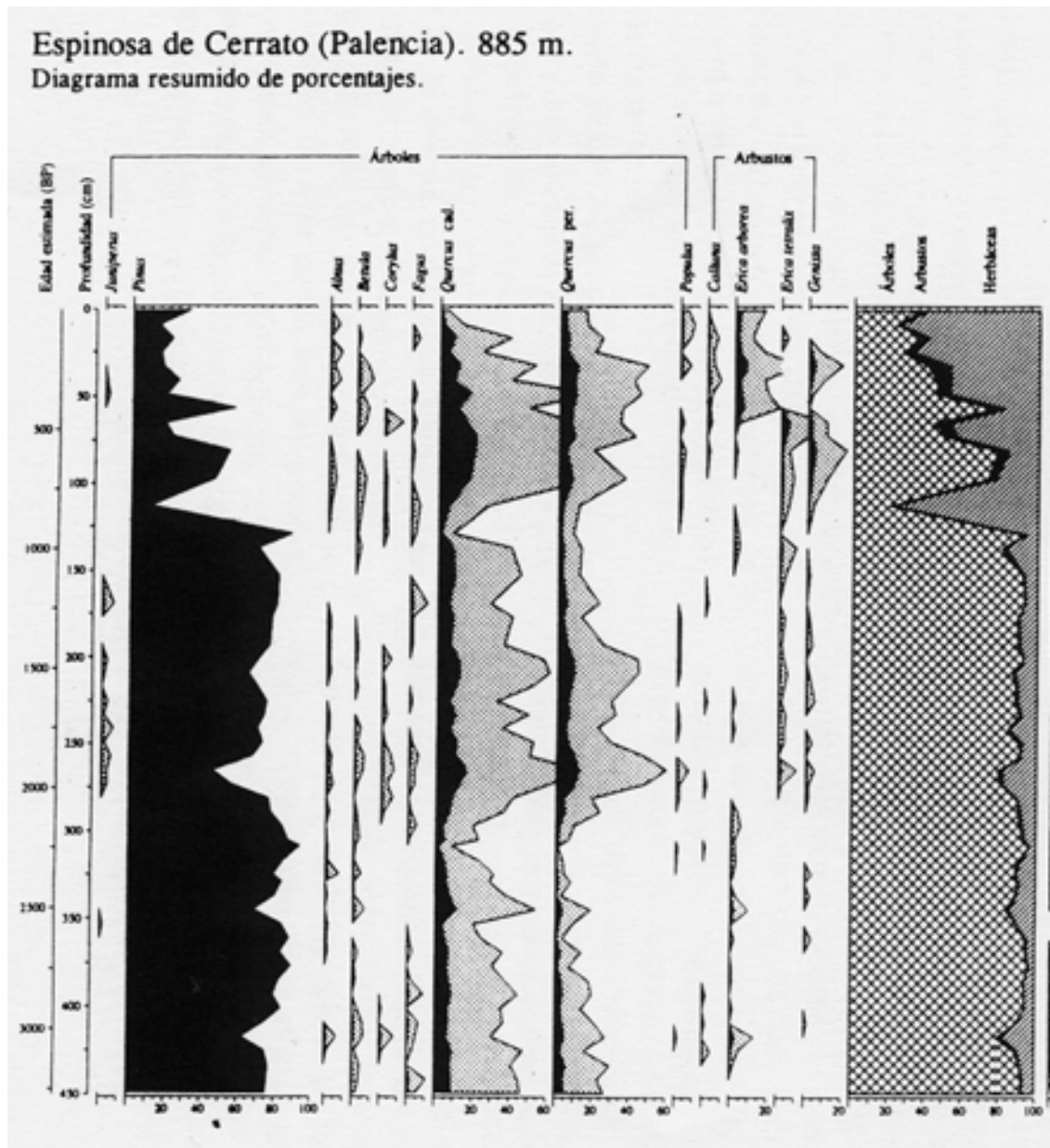


FIGURA 8. Diagrama polínico de Espinosa de Cerrato (según FRANCO *et al.*, 1996).

Una situación algo diferente, y que merece la pena ser destacada, es la que atañe a un espacio tradicionalmente no considerado como pinariego¹¹: la meseta septentrional ibérica o depresión terciaria del Duero. Aquí la destrucción antrópica de los paisajes naturales originales data de muy antiguo y hasta hace poco tiempo no se disponía de información paleobotánica relativa al Holoceno. En el ámbito de botánicos y naturalistas siempre se pensó que una superficie ondulada y extensa, con sustratos favorables a la edafogénesis y bajo las condiciones climáticas del Holoceno, debió sustentar en tiempos preantrópicos extensas formaciones de frondosas. La cartografía sobre vegetación potencial existente para la zona atribuye así mismo la teórica hegemonía paisajística a comunidades de planifolios esclerófilos o marcescentes (RIVAS MARTÍNEZ, 1987). Sin embargo estudios paleobotánicos recientes efectuados en la comarca del Cerrato (FRANCO MÚGICA *et al.*, 1996; 2000a) han puesto de manifiesto que los pinares han dominado, al menos regionalmente, todo el transcurso del Holoceno (Fig. 8).

No queremos acabar este apartado dedicado a los pinares sin hacer referencia a un aspecto que en la escala amplia del tiempo geológico debe destacarse como una interesante cuestión evolutiva (KLAUS, 1989): los pinos adaptados a ambientes secos y temperaturas cálidas, siendo el más representativo *Pinus halepensis*. No es fácil conocer los cauces filogenéticos y

¹¹ Con excepción claro está de la comarca segoviana de Tierra de Pinares (CALONGE CANO, 1987)

las vicisitudes paleoclimáticas que condujeron a la especiación de estos pinos xerófilos. Hoy día es relevante su participación, junto con los planifolios xéricos y térmicos aludidos en párrafos anteriores, en la integración de una cubierta forestal sobre espacios sometidos a secuencias climáticas desfavorables para los bosques en el marco mediterráneo: los ambientes secos del sur y este de la península Ibérica (RUIZ DE LA TORRE, 1973).

CONCLUSIONES

A través de los epígrafes anteriores se han revisado aspectos de diferente carácter vinculados a la comprensión de la variación de los paisajes vegetales ibéricos durante el Cuaternario, en particular los correspondientes a la última fase del mismo. La reconstrucción de esos acontecimientos requiere reunir e interpretar adecuadamente muchos sucesos o fenómenos que han interactuado en ese tramo del tiempo geológico. Entre los abordados en esta presentación algunos, a mi juicio muy importantes, sólo han sido aludidos someramente aunque se refieren a cuestiones centrales en la teoría de la reconstrucción paleopaisajística. La razón es que ya han sido tratados, en diverso grado, en diferentes trabajos que han prestado atención al tema en los últimos tiempos. Nos parece oportuno señalar aquí aquellos que consideramos han aportado informaciones integradas o síntesis de interpretación, útiles para una comprensión global de nuestra historia paleofitogeográfica; unos son de carácter general como los de GARCÍA ANTÓN *et al.* (1990, 2002), COSTA *et al.* (1988, 1990) o CARRIÓN (2000, 2001), mientras que otros, más monográficos, se refieren a las vicisitudes de alguno de los

grandes taxones protagonistas del paisaje y sus cambios; como es el caso de *Fagus* (MARTÍNEZ ATIENZA *et al.* 1992; PEÑALBA, 1994; RAMIL REGO, 2000), *Abies* (PÉREZ OBIOL *et al.* 1990), *Juniperus* (GÓMEZ MANZANEQUE *et al.* 2000) o *Pinus* (MORLA, 1993; FRANCO *et al.* 2000b).

En la actualidad se encuentran en marcha numerosos estudios de paleobotánica en distintas disciplinas (antracología, xilología, palinología, estudio de cutículas); sus resultados aportarán información valiosa, de gran interés en definitiva para confirmar, discutir o modificar los diferentes tipos de hipótesis o modelos planteados en torno al tema. Lo importante es que poco a poco nos vamos aproximando con fundamentos científicos a aclarar definitivamente la historia del pasado reciente de nuestra vegetación: cada impulso va a permitir precisar, cada vez más, el modelo de cambios paisajísticos en el transcurso del Cuaternario, y en consecuencia determinar el paisaje vegetal que encontraron los primeros poblamientos humanos en el occidente mediterráneo y particularmente en la península Ibérica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis colegas Mercedes García Antón, Javier Maldonado Ruiz y Fernando Gómez Manzaneque, la lectura crítica del texto y sus interesantes comentarios.

BIBLIOGRAFÍA

ACÓN REMACHA, M. & C. MORLA JUARISTI - 1993- **Nuevos datos acerca de la singularidad geográfica de las sierras de Algeciras (Cádiz):**

***Sphagnum plathypyllum* en la sierra de la Palma.**
Acta Botanica Malacitana, 18:73-76.

BURJACHS, F. -1990- Evolució de la vegetació i paleoclimatologia desde fa mes de 85.000 anys a la regió d'Olot. Anàlisi polínica del Pla de l'Estany (Sant Joan les Fonts, la Garrotxa). **Vitrina**, 5: pp. 49-56.

BURJACHS, F.; CARTAÑÁ, M. & MONTEIS, J. - 1992- Primers resultats sobre la paleoclimatologia i dinàmica del dipòsit lacustre quaternari del "Pla de l'Estany" (St. Joan Les Fonts, Garrotxa) in Mallarach, J.M. ed.: La recerca científica al Parc Natural de la zona volcànica de la Garrotxa (1982-1992):pp. 39-48. Departament de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya.

CALONGE CANO, G. -1987- **El complejo y la organización de la explotación forestal en la Tierra de Pinares segoviana.** Publ. Excma. Dip. Prov. Segovia, pp. 347.

CARRIÓN, J.S. -2000- Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico, **Complutum**, 11: pp. 115-142.

CARRIÓN, J.S. -2001- Condicionantes de la respuesta vegetal al cambio climático. Una perspectiva paleobiológica. **Acta Botánica Malacitana** 26: pp. 157-176.

COSTA TENORIO, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. -1988- **Consideraciones acerca de la evolución del paisaje vegetal de la península Ibérica durante el Cuaternario reciente,** Actes del Simposi Internacional de Botànica Pius Font i Quer, vol. II Fanerogamia: pp. 427-438.

COSTA TENORIO, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. -1990- La evolución de los bosques de la península Ibérica: una interpretación

- basada en datos paleobiogeográficos. **Ecología, F.S.**, (1):pp. 31-58.
- COSTA TENORIO, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. -1996- Memoria de Vegetación, en: J. Ruiz de la Torre ed. *Mapa Forestal de España, E 1:200.000, hoja n° 8/9 Alicante*.
- COSTA TENORIO, M., MORLA JUARISTI, C. & H. SAINZ OLLERO (eds.) -1997- **Los bosques ibéricos, una interpretación geobotánica**, Ed. Planeta, pp. 597.
- COSTA TENORIO, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. -2000- **Fitoecología y corología de *Krascheninikovia ceratoides* en el valle del Ebro**. Instituto de Estudios Turolenses, Publ. del Congreso de Botánica en homenaje a Francisco Loscos Bernal, pp:497-511.
- FONT QUER, P. -1954- La Vegetación, en: TERÁN *et al.* (Eds.): **Geografía de España y Portugal**, Ed. Montaner y Simón, Barcelona, vol. III: pp.145-271.
- FRANCO MÚGICA, F.; GARCÍA ANTÓN, M. & SAINZ OLLERO, H. -1998- Vegetation dynamics and human impact in the Sierra de Guadarrama, Central System, Spain. **The Holocene**, 8(1): 69-82.
- FRANCO MÚGICA, F.; GARCÍA ANTÓN, M.; MALDONADO RUIZ, J.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. -1996- Aproximación a la dinámica de la vegetación holocena en la Meseta Norte: Espinosa de Cerrato (Palencia), **Estudios palinológicos**: pp. 53-56.
- FRANCO MÚGICA, F.; GARCÍA ANTÓN, M.; MALDONADO RUIZ, J.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. - 2000a- The Holocene history of Pinus forest in the Spanish Northern Meseta. **The Holocene**, 11(3) pp. 343-358.
- FRANCO, F.; GÓMEZ MANZANEQUE, F.; MALDONADO, J. & POSTIGO, J.M. - 2000b- El papel de los pinares en la vegetación holocena de la península Ibérica. **Ecología**, 14:235-251.
- GARCÍA ANTÓN, M.; MORLA JUARISTI, C & SAINZ OLLERO, H. -1990- **Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la península Ibérica**, Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, sección de Biología 68(1-4): 95-105.
- GARCÍA ANTÓN, M.; FRANCO MÚGICA, F.; MALDONADO RUIZ, J.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H., -1997- New data concerning the evolution of the vegetation in Lillo Pinewood (León, Spain), **Journal of Biogeography**, pp. 24:929-934.
- GARCÍA ANTÓN, M.; MALDONADO RUIZ, J.; MORLA JUARISTI, C. & H. SAINZ OLLERO - 2002- Fitogeografía histórica de la península Ibérica, en: PINEDA, F.D., DE MIGUEL, J.M.; CASADO, M.A. & J. Montalvo: **La diversidad Biológica en España**. CYTED, Madrid.
- GÓMEZ MANZANEQUE, F.; COSTA TENORIO, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. - 2000- Elementos para una interpretación paleogeográfica de los sabinars albares de la península Ibérica, Coll. Intern. "Le Génévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) dans le Bassin Occidental de la Méditerranée: Systématique, Ecologie, Dynamique, Gestion". **Dossiers Forestiers**, 6: pp. 171-178.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H.J.B. -1983- **An Atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago**. Cambridge University Press. Cambridge, pp. 667.

- HSÚ, K. -1978- Cuando el mar Negro se desecaba, **Investigación y Ciencia**, 22, pp. 14-27.
- KLAUS, W. -1989- Mediterranean pines and their history, **Plant Systematic and Evolution**, 162:pp. 133-163.
- MAI, D.H. -1989- Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. **Plant Systematic and Evolution**, 162:pp. 79-91.
- MAI, D.H. -1991- Palaeofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arctotertiary-Palaeotropical geofloral concept.; **Rev. Palaeobot. Palinol.**, 68:pp. 29-36.
- MARCO MOLINA, J.A.; PADILLA BLANCO, A. & SÁNCHEZ PARDO, A. -2002- Distribución de la carrasca (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) en Alacant, **Temas en Biogeografía**, pp. 412-424; ed. Aster.
- MARTÍNEZ ATIENZA, F. & MORLA JUARISTI, C. - 1992- Aproximación a la paleocorología holocena de *Fagus* en la península Ibérica a través de datos paleopolínicos. **Investigaciones Agrarias, Fuera de serie**, nº 1:pp. 135-145.
- MORLA JUARISTI, C. -1993 - **Significación de los pinares en el paisaje vegetal de la península Ibérica**, Actas I Congreso Forestal Español, ponencias y comunicaciones, tomo I: pp. 361-370.
- PEÑALBA, M.C. -1994- The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis, **Journal of Ecology**, 82:pp. 815-832.
- PÉREZ GONZÁLEZ, A.; CABRA GIL, P. & A. MARTÍN SERRANO -1989- **Mapa del Cuaternario de España**. ed.: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- PÉREZ OBIOL, R. & ROURE, J.M. -1990- Evidència de la regressió recent de les avetoses a partir de les anàlisis políniques, **Orsis**, 5:pp. 5-11.
- PONS, A. & REILLE, M. -1988- The Holocene and upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study. **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**, 66: pp. 243-263.
- RAMIL_REGO, P. RODRIGUEZ GUITIAN, M.A. SOBRINO, C.M., GOMEZ_ORELLANA, L. - 2000- Some considerations about the postglacial history and recent distribution of *Fagus sylvatica* in the NW Iberian peninsula., **Folia Geobotanica**, 35, pp. 241-271.
- REGATO, P.; GÉNOVA, M. & GÓMEZ MANZANEQUE, F. -1992- **Las representaciones relictas de *P. nigra* Arn. en el Sistema Central español**, **Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural**. (Sección de Biología), 88(1-4): pp. 63-71.
- RIVAS MARTÍNEZ, -1987- **Memoria del mapa de series de vegetación de España**. ICONA. pp. 268, Madrid.
- RUIZ DE LA TORRE, J. -1973- Significación de los pinares xerófilos, **Vida Silvestre** nº 6, pp.108-113.
- WALTER, H. -1984- **Vegetation of the Earth**, Springer-Verlag, pp. 318, Berlín.