

EVOLUCIÓN DE LAS FLORAS TERCIARIAS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Eduardo Barrón

Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad
Complutense de Madrid, 28040 Madrid.

RESUMEN: Se realiza una síntesis sobre la evolución de las floras durante el Terciario en la Península Ibérica, considerando, por una parte, la importante relación que tuvieron con las del Cretácico Superior y, por otra, la influencia que el desarrollo de las Geofloras europeas tuvo en su constitución. Asimismo, se realiza un breve resumen cronológico de las floras peninsulares mejor estudiadas y se exponen conclusiones sobre la evolución de la vegetación y el clima.

PALABRAS CLAVE: floras fósiles, evolución, vegetación, clima, Terciario, Península Ibérica.

ABSTRACT: A summary is presented of the evolution of Tertiary plant fossil assemblages in the Iberian Peninsula. The relationships between Tertiary plants and the Late Cretaceous ones are pointed out, as are the changes in composition of Tertiary floras in Europe. A brief chronological account of the better known Iberian fossil floras is also provided with some final conclusions regarding vegetation in relation to the climatic evolution of Tertiary times.

KEY WORDS: fossil floras, evolution, vegetation, climate, Tertiary, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

El estudio y comprensión de las floras del Cenozoico, período que abarca el Terciario (65-1,64 m.a) y el Cuaternario (1,64 m.a.-actualidad), no podría llevarse a cabo si no consideramos que los patrones de aparición y evolución de los distintos grupos vegetales han sido asincrónicos con la mayor parte de los grupos de animales. Así, se puede hablar de cuatro grandes períodos paleoflorísticos que son las denominadas eras Thalassofítica, Paleofítica, Mesofítica y Cenofítica, las cuáles no son correspondientes con las eras Arcaica, Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica.

Más concretamente, el Terciario se incluiría en la era Cenofítica (Fig. 1), la cual abarca todo el Cretácico Superior, el cual se inició hace

unos 145,6 m.a., y el Cenozoico. Durante este período se desarrolló un cambio global en las floras del Planeta, propiciado por la diversificación y expansión de las angiospermas, las cuales han llegado a dominar una gran parte de los biota terrestres.

La vegetación del Cretácico Superior no se encontraba distribuida sobre los continentes al azar, estaba estructurada en cinturones climáticos latitudinales. Durante este período, los tipos modernos de diferenciación climática no existían (MEYEN, 1987). Por ejemplo, ni los polos presentaban casquetes de hielo, ni existieron zonas de elevada pluviosidad en las zonas ecuatoriales. Así, al menos durante el Senonense (88-65 m.a.), se pudieron distinguir a partir de datos paleobotánicos cuatro

zonaciones paleoflorísticas (HERNGREEN & CHLONOVA, 1981):

(i) La primera se desarrolló en las zonas boreales, territorios que hoy en día forman parte del Oeste de Norteamérica y el Norte y Este de Asia. Estuvo caracterizada por el tipo palinológico *Aquilapollenites*, que parece estar emparentado con angiospermas primitivas relacionadas con la actual familia del sándalo (Santalaceae).

(ii) La segunda zona se desarrolló al sur de la Boreal y al norte del mar del Tethys, integrando regiones del Este de Norteamérica, Europa y Asia Menor y Central. Se caracterizó por el tipo polínico *Normapolles*, que se relaciona con la familia de los nogales (Juglandaceae).

(iii) La tercera se ubicó en el Ecuador y abarcó territorios del Centro de África, Madagascar, Norte y Centro de Sudamérica, la India, Indochina e Indonesia. Presentó un clima árido caracterizado por granos de polen de Gnetales, Cycadaceae, Bennettitales y de *Elaterosporites*, cuya afinidad botánica se desconoce.

(iv) En las zonas Australes de lo que hoy es Australia, la Antártida y el sur de Sudamérica y África, se desarrolló una cuarta zona florística caracterizada por la presencia de palinomorfos de Podocarpaceae y hayas australes (*Nothofagus*).

Esta zonación florística demuestra que las plantas se organizaron ya al principio de la era Cenofítica (Cretácico Superior) en regiones paleofitoflorísticas, es decir, en regiones con unas características ambientales propias (clima, precipitaciones, topografía, etc.) no uniformes,

que permitían el desarrollo de un conjunto exclusivo de comunidades vegetales.

El límite entre el Cretácico Superior y el Terciario vino acompañado por un evento de extinción masiva, posiblemente producido por el impacto de un meteorito, que afectó a muchos grupos de animales. Así, desaparecieron los dinosaurios, los reptiles voladores (Pterosaurios) y los acuáticos (Ichtyosaurios, Plesiosaurios), los ammonoides, gran cantidad de braquiópodos, los rudistas (moluscos que formaban arrecifes), etc.

A diferencia de los grupos animales, las plantas experimentaron la extinción de unos pocos taxones, como la familia Cheirolepidiaceae o el orden Bennettitales. Pero, por lo general, se observa a principios del Terciario una continuidad de lo que ya existía a finales del Cretácico.

El período Terciario se desarrolló a partir de este evento de extinción que tuvo lugar hace 65 m.a.; y se encuentra dividido en dos grandes sistemas (Fig. 1): el Paleógeno (65-23,3 m.a.) y el Neógeno (23,3-1,64 m.a.). El Paleógeno, a su vez, puede dividirse en tres series: Paleoceno, Eoceno y Oligoceno; dividiéndose en Neógeno en dos: Mioceno y Plioceno.

En este trabajo nos vamos a centrar en la evolución de la flora de la Península Ibérica durante el Terciario. No obstante, por una parte debemos resaltar los pocos estudios que se han realizado hasta la fecha en España y Portugal (BARRÓN *et al.*, 1996), si tenemos en cuenta la gran tradición paleobotánica que presentan algunos países europeos; y, por otra, la particular situación paleogeográfica que tuvo la Península Ibérica con respecto al resto del

continente euroasiático, por lo que presentó una interesante flora a lo largo de este período.

Era	Sistema	Serie	Millones de años	
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0,01	
		Pleistoceno	1,64	
	Neógeno	Plioceno	superior	3,4
			inferior	5,3
		Mioceno	Superior	11,0
			Medio	16,0
			Inferior	23,3
			Oligoceno	29,3
	Paleógeno	Eoceno	superior	35,4
			medio	38,6
		inferior	50,0	
		Paleoceno	superior	56,5
			inferior	60,5
		65,0		
Mesozoico	Cretácico	Superior	Senonense	88,0
			145,6	

FIGURA 1. Tabla cronoestratigráfica simplificada de la era Cenozoica.

GEOFLORAS CENOZOICAS EUROPEAS Y SU EVOLUCIÓN

El Reino Holártico durante el final del Cretácico y gran parte del Terciario estuvo poblado por dos cinturones de vegetación con características diferentes. A estos cinturones de vegetación que se mantuvieron por ellos mismos, sólomente con cambios menores en su composición, durante varias épocas y periodos de la historia de la Tierra, se les denomina *Geofloras* (WOLFE, 1981; MAI, 1991).

El concepto de geoflora arctoterciaria (Fig.2), definida por ENGLER (1882), fue la primera contribución de la Paleobotánica al campo de la fitogeografía (WOLFE, 1977); y fue descrita como “*se distingue por numerosas coníferas y numerosos géneros de árboles y arbustos que ahora dominan en Norteamérica o la zona extratropical del Este de Asia y Europa. Es la flora que se descubrió en las localidades del Ártico, designada por Heer como miocena y presentó un carácter universal en el área circumpolar... A estos elementos arctoterciarios pueden pertenecer los mesotermos de De Candolle y probablemente los microtermos y hecistotermos*”. Se trata de una definición florística y ecológica (MAI, 1991). Esta flora se encuentra tipificada por la flora paleógena del Ártico descrita por HEER (1868).

Los principales componentes de las floras arctoterciarias a finales del Cretácico eran: *Metasequoia*, *Macclintockia*, *Cercidiphyllaceae*, *Platanaceae* y *Trochodendraceae*, entre otros elementos. El clima bajo el que se desarrollaron estos taxones debió ser templado cálido. La geoflora Arctoterciaria se originó durante el Cretácico Superior en el área Boreal, que actualmente corresponde al Noreste de Europa, Kazajistán, Siberia, Este de Rusia, Japón, Corea, Norteamérica y regiones árticas; persistió durante gran parte del Paleógeno y, respondiendo al gradual enfriamiento del clima, migró hacia el Sur a finales del Paleógeno y durante el Neógeno hasta las latitudes en donde hoy se mantiene: Asia Central y del Este y Sureste de Norteamérica. Las plantas características de esta geoflora se pueden encontrar en los bosques mesófilos caducifolios y de coníferas del Hemisferio Norte.



FIGURA 2. Mapa de distribución de las Geofloras euroasiáticas durante el Paleógeno.

Los integrantes más representativos de las floras arctoterciarias durante el Paleoceno y Eoceno fueron: *Osmunda*, *Ginkgo*, *Taxodium*, *Sciadopitys*, *Abies*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Thuja*, *Alnus*, *Betula*, *Platanus*, *Juglans*, *Castanea*, *Cercidiphyllum*, *Fagus*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Populus*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Carpinus*, *Corylus*, *Acer*, *Aesculus*, *Vitis*, etc., además de angiospermas de inciertas afinidades que se extinguieron durante el Paleógeno como: *Grewiopsis*, *Macclintockia*, *Protophyllum*, etc. (MEYEN, 1987). Durante el Paleógeno además de desarrollarse en las zonas ya citadas, en donde se originó durante el Cretácico Superior, la Geoflora Arctoterciaria se extendió por las Islas Británicas, Bielorrusia, Urales medios, Asia a través del sur de Altai y Mongolia, Prymoria y el Norte de Japón. En Norteamérica su límite meridional vino marcado por lo que hoy es la actual frontera entre Estados Unidos y Canadá.

En las regiones al sur de la zona Ártica, en latitudes medias y bajas del Oeste de Norteamérica y Eurasia, desde el Cretácico tardío al Mioceno Superior, se desarrolló una geoflora caracterizada por bosques con requerimientos paratropicales, subtropicales o templados integrados por taxones perennifolios, que soportaban climas monzónicos. A esta geoflora se le denominó Paleotropical (Fig. 2), y ENGLER (1882) la definió como “*es distinguible por medio de familias y subfamilias dominante en los trópicos del Viejo Mundo, pero especialmente por la ausencia de varias familias de plantas, grupos y géneros extendidos en regiones arctoterciarias*”.

Según MAI (1991), la geoflora paleotropical evolucionó de forma autóctona en el Cretácico Superior. Estuvo caracterizada por bosques paratropicales lluviosos, bosques subtropicales lluviosos, laurisilvas subtropicales y templadas, y formaciones de bosques de coníferas y laurisilvas mediatizadas edáficamente. En los

bosques subtropicales paratropicales prevalecieron siempre árboles y arbustos perennifolios, estando su estrato herbáceo poblado fundamentalmente de helechos. Asimismo, presentaban también un gran número de plantas lianoides y epífitas.

Más concretamente, el área en donde se desarrolló la geoflora paleotropical abarcó todo el Hemisferio Norte a lo largo de las costas del Tethys (antiguo mar que comunicaba el océano Atlántico y el Índico). En América incluyó el territorio actualmente ocupado por los Estados Unidos, y en Eurasia: Europa, Asia Menor, la mayor parte de Kazakhstán, Asia Central, China y Japón.

Los bosques perennifolios y las laurisilvas caracterizaron de forma importante las formaciones vegetales del Terciario europeo. Incluso, algunos autores como MAI (1989), indican que fueron los tipos fundamentales de vegetación en esa región.

A diferencia de la geoflora arctoterciaria, la Paleotropical sólo existió como una fitocoria independiente durante la primera mitad del Paleógeno, teniendo su desarrollo óptimo durante el Eoceno inferior y medio. Estuvo integrada por un gran número de géneros, subfamilias y familias que están en la actualidad ausentes en Europa y que ahora habitan en África, Sureste de Asia y la región macaronésica (p.e. *Alangium*, *Phoenix*, *Castanopsis*, *Symplocos*, *Persea*, Theaceae, *Trigonobalanus*, *Nypa*, *Mastixia*, *Visnea*, etc.). Parece ser que Europa fue el centro de origen y desarrollo de flora de tipo lauroide, ya que la región europea estuvo aislada durante el Paleoceno del resto de las masas continentales euroasiáticas y americanas por el mar del Tethys y los océanos Ártico y Atlántico.

Por lo tanto, en Europa se desarrolló una flora exclusiva de tipo lauroide que ocupó un territorio denominado *Región de Gelinden*, ya que está tipificado por la flora de Gelinden (Francia) (SAPORTA, 1881), caracterizada por gran cantidad de especies de lauráceas de los géneros *Cinnamomum*, *Litsea*, *Neolitsea*, *Persea* y *Laurus*; de fagáceas de los géneros *Quercus* (incluyendo *Cyclobalanus*), *Castanopsis* y *Lithocarpus*; y palmeras de los géneros *Chamaerops*, *Livistona*, *Sabal* y *Trachycarpus*; además de géneros de afinidades inciertas como *Dryophyllum*, que en algunas ocasiones dominan numéricamente las asociaciones fósiles.

A partir del Paleoceno, “pulsos” de elementos arctoterciarios se infiltraron en Europa Central. El mejor ejemplo de esta irrupción es la paleoflora de Menat (Francia), que incluye una vegetación de ribera compuesta por *Platanus* y *Quercus*.

Durante el Oligoceno Inferior, los elementos deciduos arctoterciarios ocuparon gran parte de las comunidades forestales europeas debido a una regresión oceánica que tuvo como consecuencia un enfriamiento climático y una continentalización del clima en el interior del continente eurasiático (MAI, 1989). Según KRYSHTOFOVICH (1935), la migración de taxones arctoterciarios hacia el centro de Europa durante el Oligoceno parece haber tenido lugar desde el Este. Este mismo autor (1929) descubrió en la localidad de Zharkue cerca de Turgai, en las estepas kirguises de Kazakhstán, una paleoflora mesófila caducifolia que califica idéntica a la descrita en el ártico por HEER (1868). Estas flora mesófilas y templadas habitaban en zonas montañosas y, gracias al deterioro climático, encontraron una mayor facilidad de adaptación a zonas más bajas migrando lo largo de

sistemas montañosos y formaciones riparas, bajo condiciones libres de heladas. Estas plantas demostraron una alta plasticidad a fluctuaciones estacionales de temperaturas diurnas.

Las plantas de montaña tienen una alta capacidad para resistir cambios estacionales, ya que como indican LACOSTE & SALANON (1981), la altitud lleva consigo una disminución de la temperatura del aire. Ésta se encuentra estimada actualmente en 0,55°C por cada 100 m de elevación, pero seguramente tuvo unos valores más bajos durante el Terciario. Como consecuencia de esto, las plantas que vivieron en la zona de Turgai exhibieron una gran variabilidad para sobrevivir en los períodos más bajos de temperatura anual (5-8°C) (MEYEN, 1987). Tras el enfriamiento climático, esta flora se extendió durante el Oligoceno y el Mioceno hacia el Sur y el Oeste de Europa haciendo retroceder a la flora subtropical de tipo paleotropical que pasó a ocupar áreas meridionales de menor extensión.

Esto no perjudicó en gran manera a la flora lauroide norteamericana pues las cadenas montañosas que existen en este subcontinente, dispuestas en sentido meridiano, facilitaron el refugio del bosque terciario en el Sureste y en la costa pacífica.

Peor suerte sufrió la geolora paleotropical europea, que en su retirada hacia el sur se topó con el obstáculo geográfico que constituyó el Mar Mediterráneo. Éste fue insalvable para muchos taxones, por ejemplo, las encinas con hojas lauroides de tipo subtropical, que se extinguieron en esta zona. Sin embargo, una porción de taxones de varias familias como Lauraceae, Myrsiniaceae, Aquifoliaceae, Theaceae, etc.,

dado su tipo de dispersión zoócoro, lograron superar esa barrera y se refugiaron en el Norte de África y en los archipiélagos macaronésicos (Azores, Madera, Salvajes, Canarias y Cabo Verde). En la actualidad, sólo persisten en esta región ya que el clima norteafricano se volvió más seco. No obstante, de forma relíctica se han encontrado en esta región algunos taxones propios de las laurisilvas macaronésicas como *Laurus azorica* (Seb.) Franco en el Atlas de Ksiva, Marruecos (BARBERO *et al.*, 1980).

La gran mayoría de los elementos paleotropicales desaparecieron de Europa antes del enfriamiento que tuvo lugar en el Pleistoceno. Esta extinción ocurrió en intervalos cíclicos bajo la influencia de repetidos cambios climáticos y paleogeográficos que tuvieron lugar durante el Mioceno Superior. Como resultado los cambios produjeron la desintegración del cinturón de laurisilvas que se desarrolló en Eurasia durante el Terciario y la casi total extinción de los elementos lauroides europeos. Excepcionalmente, en la Península Ibérica aún podemos encontrar algunos taxones que han llegado hasta nuestros días como *Laurus nobilis*, *Ilex aquifolium*, *Rhododendron ponticum*, *Prunus lusitanica* y *Buxus sempervirens*. Algunos autores como MAI (1989) apuntan que la vegetación esclerófila mediterránea probablemente surgió después de la destrucción de las laurisilvas paleotropicales durante el Pleistoceno.

DATOS PALEOBOTÁNICOS DEL CENOZOICO IBÉRICO

Como ya hemos apuntado anteriormente, se han llevado a cabo pocos estudios de las floras fósiles ibéricas, respecto a las realizadas en otros países europeos, concentrándose estos

fundamentalmente en el Neógeno (BARRÓN *et al.*, 1996) (Fig. 3). Hasta la fecha, el conocimiento sobre las floras del Paleógeno es muy escaso y se encuentra casi por completo referido a cuencas catalanas (Fig. 3).



FIGURA 3. Ubicación geográfica de las localidades españolas mencionadas en el texto. 1- Daniense de los Pirineos (cuenca de Tremp, Lleida), 2- Eoceno y Oligoceno de la cuenca del Ebro (Tarragona), 3- Mioceno Inferior de la cuenca de Izarra (Álava), 4- Mioceno Inferior de la cuenca de Rubielos de Mora (Teruel), 5- Mioceno Medio de la Cuenca del Duero (Valladolid, Burgos, Zamora y Salamanca), 6- Mioceno Superior de Montjuïc (Barcelona), 7- Mioceno Superior de la Cuenca de la Cerdaña (Lleida), 8- Plioceno de la cuenca del Guadalquivir (Lepe, Huelva), 9- Plio-Pleistoceno de Crespià (Girona).

Concretamente, no existe información sobre la flora del Paleógeno peninsular, si exceptuamos los referidos al Daniense de los Pirineos (MÉDUS *et al.*, 1988; LÓPEZ-MARTÍNEZ, *et al.*, 1999), que reflejan una vegetación paleotropical típica con una importante representación de criptógamas vasculares.

Los datos paleoflorísticos del Eoceno son escasos y fragmentarios, proceden de la cuenca del Ebro, y a partir de ellos se infiere la existencia de manglares integrados por

distintos tipos de palmáceas y criptógamas vasculares, así como angiospermas del tipo de *Avicennia* y *Brownlowia* (ÁLVAREZ RAMIS, 1982; BIOSCA & VÍA, 1987; CAVAGNETTO & ANADÓN, 1995). A partir del Eoceno Superior, se observa un aumento de la aridez por la presencia de granos de polen de *Caesalpiniaceae*, *Rubiaceae* y *Ephedra* (CAVAGNETTO & ANADÓN, 1996).

El Oligoceno (35,4-23,3 m.a.) es un período en el que se desarrolló una regresión oceánica que tuvo como consecuencia una continentalización climática en Eurasia y Norteamérica, una caída de las temperaturas a nivel global y la emigración de los taxones arctoterciarios desde las regiones boreales hacia la provincia tethysica, que empezó a ser invadida por estos. Esta invasión se desarrolló predominantemente de Este a Oeste en Europa.

Las floras del Oligoceno inferior de la cuenca del Ebro (afloramientos de las cercanías de Cervera, Tarragona) ya nos muestran una composición florística moderna, similar a la que hoy en día se desarrolla en regiones próximas a los trópicos entre los 22 y 30° de latitud, donde las temperaturas medias anuales se sitúan entre los 20-24° C y existe una asociación seca más o menos prolongada (SANZ DE SIRIA CATALÁN, 1992). Están compuestas fundamentalmente por lauráceas, habiéndose descrito 17 especies, la mayor parte exóticas con respecto a la flora Europea actual. Así mismo, es reseñable la presencia de elementos xerofitos de las familias Cupressaceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae, Fabaceae, Anacardiaceae, Rhamnaceae, etc. Esta flora presenta una escasa representación de elementos arctoterciarios, destacándose los géneros ripícolas *Salix* y *Ulmus*. La escasez en Cervera de elementos arctoterciarios contrasta con la mayor abundancia de ellos en

afloramientos de edad similar del Este de Europa (HABLY, 1990) lo que es debido a que el flujo de migración arctoterciaria se dio en dirección Este-Oeste en nuestro continente, como hemos indicado anteriormente.

Según SANZ DE SIRIA (1992), del estudio de esta paleoflora se deduce que la formación vegetal fundamental en las proximidades de la cuenca era la laurisilva. En algunas zonas las quercíneas se asociaban con ellas originando los denominados bosques “oak-laurel” o “evergreen sclerophyllous-laurophyllous forest”. El autor también determina que las nieblas fueron las causantes de la humedad necesaria para que esta flora prosperara. No obstante, la existencia de los elementos xerofíticos que también está ratificada a partir de estudios palinológicos (CAVAGNETTO & ANADÓN, 1996), parecen señalar unas condiciones extremadamente secas para la zona. Esto nos indicaría que las laurisilvas se debieron sustentar durante una buena parte del año gracias a la humedad edáfica, es decir, se comportaron como formaciones ripícolas. Esta es la razón de la gran cantidad de restos foliares lauroides hallados, que superan en número a los de tipo xerofítico. Las plantas de hojas lauroides se encontraban cercanas al agua y, por consiguiente, a la zona de fosilización. MAI (1989) califica a estas comunidades como “*formaciones de bosques de laureles y coníferas mediatizados edáficamente*”.

El Mioceno Inferior (23,5–16 m.a.), presentó el Sur del continente Euroasiático abierto a los océanos Atlántico e Índico, debido a la existencia del mar del Thetys. Como consecuencia de esta disposición paleogeográfica, las condiciones climáticas en la Península ibérica fueron de tipo

monzónico, con inviernos húmedos y veranos secos. Esta alternancia de estaciones provocó que las plantas sufrieran su período de abscisión foliar en verano, a diferencia de lo que ocurre en la actualidad.

El estudio del Mioceno de Izarra indicó que la vegetación que existió en la zona fue un bosque abierto subtropical compuestos por coníferas de los géneros *Tetraclinis* y *Pinus* y arbusto de las familias Caesalpiniaceae, Rhamnaceae, Celastraceae, etc. (BARRÓN, 1999) En las zonas riparias se desarrolló una laurisilva dominada por distintas especies de las familias Lauraceae, Sterculiaceae, Myricaceae y Juglandaceae. Los bosques ripícolas de Izarra al igual que los actuales de diferentes zonas de Asia y Norteamérica, debieron estar constituidos por una mezcla de taxones notófilos perennifolios y mesófilos caducifolios. Entre los taxones mesófilos caducifolios empiezan a descascar un mayor número de elementos de tipo arctoterciario si tenemos en consideración los que se han hallado en el Oligoceno, destacándose los géneros *Juglans*, *Populus* y *Acer*.

A lo largo del Mioceno Inferior se infieren floras de tipo más húmedo en la cuenca Ramblense-Aragonesa de Rubielos de Mora (Teruel), cuyo estudio paleobotánico refleja condiciones montanas (BARRÓN & DE SANTISTEBAN, 1999; BARRÓN & DIÉGUEZ, 2001). El estudio de esta paleoflora ha permitido inferir la existencia de un bosque mixto perennifolio de coníferas y frondosas que se desarrolló en un clima templado cálido con una estación seca bien diferenciada. Las coníferas estarían representadas por Taxodiaceae (*Sequoia* y *Cryptomeria*), Cupressaceae (*Calocedrus* y *Juniperus*) y Pinaceae (*Pinus* y *Picea*). Por su parte, las frondosas se encuentran representadas por

Zelkova, *Acer*, *Sorbus*, *Quercus*, *Salix*, *Populus*, *Ulmus*, etc. Asimismo, se ha detectado la presencia de laureles y de plantas de tipo subtropical como *Tremophyllum*, *Pungyphyllum*, *Myrica* y *Caesalpiaceae*.

En el Mioceno Medio (11-16 m. a) por una parte se formó un casquete de hielo sobre el continente antártico, y por otra se perdió la comunicación entre el Tethys y el océano Índico debido al choque de la Península Arábiga con Eurasia. Esto tuvo como consecuencia una mayor continentalización del clima y la formación de estepas tipo sabana en el interior de la Península Ibérica. Concretamente, del estudio Palinológico de la Depresión del Duero, se desprende la existencia de una estepa muy pobre dominada por Compuestas y *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* (RIVAS-CARBALLO, 1991; RIVAS-CARBALLO *et al.*, 1994).

El Mioceno Superior (11–3,4 m.a.) es un largo período en el que ocurren importantes eventos geológicos que afectan a la estructura y clima de la corteza terrestre. Por una parte, el Paratethys se aísla del Tethys y se forma un mar interior en lo que actualmente es Centroeuropa y el Oeste de Rusia. Posteriormente, se constituye el Mediterráneo tal y como lo conocemos en la actualidad. Hacia finales del Mioceno, las comunicaciones de éste con el océano Atlántico se cierran formándose en el área del mar Mediterráneo un mar hipersalino, que vuelve a abrirse al Atlántico posteriormente. Las consecuencias de todos estos eventos son un cambio climático en el sur Europa que pasa a ser de subtropical-monzónico a templado. Posteriormente, debido a la “crisis de salinidad” que provocó el cierre del Mediterráneo se desarrolló un clima árido que

tuvo como consecuencia la formación de zonas esteparias.

Al principio del Mioceno Superior todavía podemos hallar una vegetación de tipo seco con *Caesalpiaceae*, *Fabaceae*, *Rhamnaceae* y laurisilvas mediatizadas edáficamente en algunos lugares cercanos a la costa mediterránea. Este es el caso del Vallesiano inferior de Montjuïc (Barcelona) (VICENTE i CASTELLS, 1988). A diferencia de las floras anteriores, estas floras costeras ya presentan un buen número de taxones arctoterciarios que eran mayoritarios en zonas de montaña.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña (BARRÓN, 1996) se ha descrito una flora de tipo templado, en la que se puede inferir una zonación altitudinal de la vegetación que se estructuraría en bosques de laurisilva semejante a los que hoy existen en Macaronesia, bosques mixtos mesofíticos parecidos a los de las regiones Euxínica e Hyrcana, y bosques de coníferas de montaña.

Concretamente, las laurisilvas ceretanas poseían taxones análogos a los de macaronesia como *Persea* tipo *P. princeps*, *Laurophyllum* aff. *Laurus azorica*, *Ocotea*, *Myrsiniaceae*, etc. Sin embargo, éstas parece que fueron más diversas y se hallaban mejor estructuradas. En estas formaciones eran muy abundantes las encinas de tipo tropical, como *Quercus drymeja*, también aparecían árboles de la familia *Aceraceae*, gimnospermas de corte tropical como *Glyptostrobus*, etc. Los bosques mixtos mesofíticos estuvieron poblados por árboles caducifolios del tipo de *Fagus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Parrotia*, *Zelkova*, etc. Por su parte, los bosques de coníferas fueron principalmente integrados por *Pinus*, *Abies* y *Tsuga*.

El último período del Terciario es el Plioceno (5,3-1,64 m.a.). Éste se caracterizó por un cambio en las corrientes marinas provocado por la formación del istmo de Panamá que aisló los océanos Atlántico y Pacífico. Este cambio de corrientes marinas trajo consigo la formación del desierto del Sahara y la instalación de condiciones climáticas semejantes a las actuales en la cuenca mediterránea. Como consecuencia, se produjo en la Península Ibérica la extinción de distintos taxones típicos del Terciario, como la Familia Taxodiaceae, y la desaparición de los manglares en toda la zona.

Durante gran parte del Plioceno, en el Norte de la Península Ibérica se desarrollaron climas húmedos que permitieron la instalación en zonas cercanas a las costas de árboles de hojas lauroides de los géneros *Laurus*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Benzoin* y quercíneas también de tipo lauroides, junto con taxones caducifolios y árboles y arbustos de tipo mediterráneo (ALMERA, 1894; SANZ DE SIRIA, 1987). No obstante, en el Sur de la Península Ibérica se dieron condiciones xéricas que permitieron la instalación de comunidades de Caesalpiniaceae y Fabaceae, junto con flora de tipo mediterráneo (p. e.

Acer pseudomonspessulanum) (BARRÓN *et al.*, 2003). En zonas más húmedas prosperaron árboles de tipo ripícola subtropical de los géneros *Platanus*, *Liquidambar*, *Populus*, *Salix* y de la familia Taxodiaceae.

A finales del Plioceno y principios del Pleistoceno en el Norte de la Península las laurisilvas ya se habían extinguido de esta zona, viéndose sustituidas por floras de tipo submediterráneo en la que abundaban *Carpinus*, *Acer*, *Quercus*, *Populus*, etc. (ROIRON, 1983).

En torno a los 9.000-5.000 años a.d.C se produce un recalentamiento general que determina la fusión de los hielos, permitiendo a la flora terciaria superviviente ampliar su zona de ocupación. Sin embargo, las condiciones climáticas del Terciario no se restablecen en las latitudes mediterráneas, de manera que los bosques perimediterráneos de tipo tropical han quedado acantonados en aquellos lugares que han ofrecido condiciones más favorables para su supervivencia, mientras que el carácter más árido del sur de Europa determinó el desarrollo de la actual vegetación esclerófila mediterránea (FERRERAS & AROCENA, 1987).

BIBLIOGRAFÍA

ALMERA, J. (1984). Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona. **Memorias de la Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona**, 3(3), pp. 321-351.

ÁLVAREZ RAMIS, C. (1982). Sobre la presencia de una flora de paleomanglar en el Paleoceno de la depresión central catalana (curso medio del Llobregat). **Acta Geol. Hispánica**, 17, pp. 5-9.

BARBÉRO, M., BENABID, A., PEYRE, C. & QUÉZEL, P. (1980). Sur la présence au Maroc de *Laurus azorica* (Seub.) Franco. **An. Jard. Bot. Madrid** 37(2), pp. 467-472.

BARRÓN, E. (1996). **Estudio tafonómico y análisis paleoecológico de la macro y microflora miocena de la cuenca de la Cerdeña**. Tesis doctoral. Univ. Complutense Madrid pp. 773.

BARRÓN, E. (1999). Estudio macroflorístico del afloramiento mioceno de concreciones

- carbonáticas de Izarra (Álava, España). Aspectos tafonómicos, paleoecológicos y bioestratigráficos. **Rev. Esp. Paleontol.** 14(1): pp. 123-145.
- BARRÓN, E. & DIÉGUEZ, C. (2001). Estudio macroflorístico del Mioceno Inferior lacustre de la Cuenca de Rubielos de Mora (Teruel, España). **Bol. Geol. Minero**, 112(2): pp. 13-56.
- BARRÓN, E. & DE SANTISTEBAN, C. (1999). Estudio palinológico de la cuenca miocena de Rubielos de Mora (Teruel, España). Aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos. **Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sección Geol.)**, 95(1-4): pp. 67-82.
- BARRÓN, E., RIVAS-CARBALLO, M.R. & Valle, M.F. (1996). Síntesis bibliográfica de la vegetación y clima de la Península Ibérica durante el Neógeno. **Rev. Esp. Paleontol.** Nº Extraordinario: pp. 225-236.
- BARRÓN, E., MUÑIZ, F. & MAYORAL, E. (2003). Aspectos macroflorísticos del Plioceno de Lepe (Cuencas del Guadalquivir, Huelva, España). Consideraciones paleoecológicas. **Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sección Geol.)**, 98(1-4): pp. 91-109.
- BIOSCA, J. & VÍA, L. (1987). El género *Nypa* (Palmae) en el Eoceno de la Depresión Central Catalana. **Batalleria**, 1: pp. 7-23.
- CAVAGNETTO, C. & ANADÓN, P. (1995). Une mangrove complexe dans le Bartonien du Bassin de l'Ebre (NE de l'Espagne). **Palaeontographica Abt. B** 236 (4-6): pp. 147-165.
- CAVAGNETTO, C. & ANADÓN, P. (1996). Preliminary palynological data on floristic and climatic changes during the Middle Eocene-Early Oligocene of eastern Ebro Basin, northeast Spain. **Rev. Palaeobot. Palynol.** 92: pp. 281-305.
- ENGLER, A. (1882). **Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode II.** Engelmann, W., Leipzig, pp. 333.
- FERRERAS, C. & AROZENA, M.E. (1987). **Guía Física de España. Los bosques.** Alianza Editorial, Madrid, pp. 394.
- HABLY, L. (1990). Floristical and climatological changes in the Oligocene and Lower Miocene of Hungary. **Symposium of Paleofloristic and Paleoclimatic changes in the Cretaceous and Tertiary**, pp. 195-199. Prague, 1989.
- HEER, O. (1868). **Flora fossilis arctica. Die fossile flora des Polarlander.** Druck und Verlag von Friedrich Schulthess, Zürich, pp. 192.
- HERNGREEN, G.F. W. & CHLONOVA, A.F. (1981). Cretaceous microfloral provinces. **Pollen et spores**, 23: pp. 441-555.
- KRYSHTOFOVICH, A.N. (1929). Evolution of the tertiary flora in Asia. **New Phytol.** 28(4): pp. 303-312.
- KRYSHTOFOVICH, A.N. (1935). A final link between the tertiary floras of Asia and Europe. **New Phytol.** 34: pp. 339-344.
- LACOSTE, A. & SALANON, R. (1987). **Biogeography.** pp. 271 Oikos-tau S.A., Barcelona.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N, FERNÁNDEZ MARRÓN, M.T. & VALLE, M.F. (1999). The succession of vertebrates and plants across the Cretaceous-Tertiary boundary in the Tremp Formation, Ager Valley (South –Central Pyrenees, Spain). **Geobios**, 32(4): pp. 617-627.
- MAI, D.H. (1989). Development and regional differentiation of the European vegetation during

- the Tertiary. **Plant Systematics 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. Palynol.** 68: pp. 29-36.
- MÉDUS, J., FEIST, M., ROCCHIA, R., BATTEN, D.J., BOCLET, D., COLOMBO, F., TAMBAREAU, Y. & VILLATTE, J. (1988). Prospects for recognition of the palynological Cretaceous/Tertiary boundary and an iridium anomaly in nonmarine facies of the eastern Spanish Pyrenees: a preliminary report. **Newsletter on Stratigraphy**, 18(3): pp. 123-138.
- MEYEN, S.V. (1987). **Fundamentals of Palaeobotany**. pp. 432. Chapman and Hall, London.
- RIVAS-CARBALLO, M.R. 1991. The development of vegetation and climate during the Miocene in the southeastern sector of the Duero Basin (Spain). **Rev. Palaeobot. Palynol.** 67: pp. 341-351.
- RIVAS-CARBALLO, M.R., ALONSO GAVILÁN, G., VALLE, M.F. & CIVIS, J. (1994). Miocene Palynology of the central sector of the Duero Basin in relation to palaeogeography and palaeoenvironment. **Rev. Palaeobot. Palynol.** 82: pp. 251-264.
- ROIRON, P. (1983). Nouvelle étude de la macroflore Plio-Pleistocène de Crespià (Catalogne, Espagne). **Geobios**, 16: pp. 687-715.
- SANZ DE SIRIA, A. (1987). Datos para el conocimiento de las floras miocénicas de Cataluña. **Paleontol. i Evolució**, 21: pp. 295-303.
- SANZ DE SIRIA, A. (1992). Estudio de la macroflora oligocena de las cercanías de Cervera (Colección Martí Madern del Museo de Geología de Barcelona). **Treballs Mus. Geol. Barcelona**, 2: pp. 269-379.
- SAPORTA, G. de (1881). **Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen**. Braunschweig, Vieweg und Sohn.
- VICENTE I CASTELLS, J. (1988). La flora fòssil de Montjuïc (Barcelona). Institut d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord, **Soc. Hist. Nat.**, Sèrie monogràfica, núm. 1: pp. 93.
- WOLFE, J.A. (1977). Paleogene floras from the Gulf of Alaska Region. United States Geological Survey, **Professional Papers**, 977: pp. 1-108.
- WOLFE, J.A. (1981). Paleoclimatic significance of the Oligocene and Neogene floras of Eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. United States Geological Survey, **Professional Papers**, 1106: pp. 1-37.