

**ACADEMIA
DE CIENCIAS
DE LA REGIÓN
DE MURCIA**

**ORÍGENES Y
EVOLUCIÓN
DE LA FLORA IBÉRICA.
ESTADO ACTUAL
DEL CONOCIMIENTO**

Discurso
del Académico
**Ilmo. Sr. D.
Juan Guerra
Montes**

**Leído en la Sesión Solemne de inicio del
curso académico el día 7 de febrero de 2018**





Academia de Ciencias de la Región de Murcia

ORÍGENES Y EVOLUCIÓN DE LA FLORA IBÉRICA. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Discurso del Académico

Ilmo. Sr. D. Juan Guerra Montes, Catedrático de Botánica. Leído en la sesión solemne de inicio del curso académico el día 7 de febrero de 2018

Murcia 2018



Este discurso se ha impreso con subvención de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a quien agradecemos su ayuda.

Todos los derechos reservados. Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y ss. del Código Penal).

© Academia de Ciencias de la Región de Murcia, 2018.

© Juan Guerra Montes

I.S.B.N.: 978-84-697-9181-3

Depósito Legal: MU 62-2018

Maquetación e impresión: Compobell S.L., Murcia

Discurso del Académico

Ilmo. Sr. D. Juan Guerra Montes

Índice

1. Introducción y contexto geográfico	7
2. Elementos paleotropicales	11
3. Elementos arctoterciarios	19
4. El género <i>Abies</i> en el Mediterráneo. El origen del pinsapo (<i>Abies pinsapo</i>)	23
5. Elementos irano-turanianos. La crisis del Mioceno	27
6. Elementos ibero-norteafricanos	31
7. Las glaciaciones. Un resort para los bosques centroeuropeos	33
a) El caso de la sabina albar (<i>Juniperus thurifera</i>)	35
b) El roble melojo (<i>Quercus pyrenaica</i>), un viaje de ida y vuelta	37
8. Especies endémicas. Áreas de mayor concentración	41
9. Estado actual del conocimiento	47
Bibliografía	57

Introducción y contexto geográfico

El marco geográfico en el que se desenvuelve la flora ibérica es de una heterogeneidad extraordinaria, fruto de variaciones climáticas, geológicas, edáficas o altitudinales, que generan una amplísima oferta de hábitats disponibles para las plantas.

Iberia se encuentra a caballo entre dos grandes territorios o regiones biogeográficas: La **Región Eurosiberiana** que incluye el eje pirenaico-cantábrico (El valle de Arán o los montes asturleonés son un buen ejemplo de vegetación eurosiberiana), y la **Región Mediterránea**, más extensa, que comprende el resto de la Península (Sierra Nevada, es un típico sistema de montaña mediterránea, como lo son todos los territorios de la región de Murcia). Al encontrarse en la frontera de dos dominios biogeográficos, la Península Ibérica se enriquece con plantas propias de ambas afinidades, pero también con aquellas que explotan la banda de transición bioclimática, es lo que se denomina el **Dominio Submediterráneo** (cf. Bolós 1985). El valle de Añiscló en Huesca podría ser representativo de este dominio, que está a caballo entre la Región Mediterránea y el mundo eurosiberiano.

También existen otros factores que condicionan la flora de la Península Ibérica, básicamente tres:

- a) La gran distancia que separa el interior mesetario de la línea de costa, lo que da pie a un mesoclima interior con un fuerte matiz continental, es decir muy frío en invierno y caluroso en verano.
- b) La existencia de cadenas montañosas en las que se suceden altitudinalmente diferentes pisos bioclimáticos, además cadenas con orientación E-O, lo que implica un fuerte efecto solana-umbría.
- c) Gradiente de xericidad que se extrema hacia el sures-te ibérico, con precipitaciones que no alcanza 100 mm anuales, como ocurre en los subdesiertos de Tabernas o en el Cabo de Gata en Almería.

La Península Ibérica, tal y como se constituye geomorfológicamente en la actualidad, empieza a ser reconocible en el Terciario (aunque actualmente se prefiere denominarlo Cenozoico o era cenozoica), cuando ya se han constituido los principales relieves y accidentes geológicos. Empezaremos aquí, pues a mi juicio es lo relevante, a comentar la variada historia de la flora de una península mediterránea que a modo de calcetín o “caja fuerte” ha ido atesorando la mayor riqueza florística del continente europeo. Algo muy similar a lo acontecido también en la península itálica.

Orígenes y evolución de la flora ibérica. Estado actual del conocimiento

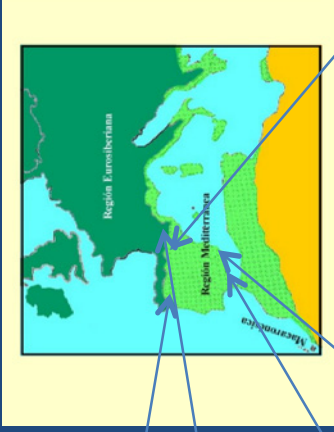
Juan Guerra Montes



Hayedo de Busmayor (León)



Valle de Arán (Lérida)



Sierra Nevada (Granada)



Desierto de Tabernas (Almería)



Añisco (Huesca)

Imagen 1



Imagen 2

Elementos paleotropicales

Según Barrón *et al.* (1996) y Barrón (2003), en las regiones al sur de la zona Ártica, desde el oeste de Norteamérica y Eurasia, y desde el Cretácico tardío al Mioceno (hasta hace unos 7 millones de años), se desarrolló una geoflora caracterizada por bosques con requerimientos tropicales o subtropicales, formados por especies perennifolias que soportaban climas monzónicos extraordinariamente lluviosos, es lo que Engler (1882) denominó **Geoflora Paleotropical**. Los datos paleotropicales ibéricos son extraordinariamente incompletos, acumulando información veraz sólo desde el Paleógeno (Oligoceno), todo ello a base de restos fósiles y escasos trabajos científicos.

Puede constatarse que parte de los elementos florísticos del Paleógeno o sus descendientes –evolutivamente hablando– (lo que se conoce como **elementos paleotropicales**) forman parte de la actual flora ibérica, obviamente son escasos en relación al resto de elementos florísticos, pero de importancia capital para entender, al menos parcialmente, el origen de nuestra flora.

Todo parece indicar que Europa fue el centro de origen y desarrollo de la flora **tipo lauroide**, esto es plantas con hojas lanceoladas, brillantes y tersas, cubiertas de una capa de cera que rechaza el agua de abundantes precipitaciones. Debió ser así, pues Europa estuvo aislada durante el Paleoceno del resto de las masas continentales euroasiáticas y americanas por el mar del Tetis y los océanos Ártico y Atlántico.

Así, en el Eoceno inferior y medio (hace unos 34 millones de años) la vegetación ibérica, a tenor del registro fósil, parece que estuvo integrada por un gran número de especies que en la actualidad no existen en Europa, sobre todo **Lauráceas**, **Pináceas** y **Palmáceas**, pero existentes en los archipiélagos de Macaronesia (Canarias, Azores y Madeira), y África (Anderson *et al.* 2009). Por ello no es descabellado pensar que antes existieron en el continente europeo; de hecho, recientemente en nuestro grupo de investigación se han encontrado y datado fósiles de las sierras de Segura orientales con una edad de entre 7 y 10 millones de años, que constatan lo que acabamos de mencionar.

Pero lo más relevante para nuestra Península fue un extraordinario enfriamiento climático, que comenzó hace alrededor de 25 millones de años, a partir del Oligoceno superior, pues tuvo lugar la formación de la corriente circumpolar antártica y la congelación de la Antártida, lo que trajo como consecuencia una *continentalización* del clima en el macrocontinente euroasiático. Esto perjudicó en gran manera la **flora lauroide paleotropical europea**, que se vio paulatinamente desplazada hacia el sur, encontrándose, además, con la barrera del Mediterráneo que le impidió constituir un área más extensa donde

ubicarse (Blanca *et al.* 1997). De esta manera parece explicarse que los restos de esta *flora lauroide subtropical* alcanzara las islas macaronésicas desde el continente europeo, gracias a su dispersión zoócora (probablemente a través de aves frugívoras), y constituyeran también un **cinturón circunmediterráneo** de selvas tropicales cerca de la costa, lo que se conoce como *laurisilvas mediterráneas*.

Desde probablemente el Mioceno la mayoría de estos **elementos paleotropicales lauroides** desaparecieron de Europa, desintegrándose las formaciones de laurisilva del Terciario, aunque todavía, tanto en Macaronesia como el sur de la Península Ibérica, presentan formaciones lauroides relicticas, con especies como: *Laurus nobilis* (laurel), *Ilex aquifolium* (acebo), *Rhododendron ponticum* (rododendron), *Prunus lusitanica* (loro) y *Buxus sempervirens* (boj).

Durante finales del Plioceno, con la mayor sequía periódica del clima en la cuenca mediterránea, consecuencia de cambios climáticos debidos a cambios en las corrientes oceánicas y las derivas continentales, los *bosques lauroides* se retiraron gradualmente, sustituidos por comunidades vegetales de floras esclerófilas más tolerantes a la sequía (Mai 1989).

La mayor parte del último remanente de laurisilvas circunmediterráneas se cree que pudo haber desaparecido hace aproximadamente 10.000 años en el final del Pleistoceno, cuando la cuenca del Mediterráneo se convirtió en una zona más cálida y seca, aunque por fortuna algunos relictos (casi puntuales) de la flora del bosque de laurel todavía persisten

Flora fósil paleotropical
Fósiles de hojas lauroides (Paleógeno?)

The image is a composite of several parts. On the left, there are 11 photographs of fossil leaf specimens, labeled A through K. Specimens A, B, and C are small, ovate leaves. Specimens D, E, H, and I are larger, elongated leaves with prominent venation. Specimens F, G, J, and K are smaller, more irregularly shaped leaves. A blue arrow points from the text 'Fósiles de hojas lauroides (Paleógeno?)' to specimen E. Another blue arrow points from the text 'Flora fósil paleotropical' to the paleogeographic map. In the center, there is a paleogeographic map of the Paleocene, showing the distribution of the Geoflora Paleotropical (indicated by a blue line with arrows) and the Geoflora Arctoterciaria (indicated by a black line with arrows). The map is labeled with continents: North America, South America, Africa, Europe, Asia, and Australia. Below the map, it says 'Paleoceno hace 65 millones de años' and 'AUSCULTA'. On the right, there is a diagram showing the distribution of the Geoflora Paleotropical and Geoflora Arctoterciaria across the world, with arrows indicating the direction of dispersal.

Imagen 3

Fósiles de elementos paleotropicales (Socovos, Albacete)
Datación: entre 7 y 10 millones de años



Piña de *Pinus canariensis* (pino canario)



Hoja de *Laurus sp.* (laurel)



Hoja de *Charmaerops sp.* (palmito)



Imagen 5



Imagen 6

en las montañas meridionales en España (los de las sierras de Algeciras-Tarifa, quizás sean los últimos) y que tienen en las Islas Canarias sus familiares más próximos, florística y geobotánicamente hablando, como los bosques de laurisilva de Gajonay y Anaga, que se parecen a los bosques de Algeciras de tal manera que son casi idénticos, sobre todo, desde el punto de vista fisiognómico.

– 3 –

Elementos arctoterciarios

Hace probablemente alrededor de 10-11 millones de años, durante el Mioceno, concretamente durante el Tortoniense, de clima moderadamente cálido pero algo lluvioso (Suc 1984), alcanzaron la Península Ibérica elementos septentrionales, como diversas especies de *Pinus* (pinos), *Abies alba* (abeto blanco), *Acer pseudoplatanus* (acer), *Populus tremula* (chopo temblón), *Ulmus* (olmos), además de especies de *Quercus* de hoja caduca como *Quercus robur* (roble), que suelen presidir los paisajes ibéricos de la **zona submediterránea**.

Eran los elementos propios de lo que se ha dado en llamar, en sentido amplio, **elementos arctoterciarios** –o sus descendientes– que habitan en la frontera entre las regiones Mediterránea y Eurosiberiana y también se encuentran presentes en las montañas mediterráneas muy húmedas. En el entorno de la vertiente sur de los Pirineos (hemos visto el valle de Añisclo en Huesca como buen ejemplo), también en la Cordillera Cantábri-

ca, Sistema ibérico y Central se observan notables muestras de una **geoflora arctoterciaria** que nos llegó de latitudes nórdicas durante el Mioceno.

Se trata, de manera sintética, de una flora circumpolar miocénica formada por árboles y arbustos de **hoja ancha, no lauroide** y diversas especies de coníferas, la mayoría de ellas existentes en la actualidad, de forma mayoritaria, en el norte de América.

El **elemento arctoterciario** no sólo existe en los territorios submediterráneos de la Península, de hecho es el elemento predominante en la región Eurosiberiana ibérica. Suelen ser plantas muy exigentes en humedad: *Fagus* (haya), *Corylus* (avellano), *Fraxinus* (fresnos), *Betula* (abedules), *Alnus* (alisos), etc., capaces de resistir latitudes muy frías.

Sorprendentemente, aunque de esto hablaremos también un poco más adelante, algunas de estas plantas, hoy existentes en centroeuropa, habrían recolonizado el **interior continental europeo** tras las oscilaciones glaciares (las glaciaciones) del Pleistoceno que devastaron estos territorios y los cubrieron de hielo. Precisamente volvieron a colonizar el centro de Europa a partir de las penínsulas mediterráneas, donde encontraron refugio durante las épocas más frías y secas de los periodos glaciales, dejando en las zonas mediterráneas genotipos únicos que no han vuelto a encontrarse en centroeuropa.

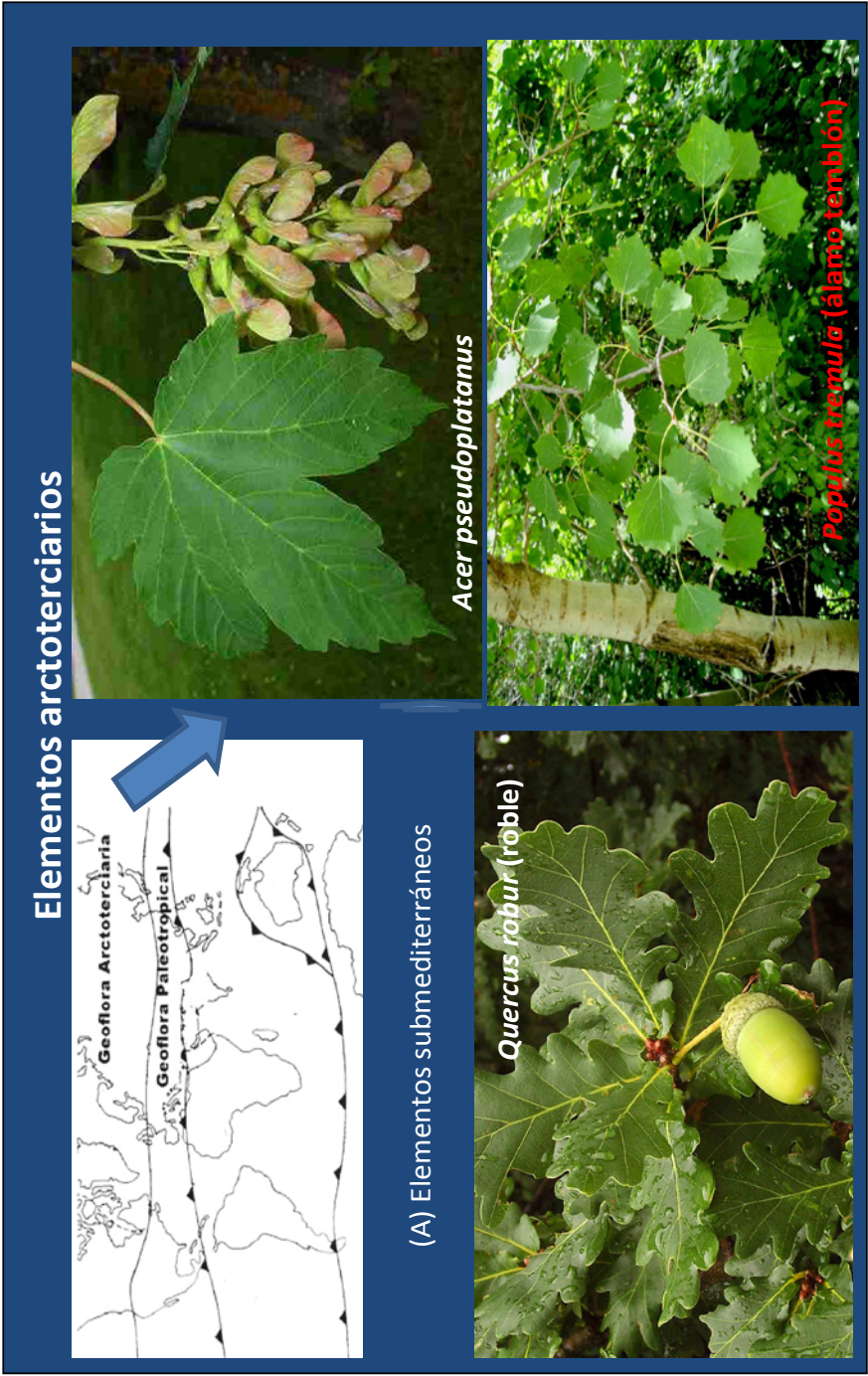


Imagen 7

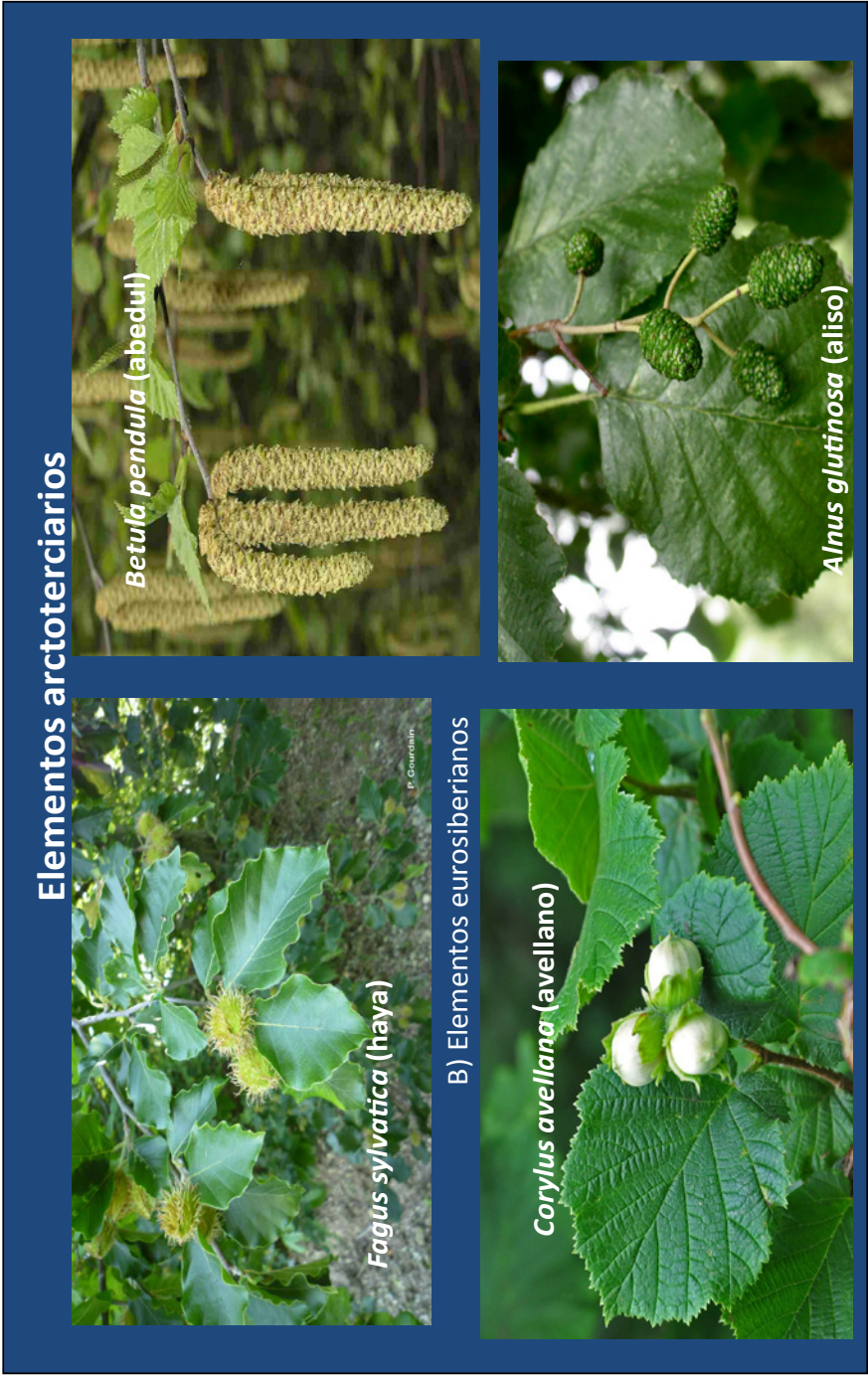


Imagen 8

– 4 –

El género *Abies* en el Mediterráneo. El origen del pinsapo (*Abies pinsapo*)

También durante el Mioceno pero por el camino del sur llegaron elementos de origen diverso.

Entre ellos hay que destacar una especie de abeto: *Abies pinsapo*, uno de los taxones ibéricos emblemáticos, de origen norteafricano y oriental, que probablemente afloró como especie, junto a otras varias muy afines y relacionadas evolutivamente, como *Abies borisii-regii*, *A. equistrojanis*, *A. numidica*, *A. nebrodensis*, *A. cephalonica*, etc. Debió iniciarse el proceso en el Tortonense, bajo un clima cálido, pero más o menos lluvioso, hace unos 11 millones de años, y una de estas especies (*Abies pinsapo*) vino a recalar al sur de la Península Ibérica (Quézel 1985).

Lo que hoy son dos especies distintas separadas por el Estrecho de Gibraltar (*A. pinsapo* y *A. marocana*), fueron un solo

taxón durante el Mioceno inferior y comenzaron a separarse –geográfica y genéticamente– durante el Plioceno, hace unos 5 millones de años, ya con el Estrecho de Gibraltar como barrera casi infranqueable a los flujos genéticos y que por tanto favoreció la especiación de ambas poblaciones, una a cada lado del Estrecho. Es decir se produjo una especiación por aislamiento geográfico, originándose dos taxones diferenciados: *Abies marocana* en el Rif y *A. pinsapo* en las sierras béticas.

Abies pinsapo, junto a *A. alba*, que llegó por el norte de la Península, como elemento arctoterciario, según se ha dicho, son las dos especies de abetos ibéricos, pero de origen completamente distinto.

El género *Abies* en el Mediterráneo ¿hijos de un mismo ancestro?

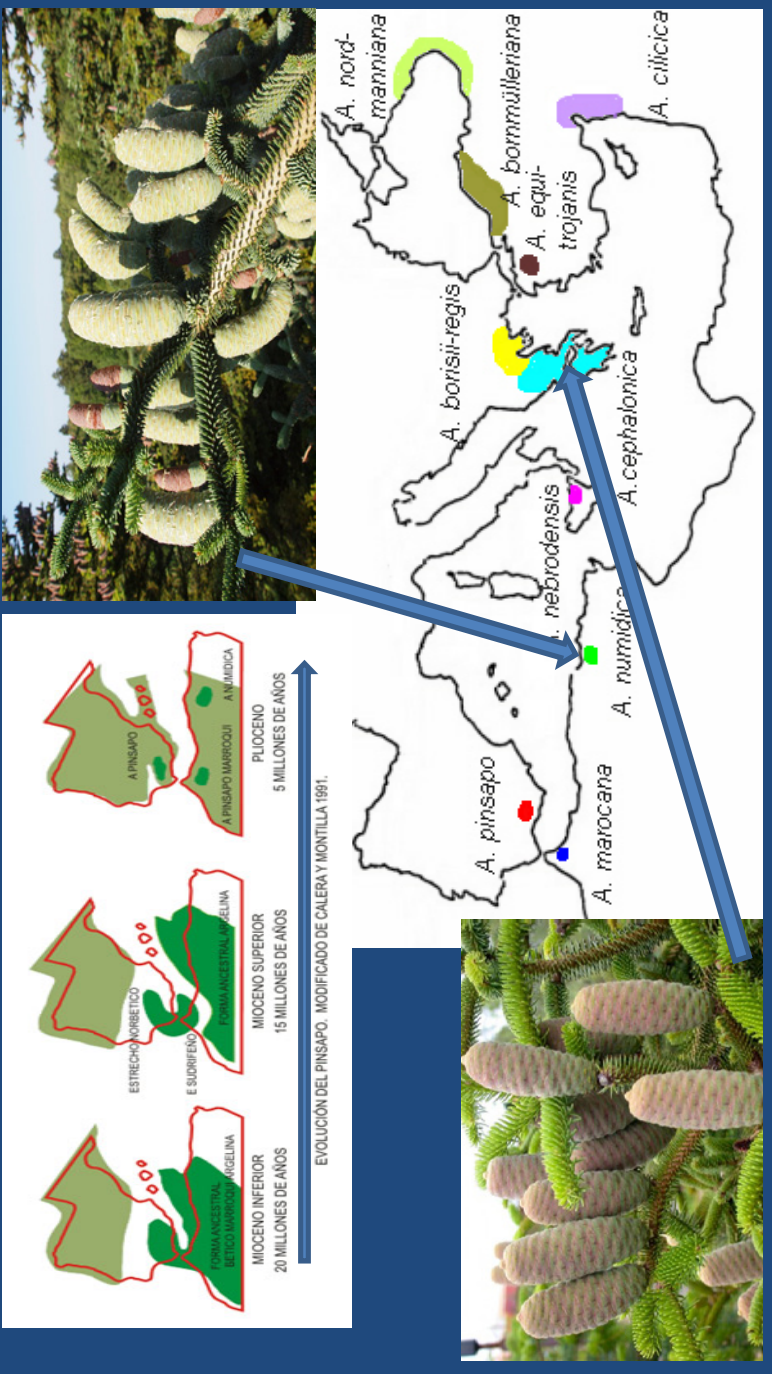


Imagen 9

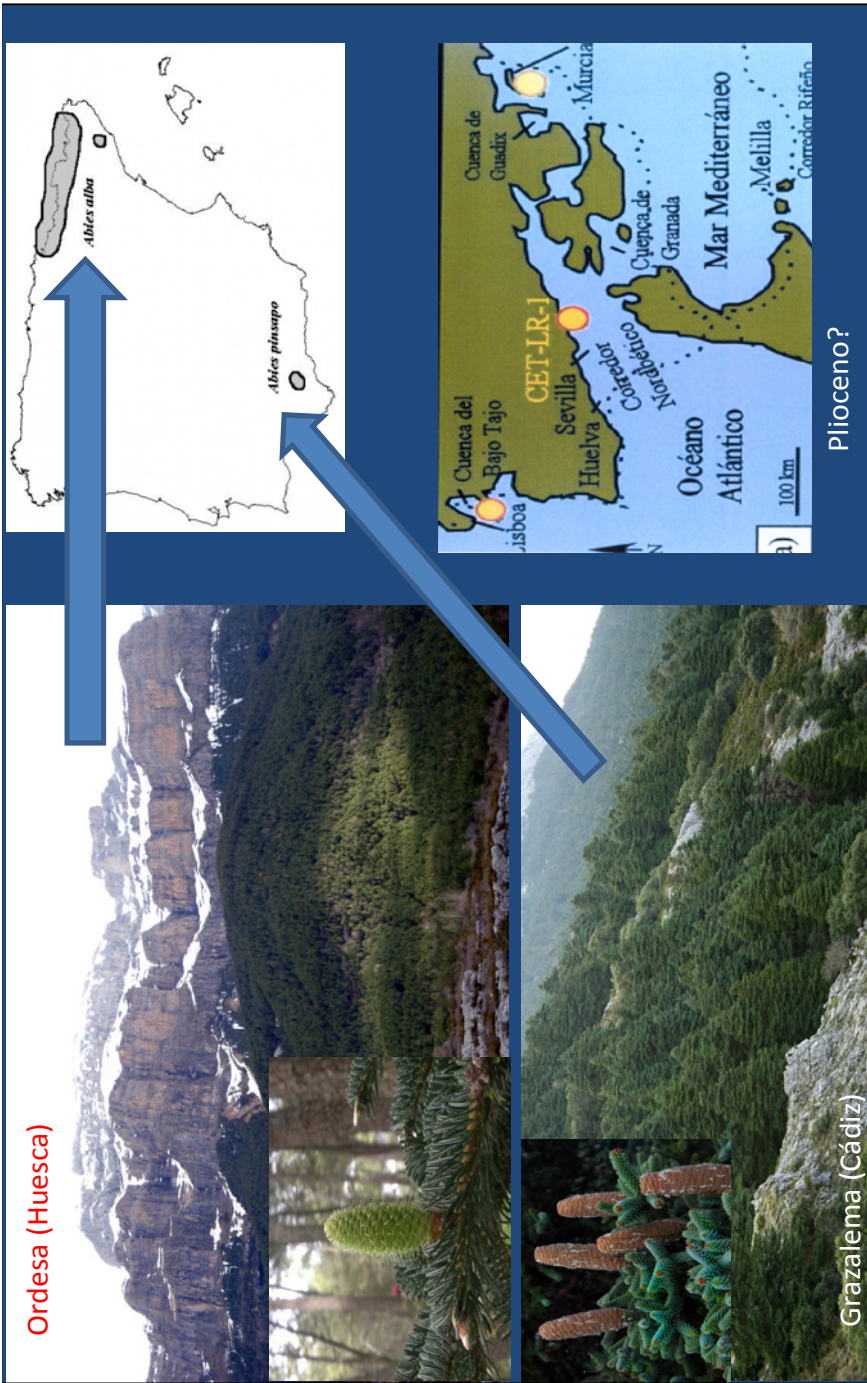


Imagen 10

Elementos irano-turanianos. La crisis del Mioceno


Como es sabido, durante el Messiniense la conexión entre el Atlántico y el Mediterráneo quedó interrumpida y un puente de tierra firme se formó entre Europa y África, produciéndose posiblemente la desecación casi completa del Mar Mediterráneo y la acumulación masiva de sales en su fondo. Esta crisis salina acabó hace unos 5,5 millones de años a causa de un paso abierto en el actual Estrecho de Gibraltar.

El cierre del Mediterráneo trajo consigo la aparición en la Península Ibérica de numerosas especies **irano-turanianas**, procedentes del Mediterráneo oriental y centro de Asia (Lacoste & Salanon 1987, Blondel & Arosón 1999). El número de especies de tales características corológicas es considerable, pero las plantas de la familia **Chenopodiaceae** de la que son representativas *Krascheninikovia ceratioides* o *Halocnemon strobilaceum* y diversas especies de musgos de zonas áridas son ejemplos muy conocidos de este tipo de elemento.


Tres áreas ibéricas concentran la mayor parte de estas especies asiáticas: La Hoya de Guadix-Baza en Granada, Los Monegros (Aragón) y el sudeste árido con Almería y Murcia a la cabeza.

Los siguientes son algunos ejemplos de especies existentes en Murcia, llegadas probablemente durante el Mioceno, desde la región irano-turánica: *Callipeltis cucularis*, *Artemisia herba-alba*, *Plantago loeflingii* o la rara gramínea *Enneapogon persicus*.


Elementos irano-turanianos




Messiniense (Mioceno)




Depósitos de sales Sorbas (Almería)



Halocnemum strobilaceum



Hoya de Baza (Granada)



Krascheninnikovia ceratoides

Imagen 11



Imagen 12

– 6 –

Elementos ibero-norteafricanos

No obstante, el cierre del Estrecho de Gibraltar durante el Mioceno acarrió, sobre todo, una homogeneización de las floras de ambos lados del Estrecho, con una acumulación extraordinaria, en la provincia botánica **Murciano-Almeriense**, de lo que llamamos **especies ibero-norteafricanas**, ya que en este territorio es donde se producen especiales condiciones climáticas semidesérticas, muy similares a las del norte de África (Rivas-Carballo 1991).

La galería de ibero-africanismos es enorme y entre ellos se encuentran especies tan comunes para nosotros como: *Tetraclinis articulata* (ciprés de Cartagena), *Maytenus senegalensis* (arto), *Ziziphus lotus* (azufaifo), *Caralluma europea* (chuberillo de lobo), *Calicotome intermedia* (aliaga) y una serie interminable de elementos presentes también en el norte de África (Sánchez-Gómez *et al.* 2002).



Imagen 13

Las glaciaciones. Un resort para los bosques centroeuropeos

El Cuaternario, que llega hasta los tiempos actuales, comprende dos periodos: Pleistoceno y Holoceno. El primero de ellos o Cuaternario antiguo ocupó desde hace 1,8 millones de años hasta el 9000 a. de C.

El Pleistoceno inferior comenzó con un clima cálido y húmedo, pero fue deteriorándose progresivamente a lo largo de un empeoramiento climático conocido como glaciación de Günz. A partir de aquí, y desde hace 700.000 años, Europa se vió sometida a periodos glaciales e interglaciales sucesivos.

La glaciación Günz, primera del Cuaternario, dejó a Europa bajo capas de hielo de varios kilómetros de espesor y a la Península Ibérica convertida en una región “ártica”, pero al mismo tiempo, en las zonas más “cálidas” o protegidas, elementos florísticos **boreo-alpinos**, empujados por el avance de las glaciaciones cuaternarias, se refugiaron tanto en las altas montañas

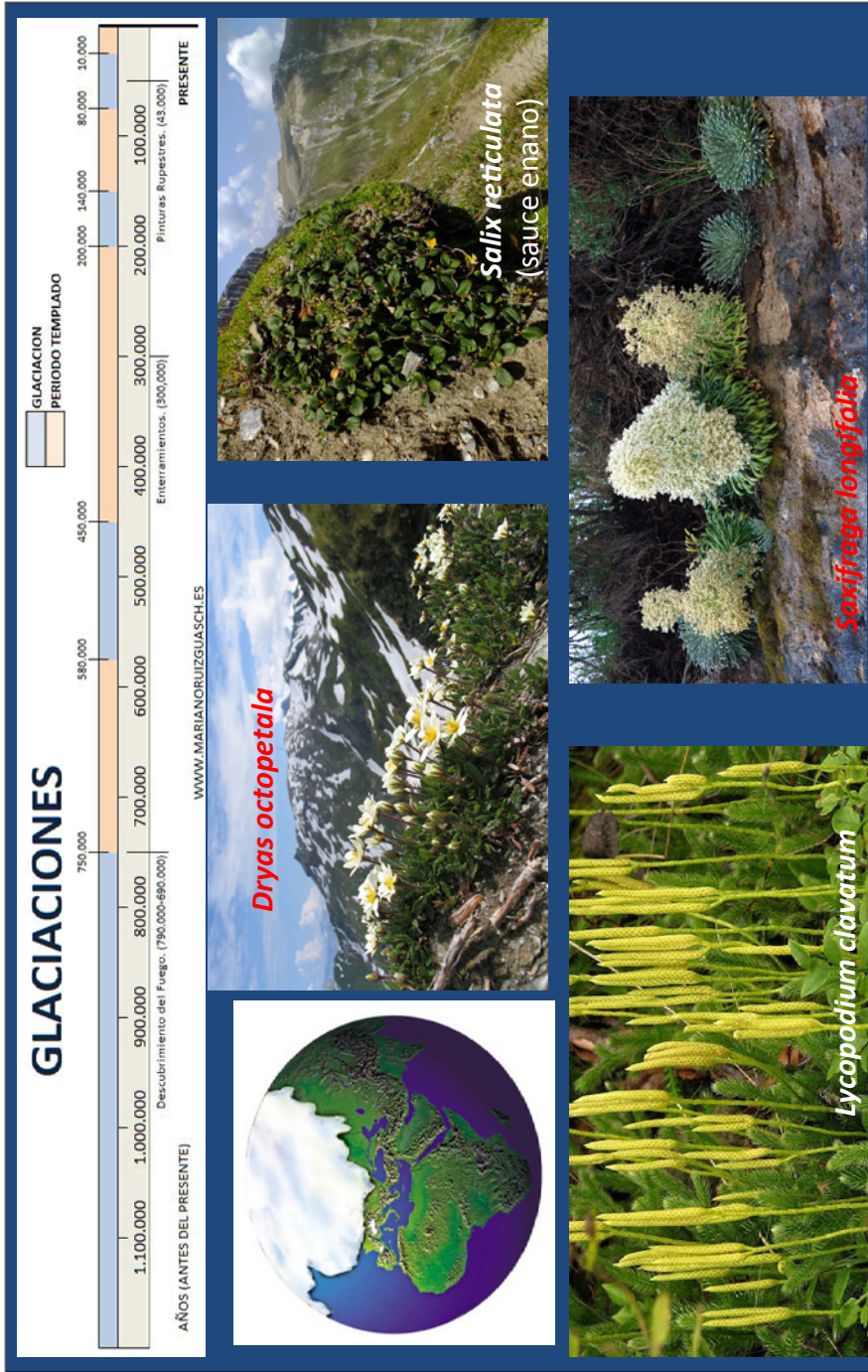


Imagen 14

mediterráneas, como en las eurosiberianas, ibéricas libres de hielo (Hewitt 1999). Así destacan, entre estas últimas, especies de *Lycopodium*, *Salix*, *Dryas* o *Saxifraga*.

A partir de los estudios que han explorado las zonas que pudieron servir de refugio durante las glaciaciones cuaternarias, se ha llegado a la conclusión de que al menos han sido 52 enclaves en la Región Mediterránea y concretamente 9 en la Península Ibérica: Región gaditano-algécireña, serranía de Ronda, sierras de Cazorla y Segura, incluyendo las estribaciones murcianas, Sierra Nevada, parte de la región valenciana, valle del Ebro, Sistema Central y Pirineos sur y suroriental.

a) El caso de la sabina albar (*Juniperus thurifera*)

Un caso paradigmático de una especie forestal empujada por los hielos hacia la Península Ibérica fue estudiado por nosotros hace algunos años (Jiménez *et al.* 2003). Es el caso de *Juniperus thurifera* (sabina albar). Esta especie presenta 5 áreas principales en la Península y una muy relevante en el norte de Africa de gran extensión.

En un estudio utilizando marcadores genéticos moleculares (región *trnL-trnF* del genoma cloroplástico) se puso de manifiesto que 4 áreas de la Península Ibérica y la de Marruecos presentan una elevada afinidad genética, producto de una migración hacia estos territorios desde el centro de Europa, quizás durante la primera gran glaciación, entre el Mioceno-Plioceno. La población de Mur-

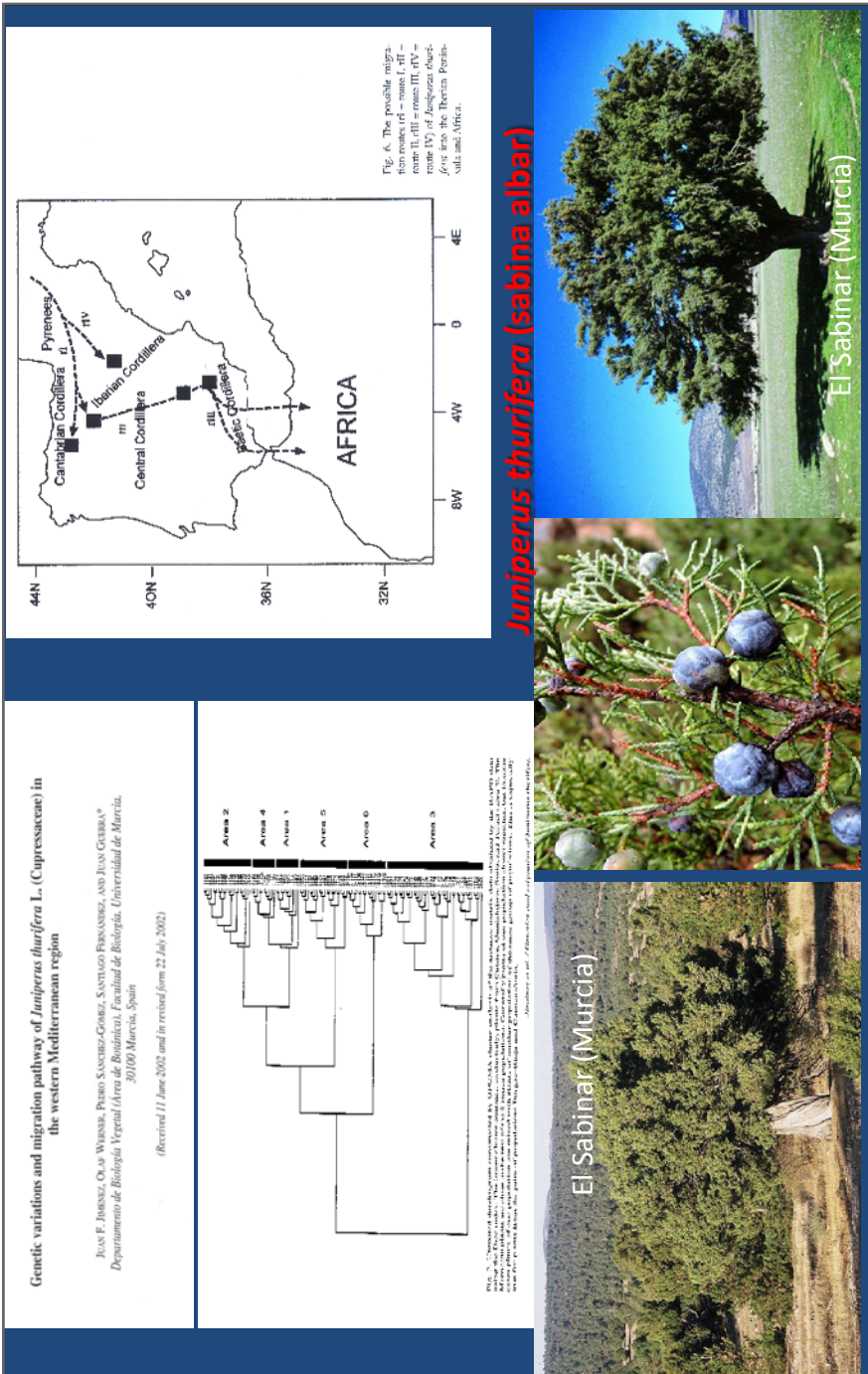


Imagen 15

cia, que se encuentra en el Sabinar, cerca de Moratalla, es la más meridional de Europa y la que tiene mayor afinidad con la africana.

No obstante, también descubrimos que una población, la del Sistema Ibérico (Area 3 en el cladograma), está genéticamente alejada de las demás y pudo constituirse como producto de una segunda emigración durante otro periodo glacial más reciente. En definitiva las poblaciones ibéricas parecen el producto de dos eventos glaciales que empujaron hacia el sur de España y norte de Africa a esta especie mesetaria.

En la actualidad, este es uno de los fenómenos más relevante, desde el punto de vista científico, con sus posteriores implicaciones en la conservación de especies vegetales autóctonas, el descubrimiento y constatación reciente de un fenómeno biológico, al menos sorprendente, relacionado con los periodos glaciales-interglaciales en el continente europeo.

b) El roble melojo (*Quercus pyrenaica*), un viaje de ida y vuelta

Así pues, el empuje de los hielos llevó a muchas especies forestales del centro de Europa a refugiarse en lugares meridionales de la Península Ibérica. Se han podido constatar varios casos muy relevantes, pero el estudio más completo corresponde al caso de *Quercus pyrenaica* (el roble melojo). Posiblemente muy expandido por el centro del continente antes de la primera gran glaciación, fue empujado hacia el sur de Iberia hasta el mismo borde del mediterráneo, de tal manera que sus restos

persisten en lugares protegidos de Sierra Nevada (Granada) y sierras Tejeda y Almijara (Málaga), lugares que se encuentran a pocos kilómetros del mar en línea recta, constituyendo poblaciones relícticas.

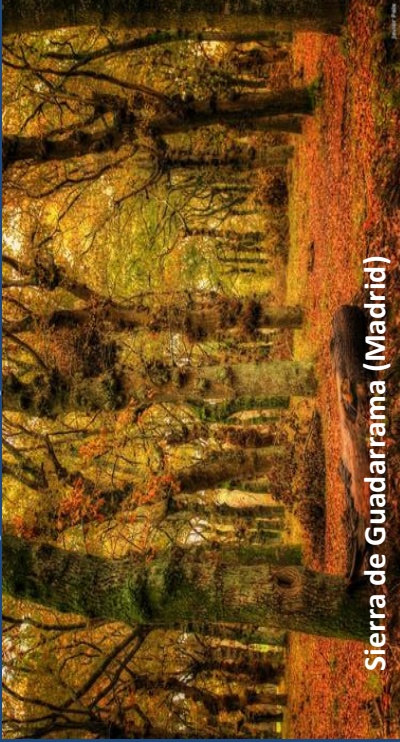
Esta especie migró como un auténtico “anglosajón”, huyendo del frío. Los estudios con marcadores moleculares, los únicos fiables por el momento, han venido a demostrar que desde estas poblaciones meridionales (actualmente con síntomas de cierta degradación por influencia del cambio climático) se produjo la recolonización de Europa dando lugar a su actual distribución. Dicho de otra manera, el roble melojo que actualmente se expande por Europa corresponde a familiares de individuos acantonados en el sur de Iberia durante un periodo glacial. Hizo por tanto un viaje de ida y vuelta, dejando en el sur de Iberia genotipos que no se han encontrado en centroeuropa (Olalde *et al.* 2002).

Las diferencias estructurales y fisonómicas entre dos bosques de esta especie, que pueden verse en la imagen, uno en el área óptima después del retorno posglacial (sierra de Guadarrama) y otro en situación relíctica en sierras Tejeda y Almijara (en las provincias de Granada y Málaga), son enormes en función, obviamente, de la climatología de las áreas respectivas.

Quercus pyrenaica: Un viaje de ida y vuelta



Distribución actual de *Quercus pyrenaica*
(roble melojo)



Sierra de Guadarrama (Madrid)



Quercus pyrenaica (melojo)



Sierra de Almijara (Granada, Málaga)
Bosque relicto

Especies endémicas. Áreas de mayor concentración

Hablemos a continuación del **elemento florístico endémico**, es decir especies que sólo se encuentran en un territorio muy pequeño, a veces incluso minúsculo. Se trata de un elemento muy nutrido en toda la Península, auna las especies originadas por procesos *alopátricos* (aisladas por un barrera geográfica) o *simpátricos* (=simpátridos, generalmente aislados por una barrera genética reproductiva), siendo estas bastante menos frecuente.

Se ha publicado que el número de endemismos ibéricos se encuentra en torno a 1500 taxones, aunque nuevas técnicas de detección con marcadores moleculares apunta hacia un número mucho más grande. Como puede verse en el mapa (imagen 17), la mayor concentración de endemismos se encuentra en el sur de la Península, con áreas como Sierra Nevada, sierras malacitanas y el sudeste ibérico que son auténticos sumideros de endemismos (Blanca & Valle 1986).

Sin apenas salir del territorio murciano, tenemos en la imagen algunos endemismos de área muy reducida como: *Teucrium terciae*, *Antirrhinum subbaeticum*, *Thymus moroderi*.

Por su parte, Sierra Nevada es conocida como el “arca de Noé mediterránea”, debido a su aislamiento y a que durante su formación llegaron especies desplazadas por las glaciaciones, que se quedaron en las zonas culminales y que hoy son reliquias boreoalpinas. Los endemismos de Sierra Nevada son innumerables, destacamos algunos como: *Erigeron frigidus*, *Linaria glacialis* o *Pinguicula nevadensis* (especies que no se encuentran estrictamente fuera de Sierra Nevada).

Las sierras malacitanas, entre ellas a destacar la Sierra de las Nieves, es extraordinariamente rica en endemismos, como: *Linaria clementei*, *Papaver rupifragum* o *Centaurea lainzii*. El Torcal de Antequera con especies como *Linaria anticaria*, *Viola demetria*, *Saxifraga reuteriana*, *Nepeta anticaria*, es también un punto caliente (hot spot) de flora ibérica endémica.

Especies endémicas

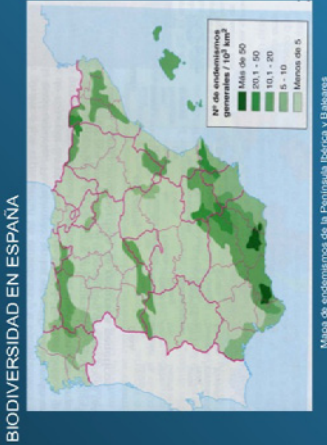


Imagen 17

Especies endémicas



SIERRA NEVADA (Granada)



Erigeron frigidus



Pinguicula nevadensis



Linaria glacialis

Imagen 18



Imagen 19



Imagen 20

Estado actual del conocimiento

Terminemos haciendo un bosquejo sobre el estado actual del conocimiento sobre la flora de la Península Ibérica, intentando dar una idea fidedigna de la profundidad del mismo en diversos grupos de plantas y hongos.

La Península Ibérica cuenta con alrededor de 2.700-3.000 especies de algas (*sensu lato*), de las 27.000 descritas en el mundo; unas 19.000 especies de hongos y líquenes, unas 1.000 especies de briófitos y unas 8.000 especies de plantas cormofíticas (helechos, gimnospermas y angiospermas). Estos números son probablemente los más altos del territorio europeo.

Bajo el empuje de estos datos, la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT) de España, que fue un organismo público del gobierno español creado en 1958 con la función de planificar la política científica y tecnológica, inició a principio de los años ochenta un movimiento científico y editorial, encaminado a promover estudios relacionados con el conocimiento de la biodiversidad en el territorio español. Posteriormente, cuando su lugar fue ocupado por la Comisión Interministerial de Ciencia y

Tecnología (CICYT) y la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), este tipo de estudio se vió igualmente apoyado y se comenzaron diversos proyectos sobre flora y fauna ibérica, alguno de los cuales todavía siguen en marcha.

Así se inició la *Flora Liquenológica Ibérica*, proyecto que comenzó con buen pie, se llegaron a publicar algunas monografías dispersas, como la que se muestra en la imagen 21, pero algunos años después descarriló por diversas causas.


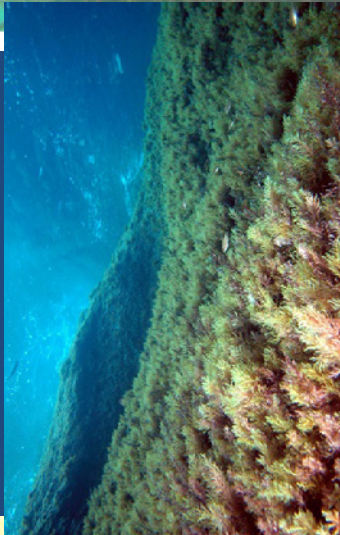

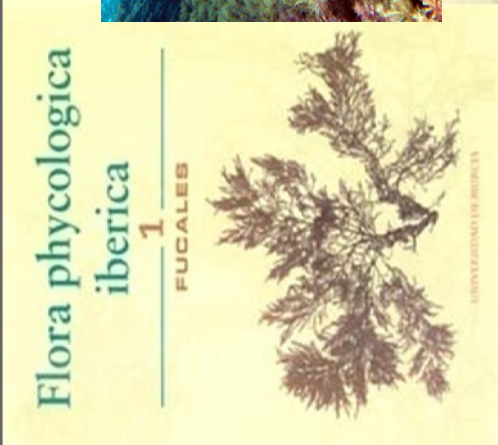
Exactamente lo mismo ocurrió con la *Flora Micológica Ibérica*. Así que, de momento, lo que se conoce de ambas floras está recogido en cientos de artículos científicos dispersos en las más dispares revistas científicas del mundo, pero se trata de una información poco accesible, salvo por expertos en la materia. No obstante, sí que se pueden conseguir numerosas obras locales, como la que aparece a la derecha de la imagen 21 (*Setas de Salamanca*), de las que existen docenas de muchas regiones, pero de carácter en general muy divulgativo.

Una flora de algas, grupo tan complejo y diverso que va desde los grandes organismos que forman parte de las praderas marinas a los organismos microscópicos autótrofos de más de 20 grupos sistemáticos, entre ellos los que se muestran en la imagen 22 (Clorófitos, Euglenófitos, Dinófitos, etc.), parecía una obra inabordable. No obstante, se empezó publicando, precisamente a través del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, una monografía de macroalgas marinas, el orden Fucales, en el marco de una *Flora Phycologica Iberica*, pero la obra perdió continuidad. Sin embargo, también pueden




Imagen 21

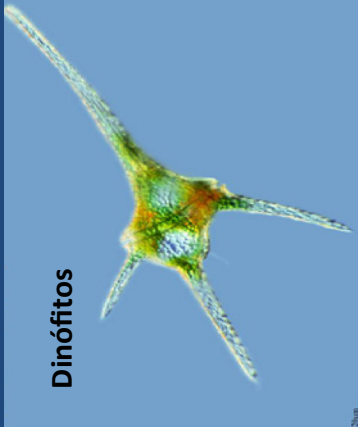
Algas (sentido amplio)



Clorófitos



Euglenófitos



Dinófitos

© Pavel Skaloud

Imagen 22

encontrarse numerosas obras locales, como el estudio que se muestra en la imagen 22 sobre algas de Galicia.

La flora de briófitos ibéricos, fue un proyecto comenzado hace 20 años, los estudios científicos y el proyecto editorial se iniciaron en la Universidad de Murcia bajo mi dirección y se acabó con éxito hace sólo unos meses. Se han publicado 6 volúmenes que compendian la *Flora Briofítica Ibérica* (incluyendo los territorios de España, Portugal, Andorra y Baleares). En ellos se recoge la totalidad de briófitos ibéricos conocidos, con expresión de sus descripciones, iconografía, taxonomía sistemática, ecología, etc. Puede decirse que la obra está completada.

Otro proyecto exitoso, conocido como el anterior a nivel mundial, es la *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, que comenzó el premio nacional de investigación (a título póstumo) Santiago Castroviejo hace 25 años (Castroviejo 2010). Sus discípulos tienen proyectado terminar en breve plazo el último de los 21 volúmenes que comprende. En este Proyecto también ha participado la Universidad de Murcia, tanto a nivel personal como institucional, con el apoyo del Herbario de la Universidad y sus casi 200.000 especímenes conservados en él, a pesar de que este patrimonio carece de personal técnico especializado para asegurar su conservación y uso.

El proyecto ANTHOS nació en el año 2000, ligado a Flora Ibérica es un extraordinario y excepcional banco de datos que recoge la distribución, taxonomía y ecología de todas las especies de cormófitos conocidas en la Península y Baleares, disponible de

Briófitos: musgos, hepáticas y antocerotas



Imagen 23

Plantas vasculares: helechos, gimnospermas y angiospermas

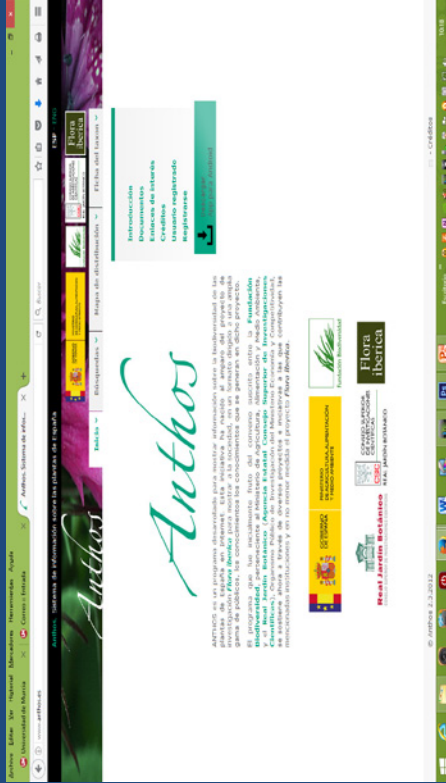
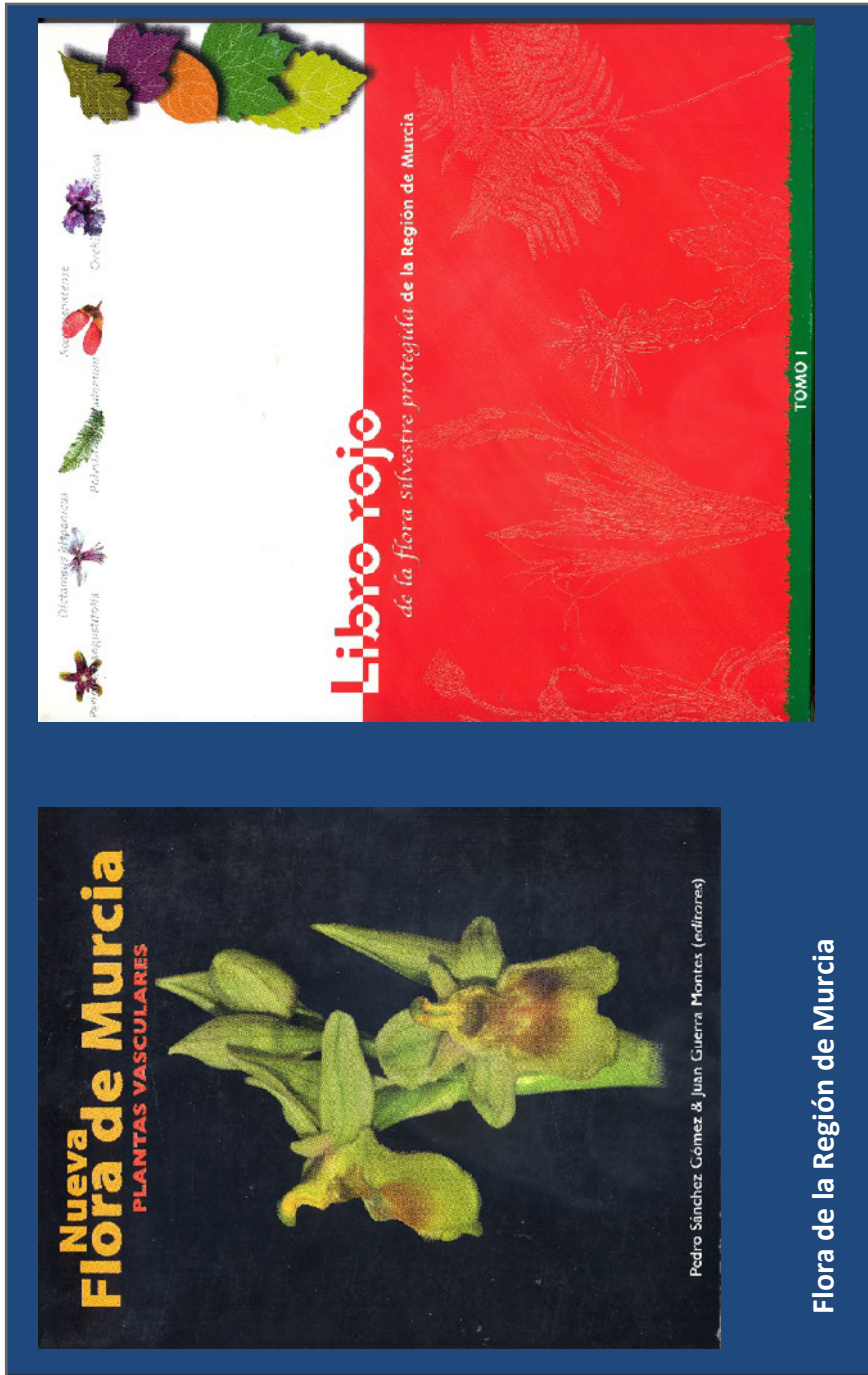


Imagen 24



Flora de la Región de Murcia

Imagen 25

forma abierta para todos los investigadores en Botánica del mundo. Recoge alrededor de 1,5 millones de registros procedentes de publicaciones científicas y herbarios.

Por lo que respecta a la Región de Murcia dos obras de importante trascendencia han sido las que muestran en la imagen (*Nueva Flora de Murcia. Plantas vasculares* y *Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia*), desarrolladas en mi grupo de investigación bajo la dirección del Dr. Pedro Sánchez. Ambas han representado el punto de partida y las bases de la gestión y conservación de la flora de Murcia, proyectos que tuvieron el apoyo institucional del Gobierno Regional.

Bibliografía

- Anderson CL, Channing A & Zamuner AB. 2009. Life, death and fossilization on Gran Canaria – implications for Macaronesian biogeography and molecular dating. *Journal of Biogeography* 36: 2189-2201.
- Blanca G & Valle F. 1986. Las plantas endémicas de Andalucía Oriental I. *Monografías de flora y vegetación béticas* 1: 1-53.
- Barrón E. 2003. Evolución de las floras terciarias en la Península Ibérica. *Monografía del Jardín Botánico de Córdoba* 11: 63-74.
- Barrón E, Muñiz F & Mayoral E. 2003. Aspectos macroflorísticos del Plioceno de Lepe (Cuenca del Guadalquivir, Huelva, España). Consideraciones paleoecológicas. *Boletín de la Real Sociedad Española Historia Natural (sección Geología)* 98: 91-109.
- Barrón E, Rivas-Carballo MR & Valle MF. 1996. Síntesis bibliográfica de la vegetación y clima de la Península Ibérica durante el Neógeno. *Revista Española de Paleontología*, nº extraor.: 225-236.

- Blanca E, Casado MA, Costa M, Escribano R, García M, Génova M, Gómez A, Gómez F, Moreno JC, Morla C, Regato P & Sainz H. 1997. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Planeta.
- Blondel J & Arosón J. 1999. *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press. Oxford.
- Bolós O. 1985. Le territoire submediterranéen et le territoire carpetano-atlantique dans la Peninsule Ibérique. *Botanica Helvetica* 95: 13-17.
- Cano MJ, Jiménez JF, Gallego MT, Jiménez JA & Guerra J. 2009. Phylogenetic relationships in the genus *Hennediella* (Pottiaceae, Bryophyta) inferred from *nrITS* sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 281: 209-216.
- Cánovas JL, Jiménez JF, Mota JF, Sánchez-Gómez P. 2015. Genetic diversity of *Viola cazorlensis* Gand., an endemic species of Mediterranean dolomitic habitats: implications for conservation. *Systematic and Biodiversity* 13: 571-580.
- Carine MA. 2005. Spatio-temporal relationships of the Macaronesian endemic flora: a relictual series or window of opportunity. *Taxon* 54: 895-903.
- Castroviejo S. 2010. La flora española: una riqueza en biodiversidad de primer orden aún en exploración. El proyecto *Flora Iberica*. *Documentación Administrativa* 278-279: 23-38.
- Del Río J & Peñas J. 2006. *Krascheninnikovia ceratoides* (L.) Gueldents, redescubierta en el Marquesado de Zenete (Granada). *Acta Botanica Malacitana* 31: 200-2002.

- Devesa JA & Ortega A. 2004. *Especies vegetales protegidas en España: plantas vasculares*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Domínguez F & Schwartz MW. 2005. Comparative taxonomic structure of floras of two Mediterranean-climate regions: Iberia and California. *Diversity and Distribution* 11: 399-408.
- Engler A. 1882. *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode II*. W. Engelmann. Leipzig.
- Francis J, Santo-Guerra A, Hines A, Jansen RK. 1997. Molecular evidence for a Mediterranean origin of the Macaronesian endemic genus *Argyranthemum* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 84: 1595-1613.
- Gil L, Fuentes-Utrilla P, Soto A, Cervera MT, & Collada C. 2004. Phylogeography. English elm is a 2,000-year old Roman clone. *Nature* 431: 1053.
- Guerra J, Brugués M, Cano MJ, Cros RM (eds.). 2006-2018. *Flora Briofítica Ibérica*. Vols. I-VI. Sociedad Española de Briología/Universidad de Murcia.
- Guzmán JR. 2009. Los pinsapos de la otra orilla del Estrecho. *Quercus* 275: 36-44.
- 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. Prague.
- Herranz JM, Copete MA & Ferrandis P. 2009. *Posibles efectos del cambio climático sobre las especies vegetales en Castilla-*

La Mancha. Impactos del cambio climático en Castilla-La Mancha. Fundación General del MedioAmbiente.

Hewitt GM. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society* 68: 87-112.

Hirsch H, Wagner V, Danihelka J, Ruprecht E, Sánchez-Gómez P & Seifert M. 2015. High genetic diversity declines towards the geographic range periphery of *Adonis vernalis*, a Eurasian dry grassland plant. *Plant Biology* 17: 1233-1241.

Yll R & Carrión JS. 2003. Refugios glaciares de vegetación templada mediterránea en el sudeste español y su relación con la ocupación humana neandertal. *Polen* 13: 1-12.

Jiménez JF, Werner O, Sánchez-Gómez P, Fernández S & Guerra J. 2003. Genetic variations and migration pathway of *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) in the western Mediterranean region. *Israel Journal of Plant Sciences* 51: 11-22.

Jiménez JF, López-Romero C, Roselló JA & Sánchez-Gómez P. 2017. Genetic diversity of *Narcissus tortifolius*, an endangered endemic species from Southeastern Spain. *Plant Biosystem* 151: 117-125.

Jordano P & Godoy JA. 2000. RAPD variation and population genetic structure in *Prunus mahaleb* (Rosaceae), an animal dispersed tree. *Molecular Ecology* 9: 1293-1305.















Lacoste A & Salanon R. 1987. *Biogeography*. Oikos-tau. Barcelona.

Leroy SAG & Arpe K. 2007. Glacial refugia for summer-green trees in Europe and southwest Asia as proposed by ECA-

- HM-3 time-slice atmospheric model simulations *Journal of Biogeography* 34: 2115-2128.
- Lumaret R, Mir C, Michaud H, Raynal V. 2002. Phylogeography variation of chloroplast DNA in holm oak (*Quercus ilex* L.). *Molecular Ecology* 11: 2327-2336.
- Mai DH. 1989. Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary. *Plant Systematics and Evolution* 162: 79-91.
- Mai DH. 1991. Paleofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arctotertiary-Paleotropical geoflora concept. *Review of Paleobotany and Palynology* 68: 29-36.
- Médail F & Diadema K. 2009. Glacial refugia influence plant diversity patterns in the Mediterranean Basin. *Journal of Biogeography* 36: 1333-1345.
- Meyen SV. 1987. *Fundamentals of Paleobotany*. Chapman & Hall. London.
- Moreno JC. 2011. Vascular plant diversity in Spain. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 2^a ép. 9: 75-107.
- Moreno JC & Lobo JM. 2008. Iberian pteridophyte regions and their explanatory variables. *Plant Ecology* 198: 149-167.
- Olalde M, Herrán A, Espinel S & Goicoechea PG. 2002. White oaks phylogeography in the Iberian Peninsula. *Forests Ecology & Management* 156: 89-102.
- Quézel P. 1985. Les sapins du pourtour méditerranéen. *Forêt Méditerranéenne* 7: 27-34

- Rendell S & Ennos RA. 2003. Chloroplast DNA diversity of the dioecious European tree *Ilex aquifolium* L. (English holly). *Molecular Ecology* 12: 2681-2688.
- Rivas-Carballo MR. 1991. The development of vegetation and climate during the Miocene in the southeastern sector of the Duero Basin (Spain). *Review of Paleobotany and Palynology* 67: 341-351
- Sánchez-Gómez P, Carrión-Vilchez MA, Hernández A & Guerra J. 2002. *Libro rojo de la flora silvestre protegida de la Región de Murcia*. Tomos I y II. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.
- Sánchez-Gómez P & Guerra J (eds.) 2003. *Nueva flora de Murcia. Plantas vasculares*. Ed. DM. Murcia.
- Sánchez-Gómez P, Jiménez JF, Vera JB, Sánchez-Saorín FJ, Martínez JF & Buhagiar J. 2013. Genetic structure of *Tetraclinis articulata*, an endangered conifer of the western Mediterranean basin. *Silva Fennica* 47: 1-13.
- Scotti I, Vendramin GG, Matteotti C, Scarponi C, Sarigola N & Binelli G. 2000. Postglacial recolonization routes for *Picea abies* H. in Italy as suggested by analysis of sequence-characterized amplified regions (SCAR) markers. *Molecular Ecology* 9: 699-708.
- Suc JP. 1984. Origin and evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature* 307: 429-432.

- Taberlet P, Fumagalli L, Wust-Saucy A-G & Cosson J-F 1998. Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology* 7: 453-464.
- Thompson JD. 2005. *Plant Evolution in the Mediterranean*. Oxford University Press. Chippenham.
- Weijermars R. 1988. Neogene tectonics in the Western Mediterranean may have caused the Messian salinity crisis and associated glacial event. *Tectonophysis* 148: 211-219.
- Willis KJ, Rudner E & Sümegei P. 2000. The full-glacial forest of central and southeastern Europe. *Quaternary Research* 53: 203-213.
- Rivas-Carballo MR. 1991. The development of vegetation and climate during the Miocene in the southeastern sector of the Duero Basin (Spain). *Review of Paleobotany and Palynology* 67: 341-351.
- Valle F, Gómez- Mercado F, Mota JF & Díaz de la Guardia C. 1989. *Parque Natural de Cazorla, Segura y Las Villas. Guía botánico-ecológica*. Rueda. Madrid.

Era Eratema	Periodo Sistema	Época Serie	Edad Piso	Eventos relevantes	Inicio, en millones de años	
Cenozoico ⁵	Cuaternario ⁵	Holoceno		Fin de la glaciación reciente y surgimiento de la civilización humana.	 0,0117	
		Pleistoceno	Superior / Tardío (Tarantiense) ⁵	Florecimiento y posterior extinción de muchos grandes mamíferos (megafauna del Pleistoceno) . Aparece Homo habilis y se desarrollan los humanos anatómicamente modernos . Da comienzo la reciente Edad de Hielo .	0,126	
			Medio (Ioniense)	0,781		
			Calabriense	 1,806		
			Gelasiense	 2,588		
	Neógeno	Plioceno	Piacenziense	Clima frío y seco . Aparecen los Australopithecina , varios géneros de los mamíferos existentes y los moluscos recientes. Se forma el istmo de Panamá , provocando el Gran Intercambio Americano	 3,600	
			Zancliense	 5,333		
		Mioceno	Messiniense	Clima moderado; orogenia en el hemisferio norte . Desecación del Mediterráneo en el Mesiniense. Se hacen reconocibles las familias de los mamíferos y aves modernos. Los caballos y los mastodontes se diversifican. Primeros bosques de Laminariales ; la hierba se hace ubicua. Aparecen los primeros simios .	 7,246	
			Tortonense		 11,62	
			Serravaliense		 13,82	
			Langhiense		15,97	
			Burdigaliense		20,44	
			Aquitaniense		 23,03	
		Paleógeno	Oligoceno	Chattiense	Clima cálido; rápida evolución y diversificación de la fauna, especialmente mamíferos . Importante evolución y dispersión de modernos tipos de plantas con flor . Orogenia Alpina . Formación de la corriente Circumpolar Antártica y congelación de la Antártida .	28,1
				Rupeliense		 33,9
	Eoceno		Priaboniense	Extinción de final del Eoceno («Gran Ruptura» de Stehlin). Prosperan los mamíferos arcaicos (Creodonta , Condylartha , Uinatheriidae , etc.) y continúan su desarrollo durante esta época. Aparición de varias familias "modernas" de mamíferos. Las ballenas primitivas se diversifican. Primeras hierbas . India colisiona con Asia . Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno . Disminución del dióxido de carbono . Aparecen capas de hielo en la Antártida .	38,0	
			Bartoniense		41,3	
			Luteciense		47,8	
			Ypresiense		 56,0	
			Thanetiense		 59,2	
Paleoceno	Selandiense		se diversifican en varios linajes primitivos tras el evento de extinción del Cretácico-Terciario . Primeros mamíferos grandes (osos y pequeños hipopótamos).	 ~61,6		
	Daniense		 66,0			



Este trabajo ha sido
publicado con el
patrocinio
de la Comunidad
Autónoma de la Región
de Murcia.

