

ESTUDIO PALEOBOTÁNICO DEL AFLORAMIENTO VALLESIENSE (NEÓGENO) DEL BARRANCO DE SALANCA (LA CERDAÑA, LÉRIDA, ESPAÑA). ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS

por
EDUARDO BARRÓN*

Resumen

BARRÓN, E. (1999). Estudio paleobotánico del afloramiento vallesiano (Neógeno) del barranco de Salanca (la Cerdaña, Lérida, España). Aspectos paleoecológicos. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(1): 81-96.

Se realiza un estudio paleobotánico (macro- y microflora) del afloramiento del barranco de Salanca (comarca de la Cerdaña, Pirineos orientales, Lérida, España). En esta zona durante el Mioceno Superior se desarrolló una cuenca lacustre. Los materiales del barranco de Salanca son fundamentalmente diatomitas y "mudstones" de color gris, que se depositaron en zonas lacustres distales. Tras el estudio palinológico, se han identificado 79 táxones pertenecientes a las divisiones Pteridophyta, Pinophyta y Magnoliophyta. Las asociaciones registradas nos permiten reconstruir la vegetación de la Cerdaña durante el Vallesiano, aunque existen problemas de representación de táxones. El estudio macroflorístico reveló la presencia de 36 táxones a partir de restos foliares y semillas aladas. La asociación registrada presentó fósiles de plantas de las divisiones Pinophyta y Magnoliophyta. Particularmente, a causa del transporte aéreo mediante vientos, el tipo de fósil que se encuentra en mayor número en el afloramiento son hojas de angiospermas dicotiledóneas. La gran cantidad de hojas revela condiciones de aguas tranquilas en el antiguo lago ceretano. La Paleoclimatología deducida por los estudios palinológico y fisonómico de la macroflora indica que existieron unas condiciones templado-cálidas bajo las cuales se desarrollaron bosques mesofíticos en donde dominaron especies de las familias Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae.

Palabras clave: Paleobotánica, microrrestos, macrorrestos, Paleoecología, Vallesiano, Mioceno Superior, barranco de Salanca, la Cerdaña, España.

Abstract

BARRÓN, E. (1999). Palaeobotanical study of the vallesian (Neogene) outcrop of Salanca ravine (la Cerdaña, Lérida, Spain). Palaeoecological aspects. *Anales Jard. Bot. Madrid* 57(1): 81-96 (in Spanish).

An integral palaeobotanical study (macro- and microflora) has been done of the Salanca ravine outcrop. This place is located in the region of la Cerdaña (Lérida province, Spain), which constitutes an Upper Miocene lacustrine basin from Eastern Pyrenees. The sediments of the Salanca ravine outcrop consist of diatomites and grey mudstones. They have been interpreted as being deposited in distal lacustrine zones. In a palynological study, 79 taxa have been identified. They belong to the divisions Pteridophyta, Pinophyta and Magnoliophyta. The recorded assemblages allow us to reconstruct the vegetation of la Cerdaña during the Vallesian, though the problem of overrepresented taxa exists. The macrofloristic study has revealed the presence of 36 taxa through foliar remains and winged seeds. The recorded assemblage presents plant remains of the divisions Pinophyta and Magnoliophyta. The best represented

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

remains are leaves of dicotyledonous angiosperms because of their wind transport. The high percentage of angiosperm foliar remains in the sediments of the Salanca ravine outcrop revealed calm water conditions in the neogene lake. The palaeoclimatology deduced from the palynological study and the physiognomic study of macroflora indicates that temperate conditions existed in which mixed mesophytic forest developed where the families Pinaceae, Betulaceae and Fagaceae dominated.

Key words: Palaeobotany, megaremain, microremain, Palaeoecology, Vallesian, Upper Miocene, Salanca ravin outcrop, la Cerdaña, Spain.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Realizar un estudio paleoflorístico integral de un afloramiento es inusual, ya que la mayoría de las veces se abordan por separado el estudio de los macro- y microrrestos. Nosotros pensamos, al igual que CHALONER (1968), que no es más completa una micro- que una macroflora o viceversa, sino que cada una de ellas dará una imagen incompleta de la vegetación que existió en el pasado en una determinada región. Así, como expresan LEROY & ROIRON (1996), existen muchas ventajas al estudiarlas de forma conjunta, ya que la macroflora nos da una visión local de la vegetación a nivel específico, mientras que la microflora lo hace a nivel local, regional y, en menor medida, extrarregional.

El caso del afloramiento del barranco de Salanca (comarca de la Cerdaña, provincia de Lérida) a nuestro entender es excepcional, ya que sus sedimentos presentan un elevado número de restos macroscópicos vegetales, fundamentalmente restos foliares y frutos alados y palinomorfos.

La importancia de este trabajo radica en reunir datos paleobotánicos, tanto palinológicos como macroflorísticos, y tratar de correlacionarlos entre sí para obtener conclusiones de tipo paleoecológico, llegando a conocer el clima y la vegetación que se desarrolló en la zona.

Aunque los primeros trabajos paleobotánicos que se realizaron en la Cerdaña datan de finales del siglo pasado (RÉROLLE, 1884-1885), nunca se expuso la localización de los afloramientos de donde se obtuvieron los microrrestos vegetales estudiados.

El barranco de Salanca como localidad fosilífera no ha sido mencionado en la literatura paleobotánica, pero fue explotado desde anti-

guo para la obtención de anapaña (mineral de composición fosfática). Debido a su proximidad al pueblo de Bellver de Cerdanya, es posible que los autores clásicos lo estudiaran bajo otra denominación. Por ejemplo, VILLALTA & CRUSAFONT (1945) se refieren a un afloramiento denominado "barranco de Vilella", que sitúan "más allá del Monterrós en la cercanías de Bellver"; y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) se refieren al afloramiento de "Bellver". En las colecciones estudiadas por nosotros también se asignan gran cantidad de fósiles a "Bellver", sin que podamos dilucidar si fueron recolectados o no en el barranco de Salanca.

Hasta el momento no se habían realizado estudios palinológicos de los materiales del barranco de Salanca, ya que los que se han llevado a cabo en la Cerdaña se circunscribieron a afloramientos de facies de abanicos aluviales (JELGERSMA, 1957; BESEDIK, 1985; BALTUILLE & *al.*, 1992; BARRÓN, 1997a, b). Hasta la fecha, únicamente se ha estudiado desde un punto de vista palinológico un afloramiento, denominado torrente de Vilella, cuyos materiales se depositaron en una zona lacustre distal (BARRÓN, 1999), por lo que este trabajo es una contribución al mejor conocimiento paleobotánico de este tipo de afloramientos.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

La Cerdaña es una antigua cuenca lacustre situada en los Pirineos orientales entre Francia y España (fig. 1). Actualmente constituye una llanura alargada de 25-30 km de longitud por 5-7 km de ancho, cruzada en su parte norte por el río Segre, que se encuentra a unos 1100 m sobre el nivel del mar.

LITOLOGÍA**NEÓGENO****Unidad Neógena Superior (Plioceno)**

P Depósitos aluviales

Unidad Neógena Inferior (Mioceno Superior)

M Aluvial (prox. distal). Área fuente granítica

M Aluvial (prox. distal). Área fuente no granítica

L Lacustre

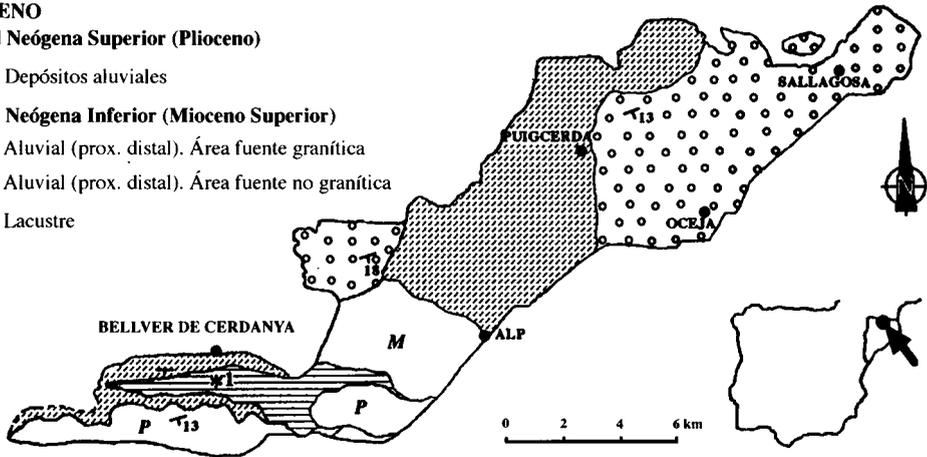


Fig. 1.—Esquema geológico de la cuenca de la Cerdaña, modificado de AGUSTÍ & ROCA (1987). 1, Barranco de Salanca.

Esta cuenca fue formada durante los movimientos dextrales nordeste-sudoeste de la Falla de la Tet (CABRERA & *al.*, 1988). JULIÀ (1984) diferencia dos cubetas, la de Bellver, con una importante etapa lacustre profunda, y la de Sanavastre, con una fuerte influencia fluvial.

El relleno sedimentario de la cuenca de la Cerdaña está integrado por potentes sucesiones detríticas y se organiza en dos grandes unidades estratigráficas (fig. 1): la Unidad Neógena Inferior (Vallesiense medio-superior), formada por la interacción de procesos aluviales y lacustres; y la Unidad Neógena Superior (post-Vallesiense), constituida exclusivamente por depósitos aluviales (ROCA, 1986).

ANADÓN & *al.* (1989) describieron una columna estratigráfica sintética de la Unidad Neógena Inferior de los materiales de la Cerdaña, estableciendo la siguiente sucesión ubicada sobre un basamento de sedimentos paleozoicos (A) (fig. 2):

B) Asociación de terrígenos: consistente en gravas marrón pálidas, amarillentas y grisáceas, arenas arcósicas, “mudstones” y lechos de lignitos, con más de 110 m de espesor. Localmente aparecen niveles de lignitos poco potentes.

C) Asociación diatomítica: compuesta por más de 250 m de espesor de diatomitas y

“mudstones” gris-azulados o gris pálido con gran cantidad de materia orgánica. En esta unidad aparecen láminas intermedias de arenas con ostrácodos. Algunos de los niveles son ricos en CaPO_4 y FePO_4 , o tienen nódulos aislados. Las facies diatomíticas presentan una fina laminación que puede ser relacionada con varvas estacionales de sedimentación.

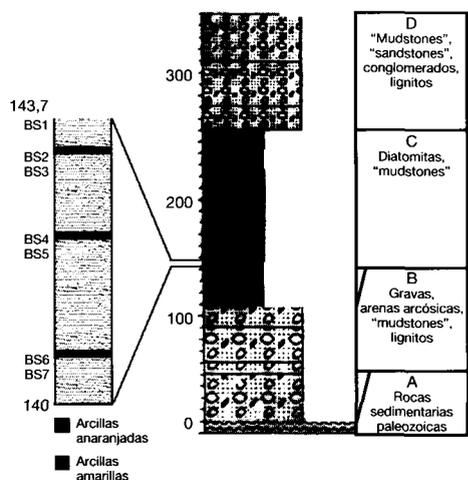


Fig. 2.—Columna estratigráfica sintética de la Unidad Neógena Inferior de la cuenca de la Cerdaña, modificada de ANADÓN & *al.* (1989), con la ubicación de las muestras polínicas estudiadas.

D) Asociación superior de terrígenos: está formada por "mudstones", cuyo color va de gris a marrón, "sandstones" y conglomerados con unos 100 m de potencia. En esta unidad también se registran niveles de lignitos.

El afloramiento del barranco de Salanca se encuentra situado en la zona lacustre de la cubeta de Bellver, cuyos materiales se depositaron en una zona lacustre distal, y en el tramo C de la columna estratigráfica (fig. 2). Más concretamente, está localizado en el barranco del mismo nombre, 1 km al norte de la localidad de Bellver de Cerdanya (latitud: 42° 21' 58" N; longitud: 1° 46' 2" O). Éste presenta unos 3,5 m de potencia y está constituido por alternancias de arcillas varvadas amarillentas y anaranjadas (fig. 2), que a veces se disponen formando nódulos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas proceden del tramo C de la sucesión propuesta por ANADÓN & al. (1989) (fig. 2). No ha sido posible conocer su posición estratigráfica relativa dentro de dicho tramo por problemas de exposición. Para realizar un análisis polínico del afloramiento se han recogido siete, de muro a techo, siendo la más antigua la BS1, y la más moderna, la BS7. Asimismo se han recolectado una buena cantidad de restos vegetales macroscópicos.

La separación de los palinomorfos fue llevada a cabo usando las técnicas descritas por PHIPPS & PLAYFORD (1984), basadas en tratamiento ácido (HCl, HF y HNO₃); y su concentración final fue estimada tras pasar el residuo resultante a través de tamices de 500, 250, 75, 50 y 12 µm. Tras el montaje de las placas, éstas se estudiaron con la ayuda de un microscopio óptico Leitz Laborlux D.

Para que la muestra fuera estadísticamente representativa se consideró como número mínimo de granos de palinomorfos a contar por cada muestra procesada un conjunto entre 500-1.000, como indican JONKER (1951) y GREEN & DOLMAN (1988).

Tras la determinación y contabilización de los palinomorfos se han realizado tablas de porcentajes de cada uno de los táxones, con-

feccionándose un diagrama polínico. Para la realización de estos diagramas se han utilizado los programas Tilia y Tilia Graph en sus versiones 1.07 y 1.16, respectivamente. En la elaboración del diagrama solo se han tenido en cuenta los táxones que poseen al menos un mínimo de 0,5 % de presencia, el resto se han agrupado como "otros AP" y "otros NAP".

Los palinomorfos se han determinado fundamentalmente a nivel genérico, ya que la mayoría de ellos pueden ser relacionados con géneros actuales. En los casos en que esto ha sido imposible, se han identificado de forma parataxónica.

En total se han contado 27.940 granos de polen, que se reparten en 79 táxones. Del total de ejemplares obtenidos, 227 se han considerado indeterminados, en general por encontrarse en tan mal estado de conservación que no pudieron incluirse en ningún taxon actual ni morfológico.

Los macrorrestos estudiados son fundamentalmente restos foliares y frutos alados. La mayoría de los ejemplares estudiados se encuentran en forma de compresión (54,98 %), apareciendo impresiones (41,69 %) en un porcentaje inferior. De forma excepcional se han encontrado especímenes con la cutícula preservada (0,30 %). Estos ejemplares integran las colecciones del Museo Geominero, Museo de Geología de Barcelona, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Museo del Seminario de Barcelona, Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid; varias colecciones particulares y ejemplares recolectados por nosotros en diferentes campañas de campo.

Para el estudio de este tipo de fósiles se ha utilizado una lupa binocular Wild M8 con cámara clara acoplada.

Entre los macrorrestos descritos hemos hallado algunas especies con morfologías idénticas a las que presentan algunos táxones actuales, por ejemplo: *Fagus gussonii*, especie fósil semejante a *F. orientalis* (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994). Sin embargo, como explica COLLINSON (1986), si usáramos el binomio de la especie actual al determinar estos restos supondríamos aspectos adicionales de informa-

ción taxonómica que no nos proporciona el fósil. Además, es posible que un tipo de órgano pueda haberse presentado de forma idéntica en especies diferentes sin que podamos apreciarlo en el registro fósil. Por estas dos razones, las especies se han descrito siempre de forma parataxónica. A diferencia de las especies, siempre que ha sido posible se ha empleado, como en el caso de los palinomorfos, la nomenclatura genérica actual.

Se han estudiado 331 ejemplares, que se dividen en 36 táxones, de los cuales el 81,57 % del total (268 ejemplares) corresponden a restos foliares. La diferencia (19,03 %) corresponde fundamentalmente a frutos, brácteas, involucros, conos de gimnospermas y amentos. Es baja la proporción de frutos y semillas aladas: 7,85 % del total de restos estudiados.

Para realizar una interpretación paleoclimática a partir de los palinomorfos y macrorrestos, se han clasificado los táxones determinados según los requerimientos térmicos de especies actuales próximas a ellos filogenéticamente en el sentido de VAN STEENIS (1962), modificado por BESSEDIK (1985). En el caso del conjunto de los macrorrestos foliares, el clima ha sido deducido a partir de las características fisiológicas de éstos, considerando el tamaño foliar y el tipo de margen según lo expuesto por BAILEY & SINNOT (1915, 1916), RAUNKIAER (1934) y WEBB (1959).

ESTUDIO PALINOLÓGICO

Como se ha dicho anteriormente, se tomaron siete muestras, de base a techo, recogiendo alternativamente arcillas amarillentas y anaranjadas. Todas las muestras estudiadas han proporcionado un número suficientemente representativo de granos de polen.

Hay que mencionar a un elevado número de táxones que se han determinado de forma puntual, incluyéndose en el diagrama polínico como "otros arbóreos" y "otros no arbóreos". Su relación es la siguiente (tabla 1):

- "otros AP": cf. Cycadaceae, *Tsuga*, *Ephedra*, Berberidaceae, *Platanus*, *Li-*

quidambar, *Celtis*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, Ericaceae, Sapotaceae, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Buxus*, *Acer*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Olea*, Oleaceae, *Lonicera*, *Sambucus*, *Viburnum* y Arecaceae.

- "otros NAP": Nymphaeaceae, *Ranunculus*, Caryophyllaceae, *Polygonum*, Droseraceae, *Cistus*, Cistaceae, *Primula*, Fabaceae, Thymelaeaceae, Apiaceae, Lamiaceae, *Echium*, Rubiaceae, *Potamogeton*, Cyperaceae y Liliaceae.

También de forma puntual (tabla 1) se identificó un conjunto de esporas que se han determinado como: *Lycopodium*, *Leiotriletes*, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, Osmundaceae y esporas triletes y monoletes indeterminables, dado su estado de conservación. En el conjunto de las Taxodiaceae, el género *Sciadopitys* y el tipo *Sequoia* siempre que aparecen lo hacen con muy bajos porcentajes. Entre las Asteraceae, las tubuliflorae dominan numéricamente sobre las liguliflorae en todos los niveles menos en el BS1, en el que tienen porcentajes similares.

Si realizamos un primer análisis del diagrama polínico obtenido (fig. 3), se observa una sobrerrepresentación del género *Pinus*. Esto es debido a un problema de índole tafonómica, ya que los granos de polen de *Pinus*, por lo general, se producen en mayor cantidad y tienen mayor capacidad de dispersión que los de los táxones determinados. En segundo lugar, es destacable la aparición de otras coníferas como *Abies*, *Cathaya*, Cupressaceae y el tipo *Taxodium*.

Entre las angiospermas, son reseñables *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus* y Poaceae, siendo las dicotiledóneas arbóreas las que dominan numéricamente sobre las no arbóreas. Siempre, el porcentaje de AP es muy superior al de NAP, aunque no se consideraran los valores de *Pinus*. Luego todos los datos apuntan a que la Cerdeña durante la deposición de los sedimentos de este afloramiento se encontraba poblada por bosques.

Es destacable la aparición anecdótica de esporas de helechos a lo largo del diagrama

TABLA 1

DISTRIBUCIÓN DE ESPORAS, TAXODIACEAE, OTROS AP Y OTROS NAP EN LAS DISTINTAS MUESTRAS DEL BARRANCO DE SALANCA

(AP = polen de plantas arbóreas; NAP = polen de plantas no arbóreas)

Táxones	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	BS6	BS7	Táxones	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	BS6	BS7
Esporas								<i>Rhamnus</i>	•	•			•	•	•
<i>Lycopodium</i>							•	<i>Parthenocissus</i>			•				
Osmundaceae						•	•	<i>Acer</i>				•		•	•
<i>Leiotriletes</i>	•			•				<i>Buxus</i>	•	•	•	•	•	•	•
Triletes indet.				•				<i>Fraxinus</i>	•		•	•	•		•
<i>Laevigatosporites</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Ligustrum</i>					•		
tipo <i>Polypodium</i>		•		•		•		<i>Olea</i>		•					•
Monoletas indet.							•	<i>Phyllirea</i>						•	•
Taxodiaceae								Oleaceae indet.	•	•		•	•	•	•
<i>Sciadopitys</i>	•							<i>Lonicera</i>	•			•			
tipo <i>Sequoia</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Sambucus</i>	•				•	•	
tipo <i>Taxodium</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Viburnum</i>	•						
Otros AP								Arecaceae	•		•				•
cf. Cycadaceae							•	Otros NAP							
<i>Tsuga</i>				•				Nymphaeaceae		•				•	•
<i>Ephedra</i>		•						Ranunculaceae	•			•		•	•
Berberidaceae						•		Caryophyllaceae	•	•		•	•	•	•
<i>Liquidambar</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Polygonum</i>	•						
<i>Platanus</i>	•				•			Droseraceae	•						•
<i>Celtis</i>							•	<i>Cistus</i>	•					•	•
<i>Engelhardia</i>					•		•	Cistaceae indet.	•				•	•	•
<i>Juglans</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Primula</i>							•
<i>Platycarya</i>	•	•	•	•	•	•	•	Fabaceae				•			
<i>Myrica</i>	•	•	•	•	•	•	•	Thymelaeaceae				•			
<i>Carpinus</i>	•	•	•	•	•	•	•	Apiaceae	•	•	•		•	•	•
<i>Tilia</i>	•	•	•	•	•	•	•	<i>Echium</i>							•
<i>Salix</i>	•	•	•	•	•	•	•	Lamiaceae						•	
Ericaceae	•	•	•	•	•	•	•	Rubiaceae				•			
Sapotaceae					•			<i>Potamogeton</i>	•	•		•	•	•	•
<i>Cornus</i>				•	•	•	•	Cyperaceae	•						
<i>Ilex</i>	•	•	•	•	•	•	•	Liliaceae	•	•	•	•	•	•	•

(fig. 3), lo que contrasta con la abundancia que poseen éstas en los afloramientos ceretanos de abanicos aluviales que presentan facies deltaicas (BARRÓN, 1997a, b). La mayor parte de las esporas determinadas en estos últimos afloramientos son asignables a la familia Osmundaceae, la cual es fundamentalmente hidrófila y engloba especies ligadas a zonas húmedas. La escasez de esporas en el barranco de Salanca, y la del resto de los afloramientos de facies lacustres distales de la Cerdaña (BARRÓN, 1996a), es debida a un problema de transporte, ya que por una parte las de Os-

mundaceae se acumularon en zonas de abanicos aluviales porque las aguas del lago presentaron corrientes hidráulicas débiles que no fueron capaces de conducir las a otras zonas; mientras que por otra, las esporas de helechos, y seguramente de otras criptógamas como musgos y hepáticas, tuvieron una capacidad de dispersión menor que los pólenes anemófilos debido a ser plantas de pequeño porte que usualmente se encontraban viviendo rodeadas de vegetación. Ésta captaba las esporas y no permitía su dispersión hacia las aguas del lago.

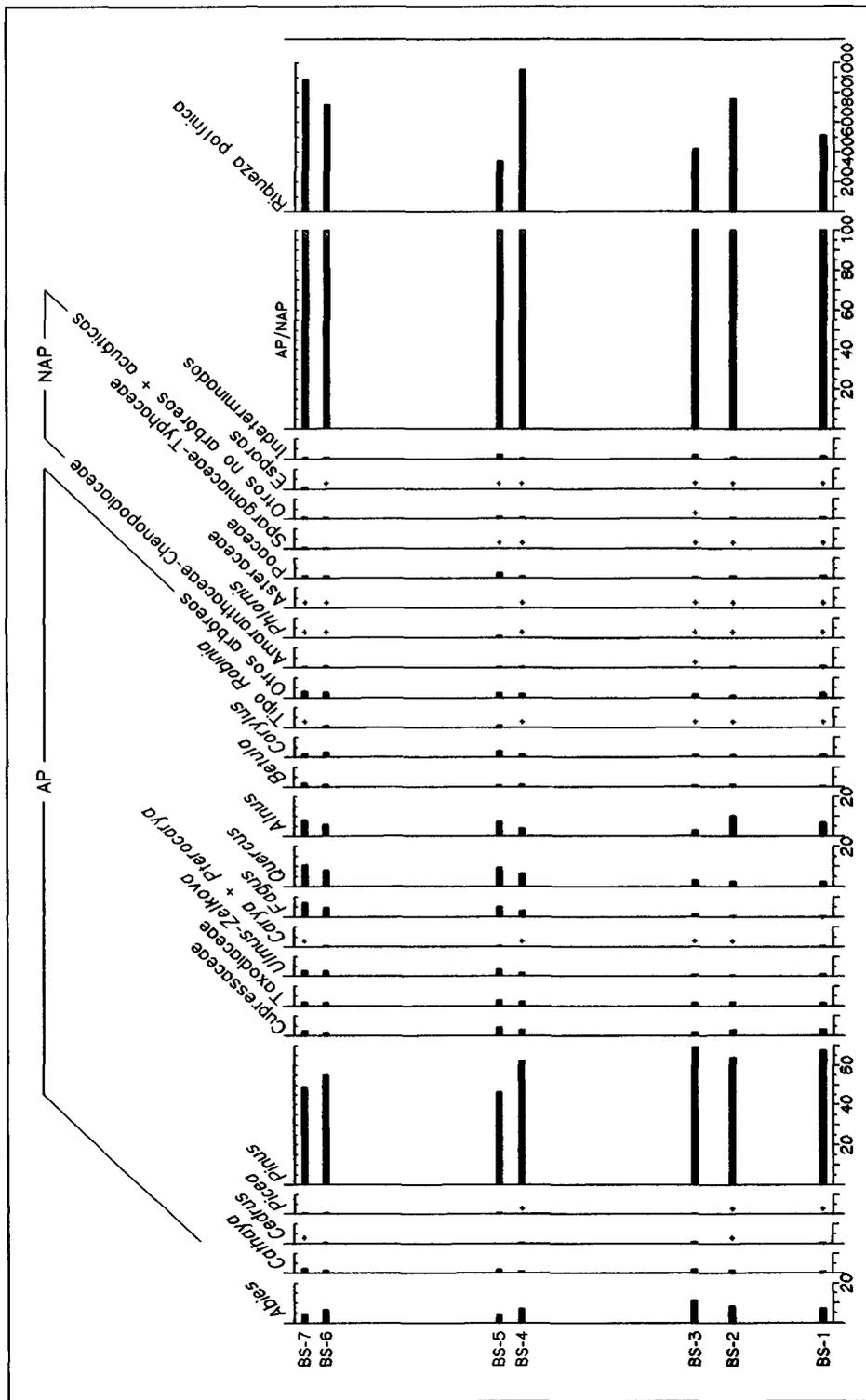


Fig. 3.-Diagrama polínico del afloramiento del barranco de Salanca.

De una forma escasa se han hallado granos de polen relacionados con plantas acuáticas, contabilizándose únicamente de forma puntual algunos granos asignables a *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae*, *Polygonum* tipo *persicaria* y *Potamogeton*. Una posible explicación de la escasa representación de los táxones acuáticos es su fragilidad frente a los procesos de fosilización.

La riqueza polínica no nos da idea de la cubierta vegetal, sino de las condiciones de conservación de los palinomorfos. Se define como la cantidad de granos de polen y esporas presentes por unidad de masa del sedimento. El método de cálculo seguido es el propuesto por COUR (1974). Las riquezas polínicas calculadas se pueden considerar altas, aunque los mayores valores corresponden a las muestras BS2, BS4 y BS7 (fig. 3). Dado que la litología de las muestras es la misma, esta diferencia en los valores puede deberse a un problema de tipo tafonómico o paleoecológico que impidiera un mayor o menor depósito de los palinomorfos en el fondo del lago (corrientes hidráulicas, destrucción por oxigenación, plagas, destrucción de la vegetación por incendios, etc.).

El barranco de Salanca se caracteriza por presentar una sucesión polínica relativamente uniforme (fig. 3), lo que puede ser debido a que las condiciones ambientales se mantuvieron constantes durante el depósito de sus sedimentos, observándose variaciones en los porcentajes de algunos táxones que quizá pudieran estar relacionadas con pequeños cambios climáticos o con fenómenos periódicos, como incendios. Al respecto de éstos, se han encontrado en la Cerdeña niveles de paleoincendios en algunos puntos, como la gravera de Pi, y gran cantidad de restos vegetales carbonizados en algunos afloramientos de facies lacustres distales, como el del torrente de Vilella (BARRÓN, 1999).

De base a techo (fig. 3) se observa un aumento en los porcentajes de *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Betula* y *Corylus*, con respecto a *Pinus* y *Abies*, que podría ser relacionado con un aumento de las precipitaciones que favoreció la instalación de bosques mixtos caducifolios de tipo templado frente a pinares.

Los porcentajes que presenta el género *Alnus* varían independientemente de los de *Pinus* y de los del conjunto de frondosas, y podrían indicar un mayor o menor aumento de importancia de las zonas húmedas en la zona. Así, durante el depósito de BS2 es posible que las zonas húmedas tuvieran una mayor extensión que durante el depósito del resto de los niveles estudiados. Las Poaceae son el taxon herbáceo mejor representado en el diagrama y sus porcentajes varían relativamente de forma paralela junto con los de *Alnus*. Luego en este caso quizá podría considerarse un taxon ripícola, aunque debió estar presente en casi todas las comunidades de la zona.

Entre los táxones de aparición puntual (tabla 1) se encuentran algunos cuya presencia es constante o casi constante a lo largo de todo el diagrama, como: *Laevigatosporites*, tipo *Sequoia*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Ericaceae*, *Ilex*, *Buxus*, *Oleaceae*, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae*, *Potamogeton* y *Liliaceae*. Posiblemente, formarían el cortejo florístico de los bosques de tipo templado cálido que se desarrollaban en la zona. Algunos de estos táxones, particularmente los herbáceos y arbustivos, tuvieron dificultada la llegada de sus palinomorfos al medio acuático al ser retenidos sus pólenes por la vegetación que les rodeaba. Por otra parte, árboles como *Liquidambar*, *Tilia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Carpinus* y *Salix*, pueden estar pobremente representados debido a que pudieron ser especies acompañantes y de aparición puntual en los bosques de la zona y/o a una polinización entomófila, caso de *Tilia*, *Platycarya* y, parcialmente, *Salix*.

La presencia anecdótica de algunos táxones como *Sciadopitys*, *Engelhardia*, *Arecaceae*, etc., y posiblemente la de *Cedrus* y *Picea* (tabla 1), que presentan una alta producción polínica y dispersión anemófila de sus granos de polen, indica que no se desarrollaron en la zona de estudio, habitando en lugares lejanos.

ESTUDIO MACROFLORÍSTICO

El conjunto de los ejemplares se ha podido atribuir en su totalidad a grandes grupos (ta-

bla 2), siendo el mejor representado el de las angiospermas dicotiledóneas (25 táxones), seguido por gimnospermas (7 táxones) y angiospermas monocotiledóneas (3 táxones).

En el afloramiento del barranco de Salanca no se han hallado hasta el momento frondes de helechos, lo que seguramente es debido a que éstos cuando mueren sus pecíolos se inclinan hacia el suelo pudriéndose literalmente sobre el tallo (SPICER, 1981; SCHEIHING & PFEFFERKORN, 1984). Esta característica influye negativamente en el transporte a la zona de fosilización, y por esta razón los helechos, cuya existencia está corroborada por la presencia de esporas, no aportan macroflora a la asociación del barranco de Salanca.

Si atendemos al conjunto de táxones obtenidos, las plantas acuáticas se encuentran representadas en una muy baja proporción, lo que se debe a que se desarrollaron en zonas de aguas poco profundas, ya que sus restos no fueron llevados por corrientes a las partes distales del lago. Debemos destacar la recolecta puntual de *Trapa ceretana* Rér. y *Potamogeton orbiculare* Rér. (tabla 2).

Por su parte, las plantas ripícolas presentan porcentajes altos entre el conjunto de los táxones recolectados. Hay que destacar que la especie que se ha encontrado en mayor cantidad en este afloramiento es *Alnus occidentalis* Rér., con un 17,22 % de presencia (tabla 2). Ésta se encuentra relacionada con la actual *A. barbata* C.A. Mey de Asia Menor (BARRÓN, 1996c) y en el afloramiento se ha encontrado representada tanto por sus hojas como por sus inflorescencias masculinas y femeninas. En estas formaciones ripícolas también debieron encontrarse otras especies arbustivas y arbóreas como *Myrica lignitum* (Ung.) Sap., *Populus tremulaefolia* Sap. y *Fraxinus numana* Mass.

En el estrato herbáceo de las comunidades ripícolas debieron existir formaciones de espadañas caracterizadas por la especie *Typha latissima* A. Br. in Hr. Además, se ha encontrado un conjunto de restos foliares imposible de determinar a nivel genérico o familiar, ya que podrían relacionarse de la misma forma con Poaceae, Cyperaceae, Sparganiaceae y Juncaceae. Por esta razón se han determinado

como commelinidae. El hecho de que las monocotiledóneas no se encuentren tan bien representadas como las dicotiledóneas arborescentes se debe a que sufren un proceso de abscisión idéntico al ya descrito para los helechos.

Si atendemos al conjunto de los macrorrestos, la especie que presenta porcentajes más altos después de *Alnus occidentalis* es *Acer pyrenaicum* Rér. (tabla 2). Esta especie presenta una morfología foliar y unos frutos alados muy parecidos a los que posee la especie actual *Acer opalus* Mill. (BARRÓN, 1996b). *A. pyrenaicum* está representada en el afloramiento tanto por restos foliares como por sámaras. No debió de ser un árbol de gran talla, pero con seguridad se encontraba de una forma abundante en toda la zona, y posiblemente dominó las masas boscosas junto con *Quercus hispanica* Rér. (fig. 4a), roble relacionable con la especie submediterránea actual *Q. humilis* Mill. (BARRÓN, 1998).

En estos bosques también se debieron de integrar otras especies arbóreas como *Fagus gussonii* Mass. (fig. 4b), Betulaceae (fig. 4f) y *Zelkova zelkovaefolia* (Ung.) Buzek & Kotlaba. *F. gussonii* presentaba unos restos foliares idénticos a *F. orientalis* Lipsky, haya que vive hoy en día en el este de Europa y Asia Menor (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994); *Zelkova zelkovaefolia* es una especie de ulmácea con caracteres foliares intermedios a los de las especies actuales *Z. carpinifolia* (Pall.) K. Koch., de Asia Menor, y *Z. serrata* (Thunb.) Makino, del Japón, los cuales integran bosques mixtos en estas regiones; por su parte, como Betulaceae se incluyen un conjunto de restos foliares con características morfológicas idénticas a las de los géneros *Carpinus* y *Ostrya*, los cuales existieron en la Cerdeña, como indica la colecta de brácteas en los afloramientos de la zona (BARRÓN, 1996c). Como especies acompañantes en estas comunidades forestales también se añadirían: *Cryptomeria rhenana* Kilpper, *Tsuga moenana* Kirch. (fig. 4e), Hamamelidaceae, *Betula insignis* Gaud, *Ostrya* sp., aff. *Quercus* sp. (fig. 4c), *Tilia vidali* Rér. y *Acer integerrimum* (Viv.) Mass.; y algunas especies perennifolias que posiblemente fueron comunes en

TABLA 2

DATOS MACROFLORÍSTICOS DEL AFLORAMIENTO DEL BARRANCO DE SALANCA

[Fisonomía: lepto = leptófilos; micro = micrófilos; noto = notófilos; meso = mesófilos; liso = margen foliar liso; aserrado = margen foliar aserrado. Requerimientos térmicos (según la distribución climática actual de los táxones inferidos): mega/meso = mega-mesotérmico; meso = mesotérmico; meso/micro = meso-microtérmico; micro = microtérmico; pluri = plurirregional]

Táxones	Muestra estudiada		Fisonomía	Requerimientos térmicos
	N.º	%		
<i>Cryptomeria rhenana</i> Kilpper	7	2,11	Lepto/liso	Meso
aff. <i>Abies</i> sp. (pseudofrutos)	5	1,51	-	Meso/micro y micro
aff. <i>Cedrus</i> sp. (conos masculinos)	1	0,30	-	Meso
<i>Pinus</i> sp. (acículas)	5	1,51	Lepto/liso	Pluri
aff. <i>Pinus</i> sp. (pseudofrutos)	4	1,21	-	Pluri
<i>Tsuga moenana</i> Kirch.	6	1,81	-	Meso/micro y micro
Abietoideae (escama tectriz)	1	0,30	-	Meso/micro y micro
Abietoideae (rama)	1	0,30	Lepto/liso	Meso/micro y micro
<i>Daphnogene</i> sp.	1	0,30	Noto/liso	Meso
<i>Laurophyllum</i> sp.	2	0,60	Noto/liso	Meso
<i>Persea princeps</i> (Hr.) Sch.	8	2,42	Noto/liso	Meso
Hamamelidaceae	8	2,42	Meso/liso	Meso
<i>Zelkova zelkovaefolia</i> (Ung.) Buz. & Kotl.	12	3,62	Meso/aserrado	Meso
<i>Myrica lignitum</i> (Ung.) Sap.	20	6,04	Noto/aserrado	Meso
<i>Fagus gussonii</i> Mass.	18	5,44	Meso/aserrado	Meso/micro
<i>Fagus pristina</i> Sap.	3	0,91	Meso/aserrado	Meso/micro
<i>Quercus drymeja</i> Ung.	11	3,32	Noto/aserrado	Meso
<i>Quercus hispanica</i> Rér.	36	10,87	Meso/aserrado	Meso/micro
aff. <i>Quercus</i> sp.	3	0,91	Meso/aserrado	Meso y meso/micro
<i>Alnus occidentalis</i> Rér.	57	17,22	Meso/aserrado	Meso/micro y micro
<i>Betula insignis</i> Gaud.	3	0,91	Meso/aserrado	Meso/micro y micro
<i>Ostrya</i> sp. (bráctea)	1	0,30	-	Meso
Betulaceae	12	3,62	Meso/aserrado	Meso y meso/micro
<i>Tilia vidali</i> Rér.	3	0,91	Meso/aserrado	Meso/micro
<i>Populus tremulaefolia</i> Sap.	4	1,21	Meso/aserrado	Meso/micro y micro
Fabaceae (legumbre)	1	0,30	-	Meso?
<i>Trapa ceretana</i> Rér.	1	0,30	-	Pluri
<i>Buxus pliocenica</i> Sap.	1	0,30	Micro/liso	Meso
<i>Acer pyrenaicum</i> Rér.	50	15,11	Meso/aserrado	Meso y meso/micro
<i>Acer integerrimum</i> (Viv.) Mass.	4	1,21	Meso/aserrado	Meso
aff. <i>Cedrela</i> sp.	1	0,30	Noto/liso	Mega/meso
<i>Fraxinus numana</i> Mass.	1	0,30	Meso/aserrado	Meso/micro
<i>Potamogeton orbiculare</i> Rér.	2	0,60	Meso/liso	Pluri
<i>Typha latissima</i> A. Br. in Hr.	4	1,21	Meso?/liso	Pluri
Commelinidae	14	4,23	Micro?/liso	Pluri
Dicotiledóneas indet.	14	4,23	-	-
Caules	6	1,81	-	-
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	331	100		

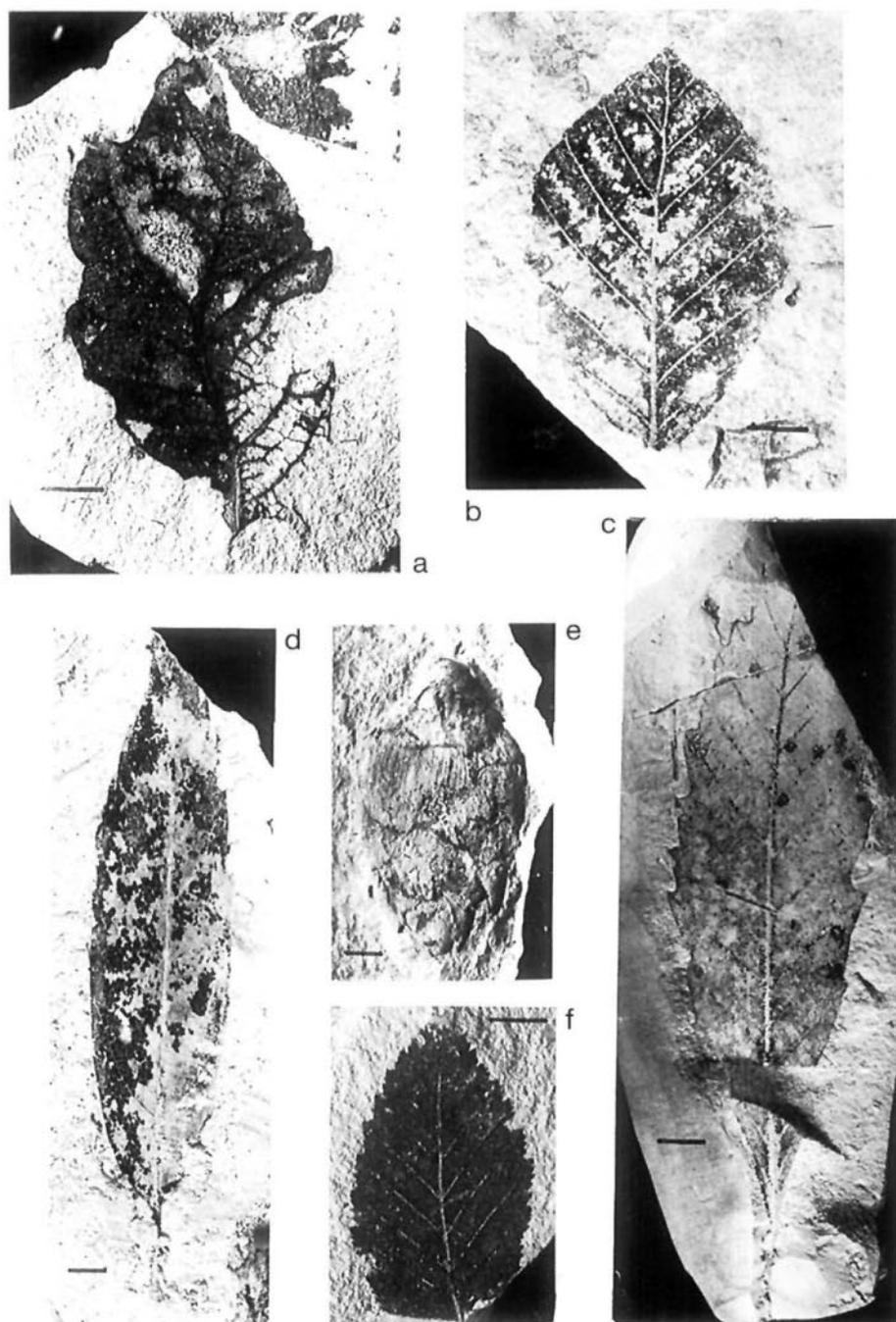


Fig. 4.-a, *Quercus hispanica* Rér. (MNCNV-379); b, *Fagus gussonii* Mass. (MGBV-9845); c, aff. *Quercus* sp. (Col Mañé Vila s/n); d, *Q. drymeja* Ung. (UCM-CBLL-8); e, *Tsuga moenana* Kirch. (MNCNV-4766); f, Betulaceae (MNCNV-4506). (Escala gráfica: a, b, d, e, f = 5 mm; c = 1 cm.)

cotas más bajas, como *Quercus drymeja* Ung. (fig. 4d), *Daphnogene* sp., *Laurophyllum* sp., *Persea princeps* (Ung.) Schimper y aff. *Cedrela* sp. Además, los bosques de la zona debieron poseer un rico sotobosque, como parece señalar la presencia de *Buxus pliocenica* Sap., antepasado de la especie actual *Buxus sempervirens* L. (KVACEK & al., 1981).

Los porcentajes de macrorrestos relacionados con las especies mencionadas parecen señalar que en la Cerdaña se desarrollaron bosques mixtos de tipo caducifolio parecidos a los que hoy en día existen en zonas de Asia Menor y Oriental con clima templado cálido y un alto régimen de lluvias.

Mención aparte debe hacerse de los restos asignables al género *Pinus*. Su presencia se encuentra indicada por acículas y quizá por piñones, que hemos determinado como aff. *Pinus* sp., ya que este tipo de frutos podría relacionarse además con el género *Picea*, también presente en la zona, como indican sus palinomorfos. Lo mismo nos ocurre con las semillas que hemos citado como aff. *Abies* sp., ya que, a nuestro juicio, también podrían ser relacionadas con el género *Cedrus*. La presencia de Abietoideae en la zona viene reflejada no solo por la presencia de este último tipo de piñón y las piñas de *Tsuga moenana*, sino por la colecta de ramas con acículas en conexión orgánica y escamas tectrices de imposible atribución genérica (tabla 2).

Las condiciones climáticas que se deducen tras el estudio de los macrorrestos indican que el clima fue al menos de tipo templado, ya que la mayoría de los táxones determinados son mesotérmicos o meso/microtérmicos. Si se realiza un análisis fisonómico del conjunto de los restos foliares hallados en el barranco de Salanca comprobamos que la mayoría de los elementos encontrados son mesófilos (62,96 %), seguidos de los notófilos (18,52 %). Los elementos leptófilos, nanófilos y micrófilos se han encontrado con unos porcentajes bajos (3,70, 7,41 y 7,41 %, respectivamente). Por su parte, si consideramos el margen foliar, obtenemos los siguientes resultados: el 62,50 % de las especies estudiadas tienen el margen aserrado, con respecto a un 37,50 % con el margen liso. Estos caracteres ratifican

que en la zona de estudio se desarrolló un clima de tipo templado.

DISCUSIÓN: CLIMA Y VEGETACIÓN

Si realizamos una revisión de los datos aportados por los palinomorfos y por los macrorrestos observamos que existe una falta de correlación entre ellos. Esto es debido a problemas de tipo tafonómico y paleoecológico, algunos de los cuales ya se han señalado en capítulos anteriores. No obstante, debemos al respecto destacar tres aspectos que se ponen de manifiesto tras el estudio conjunto de la micro y macroflora del afloramiento:

a) Sobrerrepresentaciones. Si no valoramos en el estudio polínico al género *Pinus*, el cual se encuentra sobrerrepresentado, observamos que entonces sí hay una coincidencia entre los táxones determinados a partir de palinomorfos y macrorrestos. Es decir, parece que en la zona se encontraron bien representados los géneros *Alnus*, *Quercus*, *Fagus*, *Corylus* y la familia Ulmaceae. Aunque las coníferas debieron encontrarse presentes en las comunidades vegetales de la zona, como lo atestiguan los macrorrestos hallados.

b) La mayor parte de los restos fósiles estudiados en este trabajo fueron transportados al lago por el viento, lo que se hace muy patente en géneros entomófilos, como *Acer*, cuyos granos de polen se han encontrado en poca cantidad y sus restos foliares y sámaras en buen número.

c) La escasa proporción de esporas de *Osmondaceae* y altos porcentajes de restos de dicotiledóneas encontrados parecen indicar que el lago ceretano era de aguas tranquilas. Ya que, si no, las hojas de dicotiledóneas hubieran sido destruidas, según lo expuesto por SPICER & WOLFE (1987), y las esporas de helechos hidrófilos presentarían porcentajes altos en el diagrama polínico, al ser transportadas desde las zonas en donde se produjeron.

A la flora fósil de la Cerdaña hay que entenderla como una flora de montaña con dominancia de elementos arcoterciarios dentro de un contexto "mediterráneo", ya que la cer-

canía de este mar debió de condicionar el clima de la zona. El carácter montano de esta flora se infiere por la presencia de géneros como *Abies*. Éste habita siempre en lugares húmedos y fríos (BARBÉRO & QUÉZEL, 1975), y estas condiciones en la Península Ibérica durante el Mioceno Superior solamente se hallaban en las regiones montañosas. Como ya hemos indicado anteriormente, la presencia de *Abies* se constata por sus porcentajes polínicos y, posiblemente, por piñones. Esto se contradice con lo expuesto por SUC (1989), quien dijo que el polen de *Abies* se encuentra en la Cerdaña de una forma discreta y no aporta datos sobre la altitud de las cimas que rodeaban la zona de estudio.

En el conjunto de los palinomorfos la mayoría de los táxones determinados corresponden a elementos mesotérmicos y meso/microtérmicos indicativos de unas condiciones climáticas de tipo templado. No obstante, se han hallado táxones megatérmicos, como las Sapotaceae, que señalan que las condiciones, aunque templadas, debieron ser más cálidas que las que existen en la región actualmente. Al respecto, GREGOR (1990), basándose en datos paleobotánicos, expuso que en la actual región Mediterránea, desde el Oligoceno hasta el límite Plio-Pleistoceno, se desarrolló un mesoclima de tipo templado-cálido (seguramente con microclimas particulares), con una media anual de temperaturas que oscilaba entre 13 y 19 °C, y una media anual de precipitaciones que se encontraba entre 1000 y 3000 mm.

El estudio fisonómico realizado apunta a que en la zona de estudio se desarrolló un clima de tipo templado, ratificando así los datos proporcionados por los palinomorfos. Más concretamente, si tenemos en cuenta lo expuesto por WOLFE (1981), los bosques de la Cerdaña serían de tipo "mixto mesofítico". Es decir, la vegetación dominante habría sido de tipo mesófilo, aunque siempre hay un conjunto de táxones notófilos perennifolios que se encontraban presentes como árboles y arbustos. En estos bosques, las coníferas aparecen como elementos menos importantes.

Estos datos se apartan de lo expuesto por ÁLVAREZ RAMIS (1981, 1983), en trabajos previos acerca de la inferencia climática a tra-

vés de los datos fisonómicos de los restos foliares ceretanos, quien expuso unos porcentajes muy altos para las hojas micrófilas y leptófilas y muy bajo para las mesófilas.

Los cálculos de los porcentajes de tipos de margen foliar nos ratifican el carácter templado de la vegetación, al hallarse mayor número de táxones con hojas de margen aserrado. En este caso, los porcentajes hallados sí parecen coincidir con los expresados por ÁLVAREZ RAMIS (1983), aunque esta autora concluye calificando la flora ceretana de subtropical.

Si contrastamos los datos de margen foliar obtenidos en el barranco de Salanca con los deducidos por WOLFE (1971) para los bosques del este de Asia, parece que los bosques inferidos por nosotros deberían relacionarse con los mesofíticos chinos del norte de Kiangsi, sur de Anhwei, este de Szechuan-oeste de Hupéh y sur de Kiangsu. Las apreciaciones fisonómicas que hemos realizado combinadas con el factor altitudinal, puesto que la Cerdaña se encontraba a unos 1100 m de altura sobre el nivel del mar, podrían ser coincidentes con la zonación altitudinal que posee Japón (WOLFE, 1979), suponiendo que las condiciones climáticas actuales, más frías que las terciarias, han desplazado la flora unos cuantos grados hacia el sur.

Deducir cómo se distribuían los táxones no ligados a zonas húmedas en la Cerdaña a partir de los datos macroflorísticos obtenidos es bastante complicado, ya que los límites entre comunidades vegetales raramente se encuentran bien definidos en la vegetación natural y en muchos casos los ecotonos tienen una extensión mayor que las comunidades mismas (SPICER, 1981). Con respecto a la Cerdaña, MENÉNDEZ AMOR (1955) expresó que la zona de ecotonía debió de ser muy amplia y especialmente existente entre la vegetación de los valles y de las vertientes montañosas. Nosotros estamos de acuerdo con esta autora, ya que con seguridad los restos macroscópicos estudiados llegaron al lago desde zonas no muy alejadas, y hemos encontrado en el barranco de Salanca restos asignables a Lauraceae y a *Abies* que posiblemente pertenecerían a comunidades diferentes pero que seguramente habitaron en el mismo momento

zonas de valle con características climáticas y topográficas similares. El estudio realizado nos permite inferir dos asociaciones diferentes:

a) Bosques mixtos mesofíticos, semejantes a los que hoy en día existen en Asia Menor (ZOHARY, 1963; QUÉZEL & *al.*, 1980; ASSA-DOLLAHI & *al.*, 1982) y en algunas zonas de Asia oriental (WOLFE, 1979), en los que se desarrollaron *Quercus hispanica* (fig. 4a), *Acer pyrenaicum*, *Fagus gussonii* (fig. 4b), *Zelkova zelkovaefolia* y especies de los géneros *Liquidambar*, *Tilia*, *Juglans*, *Carpinus*, *Ostrya*, etcétera, ya mencionadas en los capítulos anteriores. Posiblemente, algunas coníferas como *Cryptomeria rhenana* y *Tsuga moenana* (fig. 4e) también formaron parte de los bosques mixtos de la zona, así como táxones notófilos como lauráceas y *Quercus drymeja* (fig. 4d).

b) Bosques de coníferas que, seguramente, se extendieron por las cotas más altas de la región. Éstos debieron de estar dominados por *Pinus* y *Abies*, como parecen indicar sus porcentajes polínicos que varían de forma semejante. Es reseñable el descenso de estos dos táxones en el nivel BS5, acompañado por un aumento de frondosas y herbáceas, que parece indicativo de una reducción de las formaciones de gimnospermas. Esto pudo suceder por la acción de incendios que produjeron la desaparición parcial de este tipo de bosque. BESSEDIK (1985) expuso que este tipo de bosques estuvo muy bien representado a lo largo del Mioceno en el oeste de la región Mediterránea y que, en una catena hipotética de vegetación, por debajo de estos bosques se desarrollaban laurisilvas. Esto en la Cerdeña parece cuestionable, ya que parece claro que durante el depósito de los materiales del barranco de Salanca los bosques mixtos mesofíticos estuvieron extendidos por la región, posiblemente altitudinalmente por debajo de los bosques de coníferas.

En la actualidad, la Cerdeña posee una flora mucho más pobre que la que pobló sus terrenos durante el Vallesiense, encontrándose constituida por vegetación submediterránea y subalpina. Lo que existe en el valle y media montaña es un bosque de *Quercus humilis*

Mill., en la actualidad muy degradado, sustituido por un matorral de *Buxus sempervirens* L. y *Juniperus communis* L. En los valles son típicos los prados y pastizales de siega bordeados por choperas, bosquetes de sauces y alisedas. La alta montaña se encuentra poblada por bosques de *Pinus sylvestris* L. y *P. uncinata* Ramond ex DC.; en localidades de umbría aparece excepcionalmente *Abies alba* Mill. Debemos destacar la presencia de bosques mixtos oligotrofos de *Fagus sylvatica* L. y *Abies alba* en zonas de umbría de la Sierra del Cadí (VIGO & NINOT, 1987).

CONCLUSIONES

En el afloramiento del barranco de Salanca se ha realizado un análisis paleobotánico integral estudiándose la macro- y microflora que aparece en sus sedimentos, que demuestra una falta de correlación entre los datos palinológicos y los macroflorísticos, fundamentalmente a causa de problemas de índole tafonómica. Éstos derivan del tipo de transporte de los restos, haciéndose muy patente en las sobrerrepresentaciones de granos de polen de *Pinus*. Por otra parte, la abundancia de restos foliares asignables a angiospermas dicotiledóneas, y en especial a *Alnus occidentalis*, indican que el lago que se desarrolló en la Cerdeña durante el Vallesiense presentaba aguas tranquilas.

Las comunidades vegetales que se infieren tras el estudio paleobotánico son comunidades acuáticas, que se ponen de manifiesto por la presencia de palinomorfos de Nymphaeaceae, Ranunculaceae, *Polygonum* tipo *persicaria* y *Potamogeton*, y macrorrestos de *Trapa ceretana* y *Potamogeton orbiculare*; comunidades de ribera y pantano, pobladas fundamentalmente por *Alnus occidentalis*, *Myrica lignitum* y plantas herbáceas como *Typha latissima*; bosques mixtos mesofíticos integrados por *Quercus*, *Acer*, *Fagus*, *Zelkova*, *Corylus*, etc., semejantes a los que existen en la actualidad en algunas regiones de Asia Menor y China; y bosques de coníferas que posiblemente se desarrollaron altitudinalmente por encima de los mixtos mesofíticos y se encontraban poblados por *Pinus* y *Abies*.

Es posible, dados los porcentajes de frondosas respecto a *Pinus* y *Abies*, que durante el depósito de los niveles inferiores de la base del afloramiento se desarrollara un clima templado cálido con un índice menor de precipitaciones; durante el depósito de los niveles superiores, las frondosas presentan mayores valores, indicativos de un posible aumento en el índice de precipitaciones que beneficiaron a este tipo de plantas. Los cambios que se observan en el diagrama polínico también podrían ser debidos a paleoincendios.

En resumen, durante la formación de los sedimentos de la sucesión del afloramiento del barranco de Salanca hubo un clima de tipo templado o templado cálido, ya que la mayoría de los táxones que hemos encontrado son mesotérmicos o meso/microtérmicos y los táxones macroscópicos recolectados presentan hojas mesófilas y, en menor proporción, notófilas y el margen aserrado. El clima sufrió pequeñas alteraciones térmicas, y presentó un índice de precipitaciones variable que permitió la instalación de bosques mixtos mesofíticos y de coníferas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio formó parte de mi Tesis doctoral, que fue codirigida por las Dras. Carmen Diéguez y Dolores Gil Cid. A ambas, mi más profundo agradecimiento. También quiero reflejar en este apartado a la Dra. María Eugenia Ron, ponente de mi Tesis doctoral. Por su ayuda en la parte gráfica, quiero mencionar a Graça Nogueira Marques, del Departamento de Geociências de la Universidade de Aveiro (Portugal), al Dr. Antonio López-Sáez y a Mariano Martín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTÍ, J. & E. ROCA (1987). Síntesis bioestratigráfica de la fosa de la Cerdanya (Pirineos orientales). *Est. Geol.* 43: 521-529.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. (1981). Paleoclima de las cuencas pontienses del Pirineo catalán. *Anais do II Congresso Latino-Americano de Paleontología*: 553-564. Porto Alegre.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. (1983). La biometría foliar en la determinación de paleoclimas terciarios. *Libro Jubilar J.M. Ríos. Contribución de Temas Generales* 3: 137-146.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & J.M. GOLPE-POSSE (1981). Sobre la paleobiología de la cuenca de Cerdanya (depressiones pirenaicas). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)* 79: 31-44.
- ANADÓN, P., L. CABRERA, R. JULIÀ, E. ROCA & L. ROSELL (1989). Lacustrine oil-shale basins in tertiary grabens from NE Spain (Western European Rift System). *Palaogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 70: 7-28.
- ASSADOLLAHI, F., M. BARBÉRO & P. QUÉZEL (1982). Les écosystèmes préforestiers & forestiers de l'Iran. *Ecol. Méd.* 8(1-2): 365-373.
- BAILEY, I.W. & E.W. SINNOT (1915). A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science* 41: 831-834.
- BAILEY, I.W. & E.W. SINNOT (1916). The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *Amer. J. Bot.* 3: 24-39.
- BALTUILLE, J.M., J.D. BECKER-PLATEN, L. BENDA & Y. IVANOVIC CALZAGA (1992). A contribution to the subdivision of the Neogene in Spain using Palynology. *Newsl. Stratigr.* 27: 41-57.
- BARBÉRO, M. & P. QUÉZEL (1975). Les forêts de sapin sur le pourtour méditerranéen. *Anales Inst. Bot. Cavanielles* 32(2): 1245-1289.
- BARRÓN, E. (1996a). Sesgos en la distribución de palinómorfos en el registro fósil. Ejemplos del lago mioceno de la Cerdaña (España). In: G. Meléndez Hevia, M.F. Blasco Sancho & I. Pérez Urresti (eds.), *II Reunión de Tafonomía y Fossilización*: 47-54. Zaragoza.
- BARRÓN, E. (1996b). Caracterización del género *Acer* Linné (Magnoliophyta) en el Vallesiense (Neógeno) de la comarca de la Cerdaña (Lérida, España). *Bol. Geol. Min.* 107(1): 38-54.
- BARRÓN, E. (1996c). Caracterización de la familia Betulaceae S.F. Gray (Magnoliophyta) en el Vallesiense (Neógeno) de la Cerdanya (Lleida, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona* 5: 171-211.
- BARRÓN, E. (1997a). Estudio palinológico de la mina de lignito vallesiense de Sampor (la Cerdaña, Lérida, España). *Rev. Esp. Paleont.* 12: 91-101.
- BARRÓN, E. (1997b). Estudio palinológico de la mina de lignito vallesiense de Sanavastre (la Cerdaña, Gerona, España). *Rev. Esp. Micropaleont.* 29(2): 139-157.
- BARRÓN, E. (1998). Presencia del género *Quercus* Linné (Magnoliophyta) en el Vallesiense (Neógeno) de la Cerdaña (Lérida, España). *Bol. Geol. Min.* 109(2): 121-150.
- BARRÓN, E. (1999). Estudio paleobotánico del afloramiento vallesiense (Neógeno) del torrente de Vilella (la Cerdaña, Lérida, España). Aspectos tafonómicos y paleoecológicos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)* 94(3-4): 41-61.
- BARRÓN, E. & C. DIÉGUEZ (1994). Neogene species of the genus *Fagus* L. from la Cerdaña (Lérida, Spain). Taxonomic conclusions and phylogenetic considerations. *Anales Jard. Bot. Madrid* 52(1): 21-32.
- BESSEDIK, M. (1985). *Reconstitution des environnements miocènes des régions nord-ouest méditerranéennes à partir de la Palynologie*. Montpellier.
- CABRERA, L., E. ROCA & P. SANTANACH (1988). Basin formation at the end of a strike-slip fault: the Cerdanya Basin (Eastern Pyrenees). *J. Geol. Soc. London* 145: 261-268.

- CHALONER, W.G. (1968). The Paleocology of fossil spores. In: E.T. Drake (ed.), *Evolution and environments*: 127-146. Yale University Press, New York and London.
- COLLINSON, M. (1986). Use of modern generic names for plant fossils. In: R.A. Spicer & B.A. Thomas (eds.), *Systematic and Taxonomic approaches in Palaeobotany. Syst. Ass., Special Vol. 31*: 91-104.
- COUR, P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16(1): 103-141.
- GREEN, D.G. & G.S. DOLMAN (1988). Fine resolution pollen analysis. *J. Biogeogr.* 15: 685-701.
- GREGOR, H. (1990). The mesoclimatic background of the Neogenen Mediterranean area reconstructed by macroflora remains. *IX Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy Congress*: 165-167. Universidad Central de Barcelona.
- JELGERSMA, S. (1957). Investigaciones palinológicas de lignitos terciarios procedentes de Cerdaña y del Valle de Arán (Pirineos españoles). *Cursillos Conf. Inst. Lucas Mallada* 4: 159-162.
- JONKER, F.P. (1951). A plea for the standardization of pollen diagrams. *Taxon* 1: 89-91.
- JULIÀ, R. (1984). Síntesis geológica de la Cerdanya (Girona). In: CSIC (ed.), *El borde mediterráneo español: evolución del orógeno bético y geodinámica de las depresiones neógenas*: 95-98. Granada.
- KVACEK, Z., C. BUZEK & F. HOLY (1981). Review of *Buxus* fossils and a new large-leaved species from the Miocene of Central Europe. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 37: 361-394.
- LEROY, S.A.G. & P. ROIRON (1996). Latest Pliocene pollen and leaf floras from Bernasso paleolake (Escandorgue Massif, Hérault, France). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 94: 295-328.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1955). La depresión ceretana española y sus vegetales fósiles. Característica fitopaleontológica del Neógeno de la Cerdaña española. *Mem. R. Acad. Cien. Exactas, Fís. Nat. Madrid., Ser. Cien. Nat.* 18: 1-344.
- PHIPPS, D. & G. PLAYFORD (1984). Laboratory techniques for the extraction of palynomorphs from sediments. *Pap. Dep. Geol. Univ. Qd.* 11(1): 1-23.
- QUÉZEL, P., M. BARBÉRO & Y. AKMAN (1980). Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie Septentrionale. *Phytocoenologia* 8: 365-519.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford.
- RÉROLLE, M.L. (1884-1885). Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne. *Rev. Sc. Nat. Montpellier, 3ème ser., t. IV*: 167-191, 252-298, 368-386.
- ROCA, E. (1986). *Estudi geologic de la fossa de la Cerdanya*. Universidad de Barcelona (inéd.).
- SCHEIHING, M.H. & H.W. PFEFFERKORN (1984). The Taphonomy of land plants in the Orinoco Delta: a model for the incorporation of plant parts in clastic sediments of Late Carboniferous age of Euramerica. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 41: 205-240.
- SPICER, R.A. (1981). The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1143: 1-77.
- SPICER, R.A. & J.A. WOLFE (1987). Plant Taphonomy of the Late Holocene deposits in Trinity (Clair Engle) Lake, Northern California. *Paleobiol.* 13: 227-245.
- SUC, J.P. (1989). Distribution latitudinale & étagement des associations végétales au Cénozoïque supérieur dans l'aire ouest méditerranéenne. *Bull. Soc. Geol. Fr.* (8)5(3): 541-550.
- VAN STEENIS, C.G.G.J. (1962). The land-bridge theory in Botany. *Blumea* 11(2): 235-542.
- VIGO, J. & J.M. NINOT (1987). Los Pirineos. In: M. Peinado Lorcas & S. Rivas Martínez (eds.), *La vegetación de España*: 350-384. Universidad de Alcalá de Henares.
- VILLALTA, J.F. & M. CRUSAFONT (1945). La flora miocénica de la depresión de Bellver. *Ilerda* 3(2): 339-353.
- WEBB, L.J. (1959). A physiognomic classification of Australian rain forests. *J. Ecol.* 47: 551-570.
- WOLFE, J.A. (1971). Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of tertiary floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 9: 27-57.
- WOLFE, J.A. (1979). Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1106: 1-37.
- ZOHARY, M. (1963). On the geobotanical structure of Iran. *Bull. Res. Council. Israel* 11D suppl: 1-113.