

Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Ciencias Biológicas

**Estudio tafonómico y análisis
paleoecológico de la macro y microflora
miocena de la Cuenca de la Cerdaña**

Eduardo Barrón López

Madrid - 1995

A mis padres

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE TAXONÓMICO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción y objetivos	3
1.2. Antecedentes	5
1.3. Metodología	8
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO	19
2.1. Situación geográfica	21
2.2. Contexto geológico	23
2.3. Localidades estudiadas	32
3. TAXONOMÍA	37
3.1. Nomenclatura y clasificación	39
3.2. Estudio paleobotánico	49
4. CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS	333
4.1. Introducción	335
4.2. Macroflora	335
4.3. Microrrestos	338
5. TAFONOMÍA	343
5.1. Introducción	345
5.2. Esquema de la fosilización de un conjunto de restos vegetales en un medio acuático	346
5.3. Problemática	349
5.4. Fase bioestratinómica	352
5.4.1. Biodegradación	352
5.4.2. Transporte y deposición	355
5.4.3. Depósito y enterramiento	370
5.5. Fase fosildiagenética	376
5.5.1. Formación y composición de las asociaciones registradas	376
6. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS	383
6.1. Introducción	385
6.2. Microflora	387
6.2.1. Tipos ecológicos del polen	387
6.2.2. Hábito	388
6.2.3. Habitat	388
6.2.4. Diversidad	389
6.2.5. Información climática	394
6.2.6. Correlación	396

6.3. Macroflora	397
6.3.1. Tipos fisonómicos	397
6.3.2. Hábito	402
6.3.3. Habitat	403
6.3.4. Abundancias	403
7. DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS	405
7.1. Abanicos aluviales	407
7.1.1. Mina de Sanavastre	407
7.1.2. Mina de Sampsor	435
7.1.3. Vertedero de Sampsor	460
7.1.4. Gravera de Pi	470
7.1.5. Oliá	470
7.1.6. Camino al Serrat de Nas	475
7.1.7. Can Vilella	482
7.2. Fondo de lago	492
7.2.1. Prats	492
7.2.2. Coll de Saig	496
7.2.3. San Salvador	508
7.2.4. Camino de Balltarga a Bor	513
7.2.5. Beders	522
7.2.6. Torrente de la Bavosa	531
7.2.7. Riu de Santa María	536
7.2.8. Torrente de Vilella	542
7.2.9. Barranco de Salanca	561
7.2.10. Carretera de Bellver a Cerdanya a Pi	578
7.2.11. Santa Eugenia	583
7.3. Otras localidades	583
8. DISCUSIÓN	587
8.1. Datos aportados por los palinomorfos	589
8.2. Datos aportados por los macrorrestos	603
8.3. Comparación con floras actuales	610
8.4. Aspectos paleoclimatológicos	618
8.5. Comunidades vegetales inferidas	626
8.6. Aspectos paleobiogeográficos	636
8.6.1. Introducción	636
8.6.2. Datos aportados por los palinomorfos	643
8.6.3. Datos aportados por los macrorrestos	645
8.6.4. Relación con otras cuencas cenozoicas	647
9. CONCLUSIONES	653
10. TABLAS	659
11. BIBLIOGRAFÍA	681
12. LÁMINAS	715

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis Doctoral nunca hubiera sido escrita sin la colaboración de un buen número de amigos que paso a mencionar a continuación:

- Dras. Carmen Diéguez Jiménez y Dolores Gil Cid, directoras de esta Memoria, por su apoyo tanto científico como humano en su realización.

- Dra. M^a Eugenia Ron Álvarez, mi primera profesora de Paleobotánica y ponente de esta Tesis.

- Los integrantes del Dpto. de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Geología Económica (CSIC); especialmente, su Director el Dr. Antonio Goy Goy y a la Dra. M^a José Comas-Rengifo, también la Dra. Concha Herrero, Dra. Carmen Arias, Dr. Sixto Fernández, Dra. M^a Sol Ureta, Otto Kálin, Dra. Gemma Martínez, Dra. Graciela Sarmiento, Dra. Elena Moreno, Dra. Paloma Sevilla, Dra. M^a Paz Villalba, Dr. Juan Carlos Gutiérrez, Dr. Antonio Perejón, Dr. Rodrigo Soler, David Fernández, Santiago Falces, Eulogio Martín, María de Andrés, Patricio Domínguez, Rosario Palomo y, por supuesto, a mis dos chicas preferidas, Marisa Canales y Ana Rodrigo.

- Debo agradecer muy especialmente su ayuda y colaboración a Antonio Arillo, gran amigo y asesor científico, ya que sin él no hubiera podido terminarse este manuscrito; lo mismo para mi hermano David. A Sara Moralo por su amabilidad, y al resto de mi familia que ha soportado estoicamente todos los avatares de esta Tesis.

- Dras. M^a Filomena Valle y Rosario Rivas-Carballo, del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, por su cariño, ayuda y colaboración en la consecución de los estudios palinológicos de esta memoria. Hago extensivo todo ello al Dr. Jorge Civis.

- Dras. Ana Buades, Margarita Moreno, Margarita Costa y Carmen Gómez, por su ayuda científica; y en fín, al Dpto. de Biología Vegetal I de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.C.M.

- Dres. Mercedes García Antón, Carlos Morla y Helios Sáinz. También quiero tener presentes a Fernando, Javier y Fátima.

- Dres. Jaume Gallemí y Julio Gómez-Alba y a Montserrat Navarro, del Museo de Geología de Barcelona.

- Profesora Tânia Dutra, del Dpto. de Geología de la Universidad do Rio do Vale dos Sinos (Rio Grande do Sul, Brasil), por su ayuda tanto material como humana.

- A los integrantes del Museo de Geología del Seminario de Barcelona, especialmente al ya fallecido Mosén Lluís Vía.

- Dra. Isabel Rábano, directora del Museo del ITGE, y a su antecesor Dr. Ramón Rey.

- A los aficionados J. Lladó, M. Llenás (este señor ya no es un simple coleccionista sino un futuro gran paleontólogo), J. Querol, E. Aguilar, J. Vicente y J. M. Viader.

- A los aguerridos picadores ceretanos que tantos metros cúbicos de diatomitas y mudstones han removido: Antonio, Aníbal, Paz, Esther, César, Carmen, Menchu, David, Gloria, Consuelo, M^a Mar y Teresa. Aunque no ha trabajado tanto como yo hubiera querido, debo también nombrar a Merche gracias a la cual pude saber lo que son los "cromos de picar".

- Mis agradecimientos a algunos miembros del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC): José Bedoya, Dra. Ana Mazo, José Calleja, Lourdes Baratech y Angel Montero.

- Esta Tesis Doctoral ha sido financiada por una Beca Predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid.

Sinceramente, gracias a todos.

ÍNDICE TAXONÓMICO

- División Briophyta		
- Orden Marchantiales		
	Microrrestos	
* Marchantiales		49
- División Lycophyta		
- Orden Lycopodiales		
- Familia Lycopodiaceae Mirbel, 1802		
	Microrrestos	
* <i>Lycopodium</i> sp.		50
- División Sphenophyta		
- Orden Equisetales		
- Familia Equisetaceae Richard ex de Candolle in Lamark & de Candolle, 1805		
	Macrorrestos	
* <i>Equisetum</i> sp.		51
- División Pteridophyta		
- Orden Osmundales		
- Familia Osmundaceae Berchtold & Presl, 1820		
	Microrrestos	
* Osmundaceae		53
	Macrorrestos	
* <i>Osmunda parschlugiana</i> (Unger) Andreánszky		53
- Orden Filicales		
- Familia Hypolepidaceae Pichi Sermoli, 1970		
	Macrorrestos	
* <i>Pteridium oeningense</i> (Unger) Hantke		56
- Incertae sedis		
	Microrrestos	
* Tipo 1		58
* Tipo 2		59
* Tipo 3		59
* Tipo 4		59
* Tipo 5		59
* Tipo 6		60
- División Pinophyta		
- Orden Cycadales		
- Familia Cycadaceae Hutchinson, 1924		
	Microrrestos	
* cf. Cycadaceae		61
- Orden Pinales		
- Familia Taxodiaceae Stud, 1924		
	Microrrestos	
* <i>Sciadopitys</i> sp.		62
* Tipo <i>Sequoia</i> sp.		63
* Tipo <i>Taxodium</i> sp.		63
	Macrorrestos	
* <i>Glyptostrobus europaeus</i> (Brongniart) Heer		64
- Familia Cupressaceae Stefanoff, 1940-1941		
	Microrrestos	

* Cupressaceae	69
Macrorrestos	
* <i>Juniperus</i> sp.	70
* Cupressaceae tipo 1	71
* Cupressaceae tipo 2	73
- Familia Pinaceae Hutchinson, 1924	
Macrorrestos	
* <i>Abies</i> sp.	76
* <i>Cathaya</i> sp.	77
* <i>Cedrus</i> sp.	77
* <i>Picea</i> sp.	78
* <i>Pinus</i> sp.	79
* <i>Tsuga</i> sp.	81
* Pinaceae indet.	82
Macrorrestos	
* aff. <i>Abies</i> sp. (semillas)	84
* aff. <i>Cedrus</i> sp. (conos ♂)	85
* <i>Pinus</i> sp. (acículas)	86
* <i>Pinus</i> sp. (conos ♂)	88
* <i>Pinus</i> sp. (escama tectriz)	89
* aff. <i>Pinus</i> sp. (semillas)	90
* <i>Tsuga moenana</i> Kircherheimer	91
* Abietoideae tipo 1	93
* Abietoideae tipo 2	94
- División Gnetophyta	
Macrorrestos	
* <i>Ephedra</i> sp.	95
- División Magnoliophyta	
- Clase Magnoliatae	
- Subclase Magnolidae	
- Orden Laurales	
- Familia Lauraceae A. L. de Jussieu, 1789.	
Macrorrestos	
* <i>Daphnogene eugeniae</i> nov. sp.	97
* <i>Daphnogene</i> sp.	101
* <i>Laurophyllum</i> sp.	104
* cf. <i>Ocotea</i> sp.	108
* <i>Persea princeps</i> (Heer) Schimper	109
- Orden Nymphaeales	
- Familia Nymphaeaceae Salisbury, 1805	
Macrorrestos	
* Nymphaeaceae	114
Macrorrestos	
* Nymphaeaceae	115
- Subclase Ranunculidae	
- Orden Ranunculales	
- Familia Berberidaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Macrorrestos	
* Berberidaceae	116
- Familia Ranunculaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Macrorrestos	
* Ranunculaceae	117

	Macrorrestos	
* cf. <i>Ranunculus</i> sp.		119
- Subclase Hamamelidae		
- Orden Hamamelidaceae		
- Familia Platanaceae Dumortier, 1879		
	Microrrestos	
* <i>Platanus</i> sp.		120
- Familia Hamamelidaceae R. Brown in Abel, 1818		
	Microrrestos	
* <i>Liquidambar</i> sp.		121
* cf. <i>Parrotia</i> sp.		122
	Macrorrestos	
* Hamamelidaceae		122
- Orden Urticales		
- Familia Ulmaceae Mirbel, 1815		
	Microrrestos	
* <i>Celtis</i> sp.		126
* tipo <i>Ulmus-Zelkova</i>		127
	Macrorrestos	
* <i>Ulmus</i> sp.		128
* <i>Zelkova zelkovaefolia</i> (Ung.) Bůžek et Kotlaba		131
- Orden Juglandales		
- Familia Juglandaceae A. Richard ex Kunt, 1824		
	Microrrestos	
* <i>Carya</i> sp.		141
* <i>Engelhardia</i> sp.		141
* <i>Juglans</i> sp.		142
* <i>Platycarya</i> sp.		143
* <i>Pterocarya</i> sp.		144
	Macrorrestos	
* Juglandaceae		145
- Orden Myricales		
- Familia Myricaceae Blume, 1829		
	Microrrestos	
* <i>Myrica</i> sp.		148
	Macrorrestos	
* <i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta		148
* <i>Myrica marginalis</i> Heer		152
- Orden Fagales		
- Familia Fagaceae Dumortier, 1829		
	Microrrestos	
* <i>Fagus</i> sp.		155
* <i>Quercus</i> sp.		156
	Macrorrestos	
* cf. <i>Castanea</i> sp.		159
* <i>Fagus gussonii</i> Massalonga		163
* <i>Fagus pristina</i> Saporta		168
* <i>Fagus</i> sp. (cúpula)		172
* <i>Fagus</i> sp. (hayuco)		174
* <i>Quercus drymeja</i> Unger		174
* <i>Quercus hispanica</i> Rérolle		181
* <i>Quercus mediterranea</i> Unger		187
- Familia Betulaceae S. F. Gray, 1821		
	Microrrestos	
* <i>Alnus</i> sp.		193

* <i>Betula</i> sp.	194
* <i>Carpinus</i> sp.	194
* <i>Corylus</i> sp.	195
Macrorrestos	
* <i>Alnus occidentalis</i> Rérolle	195
* <i>Betula insignis</i> Gaudin	202
* <i>Carpinus grandis</i> Unger emend. Heer.	206
* <i>Carpinus neilreichii</i> Kováts	209
* <i>Corylus</i> sp.	211
* <i>Ostrya</i> sp.	212
* Betulaceae	214
- Subclase Caryophyllidae	
- Orden Caryophyllales	
- Familias Amaranthaceae A. L. de Jussieu, 1789 y	
Chenopodiaceae Ventenat, 1799	
Microrrestos	
* Amaranthaceae-Chenopodiaceae	220
- Familia Caryophyllaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Caryophyllaceae	221
- Orden Polygonales	
- Familia Polygonaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Polygonum</i> sp.	223
- Subclase Dillenidae	
- Orden Malvales	
- Familia Tiliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Tilia</i> sp.	224
Macrorrestos	
* <i>Tilia vidali</i> Rérolle	225
- Orden Nepenthales	
- Familia Droseraceae Salisbury, 1808	
Microrrestos	
* Droseraceae	230
- Orden Violales	
- Familia Cistaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Cistus</i> sp.	231
* <i>Helianthemum</i> sp.	231
* Cistaceae	232
- Orden Salicales	
- Familia Salicaceae Mirbel, 1815	
Microrrestos	
* <i>Salix</i> sp.	233
Macrorrestos	
* <i>Populus tremulaefolia</i> Saporta	234
* <i>Salix lavateri</i> Heer	238
* <i>Salix</i> sp.	239
* cf. <i>Salix</i> sp.	240
- Orden Capparales	
- Familia Brassicaceae Burnett, 1835	
Macrorrestos	
* Brassicaceae	241
- Orden Ericales	

- Familias Clethraceae Klotzsch, 1851 y Cyrillaceae Endlicher, 1841	
	Microrrestos
* Clethraceae-Cyrillaceae	242
- Familia Ericaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Ericaceae	243
- Orden Ebenales	
- Familia Sapotaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Sapotaceae	244
- Orden Primulales	
- Familia Myrsiniaceae R. Brown, 1810	
	Macrorrestos
* Myrsiniaceae	245
- Familia Primulaceae Ventenat, 1799	
	Microrrestos
* <i>Primula</i> sp.	247
- Subclase Rosidae	
- Orden Rosales	
- Familia Rosaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Rosaceae	247
- Orden Fabales	
	Macrorrestos
- Familia Mimosaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Microrrestos
* Tipo <i>Acacia</i> sp.	249
- Familia Caesalpiniaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Macrorrestos
* <i>Caesalpinia</i> sp.	250
- Familia Fabaceae Lindley, 1836	
	Microrrestos
* Tipo <i>Robinia</i> sp.	251
* Tipo <i>Ononis</i> sp.	252
* Fabales indet.	252
- Tipo 1	252
- Tipo 2	253
- Tipo 3	253
- Tipo 4	254
- Tipo 5	255
- Orden Proteales	
- Familia Elaeagnaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Elaeagnus</i> sp.	255
- Familia Proteaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Macrorrestos
* cf. <i>Protea lingulata</i> Heer	256
- Orden Haloragales	
- Familia Haloragaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Microrrestos
* <i>Myriophyllum</i> sp.	258
- Familia Thymelaeaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Thymelaeaceae	259

- Familia Trapaceae Dumortier, 1828	
	Microrrestos
* <i>Trapa</i> sp.	260
	Macrorrestos
* <i>Trapa ceretana</i> Rérolle	260
- Familia Onagraceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Epilobium</i> sp.	263
- Orden Cornales	
- Familia Nyssaceae Dumortier, 1829	
	Microrrestos
* <i>Nyssa</i> sp.	264
- Familia Cornaceae Dumortier, 1829	
	Microrrestos
* <i>Cornus</i> sp.	265
	Macrorrestos
* <i>Cornus</i> sp.	265
- Orden Santalales	
- Familia Viscaceae Miers, 1851	
	Microrrestos
* Viscaceae	266
- Orden Celastrales	
- Familia Aquifoliaceae Bartling, 1830	
	Microrrestos
* <i>Ilex</i> sp.	267
- Orden Euphorbiales	
- Familia Buxaceae Dumortier, 1822	
	Microrrestos
* <i>Buxus</i> sp.1	269
* <i>Buxus</i> sp.2	270
	Macrorrestos
* <i>Buxus pliocenica</i> Saporta & Marion	270
- Familia Euphorbiaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Euphorbia</i> sp.	275
- Orden Rhamnales	
- Familia Rhamnaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Frangula</i> sp.	276
* <i>Rhamnus</i> sp.	276
- Familia Vitaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Parthenocissus</i> sp.	277
- Orden Linales	
- Familia Linaceae S. F. Gray, 1821	
	Microrrestos
* <i>Linum</i> sp.	278
- Orden Sapindales	
- Familia Aceraceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Acer</i> sp.	279
	Macrorrestos
* <i>Acer integerrimum</i> (Viviani) Massalonga	280
* <i>Acer pyrenaicum</i> Rérolle	283
* <i>Acer subcampestre</i> Goeppert	289

* <i>Scabiosa</i> sp.	310
- Orden Asterales	
- Familia Asteraceae Dumortier, 1822	
Microrrestos	
* Asteraceae liguliflorae	312
* Asteraceae tubuliflorae	312
- Clase Liliatae	
- Subclase Alismatidae	
- Orden Najadales	
- Familia Potamogetonaceae Dumortier, 1829	
Microrrestos	
* <i>Potamogeton</i> sp.	315
Macrorrestos	
* <i>Potamogeton orbiculare</i> Rérolle	316
- Subclase Arecidae	
- Orden Arecales	
- Familia Arecaceae C. H. Schultz-Schultzenstein, 1832	
Microrrestos	
* Arecaceae	318
Macrorrestos	
* Arecaceae	319
- Subclase Commelinidae	
Macrorrestos	
- Orden Cyperales	
- Familia Cyperaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Cyperaceae	320
- Familia Poaceae Barnhart, 1895	
Microrrestos	
* Poaceae	322
Macrorrestos	
* Poaceae (hojas)	322
* Poaceae (inflorescencias)	323
- Orden Typhales	
- Familias Sparganiaceae Rudolphi, 1830 y Typhaceae A. L.	
de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Typha</i> sp.	325
* Sparganiaceae-Typhaceae	325
Macrorrestos	
* <i>Typha latissima</i> Alex Braun in Heer	326
* Commelinidae indet.	328
- Subclase Lilidae	
- Orden Liliales	
- Familia Liliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Liliaceae	329
Macrorrestos	
* <i>Smilax hastata</i> (Brongniart) Saporta	330

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Situación geográfica de los afloramientos estudiados	22
Fig. 2.- La Cerdaña en el contexto geológico de los Pirineos Orientales según ROCA, 1986	24
Fig. 3.- Columna estratigráfica y sintética de la Unidad Neógena Inferior según ANADÓN et al., 1989	27
Fig. 4.- <i>Equisetum</i> sp.	52
Fig. 5.- <i>Osmunda parrishiana</i>	54
Fig. 6.- <i>Pteridium oenianse</i>	57
Fig. 7.- <i>Glyptostrobus europaeus</i>	65
Fig. 8.- Cupressaceae tipo 1	71
Fig. 9.- Cupressaceae tipo 2	74
Fig. 10.- aff. <i>Abies</i> sp.	84
Fig. 11.- aff. <i>Cedrus</i> sp.	86
Fig. 12.- <i>Pinus</i> sp.	88
Fig. 13.- <i>Pinus</i> sp.	89
Fig. 14.- aff. <i>Pinus</i> sp.	90
Fig. 15.- <i>Tsuga moenana</i>	92
Fig. 16.- Abietoideae tipo 1	93
Fig. 17.- Abietoideae tipo 1	94
Fig. 18.- <i>Daphnogene eugeniae</i>	97
Fig. 19.- <i>Daphnogene</i> sp.	103
Fig. 20.- <i>Laurophyllum</i> sp	106
Fig. 21.- <i>Laurophyllum</i> sp	107
Fig. 22.- <i>Ocotea</i> sp	108
Fig. 23.- <i>Persea princeps</i>	112
Fig. 24.- cf. <i>Ranunculus</i> sp	119
Fig. 25.- Hamamelidaceae	124
Fig. 26.- <i>Ulmus</i> sp	129
Fig. 27.- <i>Ulmus</i> sp	131
Fig. 28.- <i>Zelkova zelkovaefolia</i>	136
Fig. 29.- Juglandaceae	146
Fig. 30.- <i>Myrica lignitum</i>	150
Fig. 31.- <i>Myrica marginalis</i>	153
Fig. 32.- <i>Fagus gussonii</i>	166
Fig. 33.- Detalle de nerviación de <i>Fagus gussonii</i>	167
Fig. 34.- <i>Fagus pristina</i>	170
Fig. 35.- Detalle de nerviación de <i>Fagus pristina</i>	171
Fig. 36.- <i>Quercus drymeja</i>	176
Fig. 37.- <i>Quercus hispanica</i>	183
Fig. 38.- <i>Alnus occidentalis</i>	198
Fig. 39.- <i>Alnus occidentalis</i>	199
Fig. 40.- <i>Betula insignis</i>	203
Fig. 41.- <i>Betula insignis</i>	204
Fig. 42.- <i>Carpinus grandis</i>	207
Fig. 43.- <i>Carpinus neilreichii</i>	210
Fig. 44.- <i>Ostrya</i> sp	213
Fig. 45.- Betulaceae	216
Fig. 46.- <i>Tilia vidali</i>	226
Fig. 47.- <i>Tilia vidali</i>	228
Fig. 48.- <i>Populus tremulaefolia</i>	235
Fig. 49.- <i>Populus tremulaefolia</i>	236
Fig. 50.- <i>Salix lavateri</i>	239
Fig. 51.- <i>Caesalpinia</i> sp	250
Fig. 52.- Fabales tipo 1	252
Fig. 53.- Fabales tipo 2	253

Fig. 54.- Fabales tipos 3, 4 y 5	254
Fig. 55.- cf. <i>Protea lingulata</i>	257
Fig. 56.- <i>Cornus</i> sp	266
Fig. 57.- <i>Buxus pliocenica</i>	272
Fig. 58.- <i>Acer integerrimum</i>	282
Fig. 59.- <i>Acer pyrenaicum</i>	286
Fig. 60.- <i>Acer pyrenaicum</i>	288
Fig. 61.- <i>Acer</i> sp	291
Fig. 62.- aff. <i>Cedrela</i> sp	293
Fig. 63.- <i>Potamogeton orbiculare</i>	317
Fig. 64.- Poaceae	323
Fig. 65.- Poaceae	324
Fig. 66.- <i>Typha latissima</i>	327
Fig. 67.- <i>Smilax hastata</i>	331
Fig. 68.- Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de macrorrestos	338
Fig. 69.- Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de palinomorfos	342
Fig. 70.- Posibles vías de destrucción de un resto vegetal según THOMAS & SPICER (1987)	348
Fig. 71.- Efecto Neves (tomado de TRAVERSE, 1988)	358
Fig. 72.- Procedencia de los taxones clasificados desde un punto de vista tafonómico y paleoecológico en la cuenca de la Cerdaña	376
Fig. 73.- Columna estratigráfica de la mina de Sanavastre	409
Fig. 74.- Diagrama polínico de la mina de Sanavastre	427
Fig. 75.- Datos paleoecológicos de la mina de Sanavastre (palinomorfos)	429
Fig. 76.- Diversidad/Equitabilidad en la mina de Sanavastre (palinomorfos)	431
Fig. 77.- Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sanavastre	435
Fig. 78.- Columna estratigráfica de la mina de Sampsor	437
Fig. 79.- Diagrama polínico de la mina de Sampsor	453
Fig. 80.- Datos paleoecológicos de la mina de Sampsor (palinomorfos)	455
Fig. 81.- Diversidad/Equitabilidad en la mina de Sampsor (palinomorfos)	457
Fig. 82.- Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sampsor	459
Fig. 83.- Diagrama polínico del vertedero de Sampsor	465
Fig. 84.- Datos paleoecológicos del vertedero de Sampsor (palinomorfos)	467
Fig. 85.- Diversidad/Equitabilidad en el vertedero de Sampsor (palinomorfos)	469
Fig. 86.- Datos paleoecológicos en Olià 2 (palinomorfos)	473
Fig. 87.- Diagrama polínico del camino al Serrat de Nas	479
Fig. 88.- Datos paleoecológicos del camino al Serrat de Nas (palinomorfos)	481
Fig. 89.- Columna estratigráfica de Can Vilella	482
Fig. 90.- Diagrama polínico de Can Vilella	487
Fig. 91.- Diversidad/Equitabilidad en Can Vilella (palinomorfos)	489
Fig. 92.- Datos paleoecológicos de Can Vilella (palinomorfos)	491
Fig. 93.- Datos paleoecológicos de Prats (palinomorfos)	495
Fig. 94.- Datos paleoecológicos de Coll de Saig (macrorrestos)	501
Fig. 95.- Diagrama polínico de Coll de Saig	503
Fig. 96.- Datos paleoecológicos de Coll de Saig (palinomorfos)	505
Fig. 97.- Datos paleoecológicos de San Salvador (palinomorfos)	509
Fig. 98.- Datos paleoecológicos del camino de Balltarga a Bor (palinomorfos)	515
Fig. 99.- Datos paleoecológicos del camino de Balltarga a Bor (macrorrestos)	517
Fig. 100.- Datos paleoecológicos de Beders (palinomorfos)	523
Fig. 101.- Datos paleoecológicos de Beders (macrorrestos)	527
Fig. 102.- Datos paleoecológicos del torrente de la Bavosa (palinomorfos)	533
Fig. 103.- Datos paleoecológicos del Riu de Santa María (palinomorfos)	539
Fig. 104.- Datos paleoecológicos del torrente de Vilella (macrorrestos)	549
Fig. 105.- Diagrama polínico del torrente de Vilella	553
Fig. 106.- Diversidad/Equitabilidad en el torrente de Vilella (palinomorfos)	555
Fig. 107.- Datos paleoecológicos del torrente de Vilella (palinomorfos)	557

Fig. 108.- Datos paleoecológicos del barranco de Salanca (macrorrestos)	569
Fig. 109.- Diagrama polínico del barranco de Salanca	571
Fig. 110.- Diversidad/Equitabilidad del barranco de Salanca (palinomorfos)	573
Fig. 111.- Datos paleoecológicos del barranco de Salanca (palinomorfos)	575
Fig. 112.- Datos paleoecológicos de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi (palinomorfos)	581
Fig. 113.- Datos aportados por el conjunto de los taxones identificados a partir de palinomorfos	593-596
Fig. 114.- Análisis de correlación de los niveles de las minas de Sanavastre y Sampsor	600
Fig. 115.- Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados en esta Tesis	601
Fig. 116.- Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados sin tener en cuenta las minas de Sanavastre y Sampsor	602
Fig. 117.- Datos aportados por el conjunto de los taxones determinados a partir de los macrorrestos	604-605
Fig. 118.- Tabla de frecuencias inferidas en base a la abundancia de los taxones identificados a partir de macrorrestos	608-609
Fig. 119.- Datos paleogeobotánicos inferidos a partir de macrorrestos en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	617
Fig. 120.- Porcentajes de los palinomorfos y macrorrestos según sus requerimientos térmicos	620
Fig. 121.- Tipos foliares en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	622
Fig. 122.- Porcentajes de los tipos de margen de los restos foliares en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	623
Fig. 123.- Porcentajes de los taxones inferidos a partir de los palinomorfos según la Geoflora a la que corresponden	644
Fig. 124.- Porcentajes de los taxones inferidos a partir de los macrorrestos según la Geoflora a la que corresponden	646

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Oliá 2	661
Tabla 2.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Prats	662-663
Tabla 3.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento de Coll de Saig	664-665
Tabla 4.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de San Salvador	666
Tabla 5.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del camino de Balltarga a Bor	667-668
Tabla 6.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del camino de Balltarga a Bor	669
Tabla 7.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Beders	670-671
Tabla 8.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento de Beders	672
Tabla 9.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del torrente de la Bavosa	673-674
Tabla 10.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del Riu de Santa María	675-676
Tabla 11.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del torrente de Vilella	677
Tabla 12.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del barranco de Salanca	678
Tabla 13.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi	679

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Realizar una investigación paleoflorística integral de una zona es inusual ya que la mayoría de las veces se abarca por separado el estudio de los macro y de los microrrestos. Uno de los aspectos que nos ha llevado a analizar todo el contenido paleobotánico de los afloramientos de la Cerdaña es el sesgo de información paleobiológica que presentan ya que, normalmente, no se encuentran en los afloramientos todos los taxones que vivían en la antigua comunidad. El caso de la Cerdaña puede extrapolarse a casi todos los yacimientos con contenido paleobotánico. Así, TALLIS (1991) explica que en el Holoceno de Abernethy Forest (NE de Escocia), de los 53 taxones registrados, sólo 13 aparecen como micro y macrofósiles; 32 sólo como granos de polen (algunos tan importantes en los ecosistemas de la zona como *Corylus*, *Juniperus* L. y *Lycopodium* L.); y 8 (incluyendo *Juncus* L. y *Narcissus* L.) fueron hallados exclusivamente como macrofósiles.

SPICER (1989) opina que el polen y las esporas por sí solos no dan una adecuada indicación de la vegetación del pasado, y su estudio debería ser complementado con los datos proporcionados por los macrofósiles. KRASILOV (1975) expone exactamente lo contrario: "la palinocenosis da una mejor imagen de la vegetación que los lechos de semillas y otros grandes órganos" (refiriéndose a hojas, frutos, leños y flores).

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.

En resumen, si queremos realmente realizar un estudio tafonómico y paleoecológico de las asociaciones registradas en los materiales de la región de la Cerdaña tendremos que atender tanto al aspecto macroflorístico como al palinológico.

Teniendo en cuenta esto, debemos exponer que los estudios de los vegetales miocenos de la Cerdaña española (provincias de Lérida y Gerona), se han realizado hasta el momento de forma incompleta, ya que se han tratado los aspectos macro y micropaleontológicos por separado, generalizando los resultados obtenidos para explicar la historia de la vegetación y el clima de toda la cuenca. Además, estos trabajos tienen una limitación cuantitativa respecto a la cantidad de yacimientos estudiados que en el caso de los analizados desde un punto de vista palinológico se reducen a tres, lo que introduce una mayor parcialidad en la interpretación de los resultados obtenidos.

Atendiendo al aspecto taxonómico, con excepción del primer trabajo sobre la flora macroscópica de la zona elaborado por RÉROLLE (1884-1885), en las restantes publicaciones son raras las descripciones completas del material, o son un mero listado de especies. En algunas de ellas también falta la figuración de los ejemplares, o es muy deficiente. Es decir, tanto desde el punto de vista metodológico, como desde el punto de vista taxonómico, en nuestra opinión estaba justificada la realización de un nuevo estudio integral de la flora de la depresión ceretana.

Por ello, los objetivos que nos marcamos en esta Tesis Doctoral son de diversa índole:

-Taxonómico: describir y figurar adecuadamente ejemplares pertenecientes a los diferentes géneros y especies identificadas, así como su variabilidad morfológica, teniendo en cuenta el problema de las sinonimias. Al igual que WOLFE *et al.* (1975), se trataba de relacionar cada taxón con uno moderno morfológicamente similar, que permitieran esbozar conclusiones de tipo filogenético.

Además, se pretendía establecer una relación con las floras actuales de diversas regiones biogeográficas, de la misma manera que lo hizo DEPAPE (1928) con las floras del Plioceno de Francia, Inglaterra y Países Bajos.

-Tafonómico: otra parte de nuestro trabajo radica en el estudio tafonómico de los restos con el fin de llegar a conclusiones sobre los tipos de procesos que pudieron intervenir en el sesgo de la información paleobiológica.

-Paleoecológico: orientándose este análisis, fundamentalmente en dos direcciones: la reconstrucción de las distintas comunidades vegetales que vivieron en la región, y las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollaron.

-Paleobiogeográfico: que ha consistido en comparar la flora hallada en los distintos afloramientos ceretanos con la que aparece en otras localidades de la Península Ibérica y, fundamentalmente, con la reconocida en el Neógeno de otras cuencas europeas.

Este trabajo suponía una carga crítica y de evaluación de los estudios que anteriormente se habían llevado a cabo en la zona.

Como resultado, el estudio paleobotánico que se ha realizado permite obtener una mejor comprensión de la composición y el desarrollo de los ecosistemas que se desarrollaron durante el Mioceno Superior en la Cerdaña. Este trabajo servirá para completar de forma importante otros estudios geológicos y biológicos que se están llevando a cabo en la actualidad en la zona.

1.2. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista geológico se comenzó a prospectar los materiales de la región de la Cerdaña a mediados del siglo pasado, ya que interesaba la explotación de los lignitos que afloraban en la zona. Fue LYELL (1834) quien señaló por primera vez la antigua presencia de un lago en la región. Posteriormente, LEYMERIE (1869) realizó en los depósitos lacustres dos secciones estratigráficas, que supuso pliocenas, mencionando en ambas la existencia de restos vegetales que no llegó a describir.

A finales de Junio de 1880 Luis Mariano Vidal visita la Cerdaña. Este Ingeniero de Minas se interesó principalmente, como habían hecho los investigadores anteriores, por la existencia de lignitos. Así, visitó las minas de Sanavastre y Prats, y la mina de Estavar, esta última en la Cerdaña francesa (GÓMEZ-ALBA, 1992b).

La mina de Estavar tenía una producción de 1.000 a 1.500 toneladas anuales y surtía de carbón a gran parte de la Cerdaña, incluido Puigcerdá (GÓMEZ-ALBA, 1992a). En la actualidad no existe, ya que fue rellenada en la década de los años veinte al decaer su explotación y ahora está cubierta por prados y cultivos.

El primer trabajo que cita vegetales terciarios en España es el realizado por AREITIO Y LARRINAGA en 1874. Este autor enumeró dos especies de gimnospermas y diez de angiospermas procedentes de yacimientos de Murcia y Valencia. No obstante, el primer trabajo con descripciones taxonómicas y figuraciones que se realizó sobre una flora del Terciario español, fue el de RÉROLLE (1884-1885): *Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne*. Además, este trabajo es el primero que se ocupa de los vegetales fósiles ceretanos. Este autor, con la ayuda de los paleobotánicos G. de Saporta y A. F. Marion, describió treinta y nueve especies, catorce de ellas por primera vez. Teniendo en cuenta los restos vegetales estudiados, dató por primera vez la edad de los sedimentos lacustres como messinienses.

En opinión de GÓMEZ-ALBA (1992b), tras revisar las libretas de campo de Luis Mariano Vidal, revela que este autor ya había determinado la presencia de materiales del Mioceno antes que Rérolle. Sin embargo, los resultados de sus investigaciones no fueron dados a conocer hasta un año después de la publicación del paleontólogo francés (VIDAL, 1886).

DEPÉRET & RÉROLLE (1885), continuaron el estudio paleontológico de la Cerdaña describiendo restos de mamíferos procedentes de los lignitos de Prats y Estavar, y además

realizaron una descripción geológica de la región que completaba la de los trabajos anteriores (LYELL, 1834; LEYMERIE, 1869). Estos estudios fueron continuados por ASTRE (1927), CHEVALIER (1925), DALLONI (1930) y BOISSEVAIN (1934). La lista de macrovertebrados fue posteriormente aumentada por ALMERA (1898) y ALMERA & BOFILL (1889).

RÉROLLE (1884-1885) nunca expuso la localización de los yacimientos de donde obtuvo los restos vegetales analizados en su trabajo, aunque suponemos que proceden de los alrededores de la localidad de Bellver de Cerdanya. Estos afloramientos fueron localizados por VILLALTA & CRUSAFONT (1945), que recogieron gran cantidad de material y elevaron a ochenta y una las especies descritas y citadas en la Cerdaña. Los ejemplares estudiados por estos autores están integrados hoy en día en las colecciones del Instituto Tecnológico Geominero de España y del Museo de Geología de Barcelona (colección J. F. Villalta). Los vegetales recogidos ellos fueron utilizados en la memoria explicativa de la hoja de Bellver (escala 1:50.000, hoja nº 216) realizada por SOLÉ SABARÍS & LLOPIS LLADÓ (1947).

Posteriormente, la doctora J. Menéndez Amor se hizo cargo del estudio de los restos vegetales del Mioceno ceretano publicando cuatro trabajos (MENÉNDEZ AMOR, 1948, 1950, 1955, 1958), cuyo objetivo fue su Tesis Doctoral, que se publicó en 1955 con el título: *La depresión ceretana española y sus vegetales fósiles. Característica fitopaleontológica del Neógeno de la Cerdaña española*. Parte del material estudiado por esta autora fue recogido y figurado por CARAZO & VILORIA (1946), encontrándose todo él formando parte de las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Como resultado de sus investigaciones, la mencionada autora elevó el número de taxones descritos a ciento sesenta y cinco. Describió dos especies nuevas, una incluida en las algas carófitas y otra en las angiospermas.

El primer estudio palinológico de los lignitos de las minas de Sampsor y Estavar fue llevado a cabo por JELSGERMA (1957), que citó 31 taxones, y expone que los resultados por él obtenidos coincidían con las investigaciones realizadas sobre faunas de mamíferos, las cuales atribuían los materiales de Estavar al Vindoboniense y los de Sampsor al Pontiense. Este autor lamentó no haber podido tener acceso a un mayor número de muestras de Estavar por haberse suspendido la extracción de lignitos de su mina. Mucho más adelante, SOLE DE PORTA & DE PORTA (1984) volvieron a analizar de nuevo el trabajo de JELSGERMA (1957), sin profundizar más en el tema.

Debemos mencionar también la existencia de dos trabajos sobre el contenido diatomológico de los sedimentos lacustres ceretanos (RODRÍGUEZ MELLADO & MENÉNDEZ AMOR, 1948; MARGALEF, 1957) y de uno sobre los sedimentos miocenos del NE de la zona (SUÑER, 1954).

VILLALTA (1957, 1962) realizó investigaciones sobre la paleoentomofauna de los afloramientos de la zona, y posteriormente los estudios sobre la región de la Cerdaña se paralizaron, y no se reanudaron hasta finales de la década de los setenta.

Durante estos años hay que destacar las investigaciones geológicas llevadas a cabo por GOURINARD (1977), BECH *et al.* (1981), JULIÀ (1984), POUS *et al.* (1986), ROCA (1986), AGUSTÍ & ROCA (1987), DE LAS HERAS *et al.* (1987), CABRERA *et al.* (1988), ANADÓN *et al.* (1989), que abordaron aspectos estratigráficos, sedimentológicos, mineralógicos y tectónicos, y completaron el estudio geológico de la cuenca que se había iniciado el siglo pasado.

También, se realizaron avances en el conocimiento del contenido paleontológico de los sedimentos lacustres del Mioceno de la Cerdaña. Los trabajos de GOLPE-POSSE (1979, 1981), ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) y AGUSTÍ & ROCA (1987) sobre restos de mamíferos que dieron como resultado la datación de la cuenca como Vallesiense/Turolense. El conocimiento paleontológico fue ampliado gracias a los estudios de : NEL (1990, 1991, 1993), ARILLO & BREMOND (1992a, 1992b), ARILLO *et al.* (1992), NEL & PAICHELER (1993) y NEL *et al.* (1994).

Los restos macroscópicos vegetales fueron revisados por ÁLVAREZ RAMIS & SANZ PECIÑA (1979), ÁLVAREZ RAMIS *et al.* (1979), SANZ DE SIRIA (1980a), ÁLVAREZ RAMIS (1981), ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), ÁLVAREZ RAMIS (1983) y SANZ DE SIRIA (1985). Estos autores trataron de completar el estudio paleobotánico de la zona, obteniendo conclusiones de tipo paleoecológico y paleoclimatológico.

ÁLVAREZ RAMIS (1981) redujo el número de especies fósiles vegetales de ciento sesenta y cinco a ciento dieciocho, aunque citó treinta y cinco por primera vez en la zona. Además, esta misma autora en un trabajo posterior (ÁLVAREZ RAMIS, 1983), realizó un análisis porcentual de los grupos taxonómicos (criptógamas, gimnospermas y angiospermas) y de morfologías (superficie de restos foliares y tipo de margen de estos), y, como conclusión, hizo una reconstrucción del paleoambiente de la región.

Los trabajos palinológicos fueron retomados por BESSEDIK (1985) en su Tesis

Doctoral, quien estudió tres niveles de la mina de Sampsor y cinco de la de Sanavastre, reconociendo noventa y ocho taxones. El objetivo de este trabajo fue ampliar la información paleoecológica del Mioceno del NO del Mediterráneo. Este autor data los materiales de las dos minas de lignito como tortonienses.

Un último trabajo palinológico ha sido realizado desde un punto de vista bioestratigráfico por BALTUILLE *et al.* (1992). Estos autores compararon el contenido palinológico de tres muestras de la cuenca de la Cerdaña con el de varias cuencas neógenas de Turquía. Concluyeron que una de ellas debería relacionarse con la asociación Akça (Plioceno) y las otras dos con la asociación Kizilhisar (Tortoniense-Messiniense).

Últimamente se ha llevado a cabo la revisión de dos géneros representados por restos macroscópicos: *Fraxinus* L., *Acer* L. y *Fagus* L. (BARRÓN, 1992a, 1992b; BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994). Asimismo se han realizado dos trabajos acerca de los procesos tafonómicos que pudieron sufrir los macrorrestos vegetales que se conservan en los sedimentos lacustres (BARRÓN, 1993; MARTÍN CLOSAS, 1995) y otro sobre inducción de agallas por parte de artrópodos sobre hojas (DIÉGUEZ *et al.*, in press.).

1.3. METODOLOGÍA

Para la consecución de los objetivos propuestos se ha desarrollado una metodología que incluye campañas de campo y trabajos de laboratorio y de gabinete, y se han aplicado las técnicas que se han considerado idóneas a cada tipo de ejemplar.

Campañas de campo

Desde el año 1989 hasta 1994 se han organizado un conjunto de campañas de muestreo en la Cerdaña. Después de un minucioso reconocimiento, se seleccionaron para su estudio paleontológico dieciseis afloramientos y dos minas de lignitos a cielo abierto, que fueron seleccionados en función de su riqueza y biodiversidad, así como de los trabajos previos de otros autores como VILLALTA & CRUSAFONT (1945), MENÉNDEZ AMOR (1955) y BESSEDIK (1985), ya mencionados en el capítulo de antecedentes.

Para la perfecta localización de los afloramientos hemos utilizado la hoja nº 35-10 (216) de Bellver de Cerdaña del Servicio Geográfico del Ejército; el mapa de la Cerdaña, publicado por la Editorial Alpina; y la hoja nº 216 del Mapa Geológico de España, realizada

en 1947. Todos los mapas utilizados son a una escala de 1:50.000.

La tarea de campo se desarrolló en tres etapas:

- Levantamiento de columnas estratigráficas capa a capa.
- Recogida de sedimentos para la obtención de microrrestos: se llevó a cabo un cuidadoso control estratigráfico, en especial en las minas de lignito. En algunos afloramientos, como los de Coll de Saig, Torrente de Vilella y Barranco de Salanca, dado su interés paleontológico, se tomaron varias muestras sucesivas, teniendo en consideración niveles de oxidación rojizos.

Se recogió alrededor de medio kilogramo de sedimento por nivel, eliminando la capa superficial (unos 25 cm) para evitar contaminaciones. Este material se introdujo dentro de una bolsa de plástico estanca y estéril, la cual se había siglado anteriormente con la clave del afloramiento y el número de cada nivel. La bolsa con la muestra, a su vez, se introdujo en otra bolsa de idénticas características, para evitar la pérdida y contaminación del material por si se producía una rotura del plástico de la primera bolsa.

- Colecta de macrorrestos: se realizó una explotación intensiva de cada afloramiento, siguiendo un muestreo al azar. En esta etapa no tuvimos la necesidad de tener un estricto control estratigráfico, ya que los fósiles aparecen en una capa uniforme de gran potencia (Nivel B de la columna sintética descrita por ANADÓN *et al.*, 1989).

Los materiales que forman los yacimientos donde hemos encontrado nuestros ejemplares, se muestrearon con relativa facilidad debido a su escasa dureza y, los instrumentos usados y las técnicas de extracción seguidas para tal efecto fueron las indicadas por DORF (1965) y DIÉGUEZ (1994).

La Cerdaña es una región donde las lluvias y tormentas son frecuentes en la época estival, y que durante el invierno puede estar cubierta, durante algunos meses, bajo una capa de nieve: es decir, siempre hay un alto nivel de humedad edáfica. Los sedimentos estudiados presentan una alta capacidad de hidratación, lo que nos ha impedido extraer material de algunos de ellos, como los de riu de Santa María, por corresponder a un material muy empapado que contiene ejemplares muy deteriorados e imposibles de estudiar.

Con el fin de no destruir los ejemplares durante el muestreo, hemos envuelto nuestros especímenes en papel tras su extracción. Éste se empapa con parte de la humedad de la roca, y además, le previene de golpes y erosiones durante el transporte. Antes de envolverlo, como estaba incluido en una roca muy blanda, fácil de trabajar, se grabó sobre ella una sigla que

lleva la identificación del yacimiento y el número de muestra, para su posterior identificación.

Técnicas de laboratorio

Microrrestos

Para el tratamiento de los sedimentos y la obtención de los palinomorfos que contienen, hemos seguido el método propuesto por PHIPPS & PLAYFORD (1984) con algunas modificaciones que, a nuestro modo de ver, han mejorado este sistema de extracción. El trabajo de laboratorio se desarrolló siguiendo los siguientes apartados:

a) Lavado de la muestra: para eliminar la contaminación, se colocó la muestra en un recipiente, cubriéndose con agua hirviendo. Posteriormente se decantó, repitiéndose el proceso con agua fría hasta que el sobrenadante quedó claro. Finalmente se dejó secar utilizando papel absorbente.

Durante esta etapa nos encontramos con dos problemas:

- la mayor parte del material procesado fueron arcillas muy finas que se disgregaban totalmente transformándose en barro que era posteriormente difícil de manejar.
- el proceso de secado entre papel secante, amén de hacernos perder material, nos producía contaminaciones con palinomorfos actuales.

Por estas dos razones, este paso finalmente no ha sido seguido en este trabajo.

b) Disgregación: las cantidades utilizadas son:

- 5-10 gr para sedimentos de pizarras carbonatadas y carbones.
- 25-30 gr para sedimentos de pizarras calcáreas o silíceas, limos arcillosos o arenas arcillosas.
- 35-50 gr para arenas y limos.

Se colocó la muestra en un almirez bien limpio y se machacó hasta que quedó reducida a polvo.

c) Tratamiento pre-HF: a partir de aquí debimos trabajar con bata y guantes bajo campana extractora de gases, que en nuestro caso ha sido de la marca BURDINOLA TELEMECANIQUE.

Se colocó la muestra en un recipiente ancho, añadiéndose una pequeña cantidad de HCl al 35%; cuando la reacción era débil esperamos hasta que terminó la acción del ácido,

añadiendo más HCl hasta que el material dejó de reaccionar.

Cuando la reacción era fuerte, se formó gran cantidad de espuma y gases, aumentando la temperatura de la muestra y se fue removiendo con una varilla para tratar que toda ella reaccionara con el ácido. Según fue disminuyendo la emisión de gases y humos, del mismo modo que en el caso anterior, agregamos pequeños volúmenes de HCl hasta que la muestra no experimentó reacción.

Cuando terminó la reacción con el HCl, la muestra se colocó en una placa calentadora hasta que alcanzó unos 50°C, que es cuando el ácido llega al grado de ebullición. Al producirse los primeros burbujeos, añadimos un poco de agua destilada, retirándola de la placa calentadora y dejándola enfriar durante una hora. Posteriormente la introducimos en un tubo de vidrio, centrifugándola durante 5 minutos a 2.000 r.p.m. La centrifugadora utilizada fue una MEDITRONIC P SELECTA n° 246551.

Al final de este proceso, decantamos el HCl sobrenadante, repitiéndose la centrifugación tres veces añadiendo agua destilada y removiendo la muestra. Finalmente se obtuvo el sedimento lavado y libre de HCl.

d) Eliminación de silicatos: se trasladó la muestra, bajo la campana de gases y con cuidado para que no hubiera contaminaciones, a un recipiente de teflón, y allí se le añadió HF al 48%. En los sedimentos de la Cerdaña, la reacción no fue tan violenta como la del HCl, provocándose únicamente un calentamiento con emisión de gases, que en este caso fueron altamente corrosivos, por lo que debimos actuar con muchas precauciones.

Para acelerar la reacción utilizamos el método en caliente, es decir, cuando cesó la reacción en frío, la muestra se calentó en una placa calentadora hasta que alcanzó el grado de ebullición. A partir de este momento, se agitó continuamente sin permitir que llegara a secarse, durante media hora. Cuando observábamos que se evaporaba todo el ácido añadíamos un poco más. Trascurrido este tiempo, se retiraba de la placa calentadora y se le añadía un pequeño volumen de agua destilada caliente, para atenuar la reacción.

Cuando la muestra se enfriaba, se trasladaba a un tubo de teflón, centrifugándose durante 5 minutos a 2.000 r.p.m. Posteriormente se decantaba el ácido, lavándose tres veces con agua destilada como en el apartado anterior.

e) Eliminación de fluoruros: estas sustancias se forman usualmente tras el tratamiento con el HF, y para su eliminación se cubrió el sedimento limpio resultante de la reacción anterior con HCl al 35%. Se removió con una varilla y se colocó al baño maría durante treinta

minutos en una placa calentadora bajo la campana de gases.

Finalizado este tiempo, se eliminó el HCl centrifugando de la forma ya explicada, y, posteriormente, se lavó la muestra tres veces con agua destilada.

f) Tratamiento de las arcillas: la mayoría de los sedimentos procesados fueron arcillas que presentaban en algunas ocasiones un alto grado de cohesión, por lo que tras el tratamiento con ácidos era muy difícil concentrar los palinomorfos que contenían. Por esta razón se utilizó un detergente, que en este caso fue una disolución de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, según lo sugerido por BATES *et al.* (1978). La proporción utilizada fue de 10 gr por 500 ml de agua destilada. Como resultado desflocularon las arcillas que posteriormente se eliminaron con facilidad durante el proceso de concentración.

Se añadió en los tubos de centrífuga el detergente, removiéndose y mezclándose bien con la muestra, posteriormente se eliminó centrifugando de la misma manera que con los ácidos. Se lavó tres veces con agua destilada.

g) Concentración: se pasó la muestra por una serie de tamices con diferentes luces de malla, en el siguiente orden: 500 μm - 200 μm - 75 μm - 12 μm . Se recogió el sedimento retenido en los dos últimos, introduciéndose en un tubo de centrífuga y cubriéndolo con agua destilada. Se centrifugó una única vez durante 5 minutos a 2.000 r.p.m.

En este proceso se utilizaron tamices en lugar de líquidos densos o licor de Thoulet, como sugirieron GUILLET & PLANCHAIS (1969), GOEURY & BEAULIEU (1979) y PHIPPS & PLAYFORD (1984), ya que con ellos no se conseguían eliminar las partículas, tanto orgánicas como inorgánicas, que tienen la misma densidad que los palinomorfos. Por otra parte, las preparaciones finales quedaron mucho más claras ya que siempre, tras el tratamiento con líquidos, había un pequeño volumen que no se eliminaba totalmente y enturbiaba ligeramente las preparaciones.

h) Montaje: se tomó, del sobrenadante del residuo concentrado en el tubo de centrífuga, un volumen de 25 μl con ayuda de una micropipeta NICHIRYO 5000F. Este volumen se montó al calor sobre un portaobjetos con glicerogelatina. Las preparaciones se sellaron con parafina y se etiquetaron haciendo mención del afloramiento, nivel y fecha de montaje.

i) Tratamiento de lignitos: en éste caso seguimos el mismo proceso descrito, pero después del tratamiento con los ácidos, las muestras se colocaron bajo campana de gases en un recipiente con una disolución de KOH al 10% y BO_3Na . Se removieron y pusieron al calor

hasta la ebullición. Se dejaron hervir durante 5 minutos, y después se retiraron del fuego.

Para eliminar la solución de sosa se centrifugaron las muestras durante 5 minutos a 2.000 r.p.m., lavándose posteriormente 3 veces con agua destilada.

Tras este proceso realizamos un test. Si hallábamos palinomorfos, las centrifugábamos, concentrábamos el resultante con tamices y montábamos las preparaciones. Si no se observaban granos de polen, agregábamos en los tubos de centrífuga una pequeña cantidad de ClNa y, posteriormente, cubríamos el sedimento con NO_3H al 40%, agitando con cuidado durante 5 minutos. Pasado este tiempo, eliminábamos el ácido por centrifugación (5 minutos a 2.000 r.p.m.), lavábamos tres veces las muestras con agua destilada, terminando el trabajo de laboratorio con los procesos de concentración y montaje ya explicados.

j) Se han montado un conjunto de preparaciones para realizar observaciones de palinomorfos con microscopía electrónica de barrido.

En primer lugar se colocó una gota del levigado que obtuvimos tras la concentración (g) en un porta de metal estéril, dejándose secar posteriormente en un lugar estanco en donde no hubiera problemas de contaminación ambiental. A continuación, la muestra se metalizó, introduciéndola en un "sputter" de la marca BIO-RAD SC 515, con una capa de oro de 15 nanómetros. Tras este proceso la muestra ya está preparada para su estudio.

Macrorrestos

Se ha aplicado el método de Nathorst propuesto por BATHER (1908) y HAMSHAW (1912), para la realización de una serie de preparaciones microscópicas de cutículas foliares fósiles. En el proceso se llevan a cabo los siguientes pasos:

a) Obtención e hidratación: a los especímenes preservados en forma de compresión con la cutícula conservada, les fueron arrancadas pequeñas fracciones con la ayuda de pinzas y agujas enmangadas bajo lupa binocular. Cuando los restos cuticulares eran fragmentarios, en lugar de este instrumental se utilizó un pincel. Las porciones obtenidas fueron transportadas a un vidrio de reloj que, posteriormente, se situó durante unas horas en una placa de Petri rotulada con una sigla que identificaba el resto cuticular en estudio. Previamente, en la placa de Petri, se había recortado un papel de filtro del mismo diámetro que se empapó con agua destilada con el objetivo de hidratar los restos cuticulares.

b) Eliminación de partículas silíceas: tras su hidratación, los restos cuticulares fueron trasladados con ayuda de un pincel a un recipiente de teflón en donde se había vertido una

pequeña cantidad de HF. Normalmente, este proceso se prolongaba durante unas 12 horas. A continuación, se eliminó el HF y se lavó el fragmento cuticular con agua destilada.

c) Eliminación de las partículas carbonáticas y de sustancias húmicas (método de Schulze): con ayuda de un pincel se volvió a introducir el resto de cutícula en una placa de Petri rotulada, en donde se había vertido una solución de ClO_3K y NO_3H , este último con una concentración del 40%. La placa de Petri se cubrió, dejándose reposar algún tiempo. Este proceso se alargaba normalmente de dos a tres horas, pero dependiendo de la estructura del resto podía prolongarse durante varios días. En nuestro caso con dos horas fue suficiente. Tras el tratamiento con ácido nítrico, los fragmentos de cutícula se volvieron de color marrón claro por la destrucción de sustancias húmicas. Cuando los restos cuticulares se hallaron expuestos durante un tiempo mayor, estos se quemaron y cuartearon como se observa en la Lám. XXVIII, fig. 10.

d) Aclarado de la muestra: se retiró el ácido con pipeta Pasteur y se lavó la muestra varias veces con agua destilada hasta asegurarnos de la desaparición del ácido. Se retiró el agua, añadiéndose amoníaco. Esta sustancia en un primer momento provocó un oscurecimiento del resto, por lo que las cutículas tomaron un color marrón pálido, aunque poco tiempo después las aclaró por completo volviéndolas amarillentas o casi transparentes. Cuando los restos cuticulares se aclararon se decantó el amoníaco y, posteriormente, se lavó con agua destilada.

e) Montaje: se realizó en glicerina sobre un portaobjetos. Las preparaciones se sellaron con laca de uñas. Finalmente se etiquetaron haciendo referencia al yacimiento, nivel y fecha de montaje.

Trabajo de gabinete

La fase de gabinete ha consistido, por un lado, en la revisión de la bibliografía paleobotánica del Neógeno de Europa, así como de la existente sobre la Geología de la depresión ceretana; y por otro, en una labor descriptiva e interpretativa de los datos obtenidos.

Para facilitar el estudio sistemático, se procedió a elaborar un fichero de especies agrupadas por géneros y familias con el fin de reunir toda la información existente sobre cada una de ellas. Por otra parte, según se tratara de palinomorfos o macrorrestos, hemos utilizado diferentes técnicas. Dichas técnicas son las siguientes:

a) Palinomorfos: para el estudio y conteaje de este tipo de fósiles se utilizó un microscopio LEITZ LABORLUX D, con una cámara fotográfica incorporada WILD PHOTOAUTOMAC MPS 45.

Para que la muestra fuera estadísticamente representativa se consideró como número mínimo de granos de polen a contar por cada muestra procesada un conjunto entre 500-1.000, como indican JONKER (1951) y GREEN & DOLMAN (1988). En nuestro estudio no hemos considerado significativas las preparaciones con un número inferior a 500 palinomorfos. Cuando las muestras poseían el número indicado de palinomorfos, se montaron cuatro portas, y se barrió toda su superficie contándose la totalidad de los granos que pudieran contener.

Según STAFLEU (1967), en el Congreso de Palinología celebrado en Bremma en Julio de 1950, palinólogos entre los que se encontraban Faegri, Selling, Erdtman, Potonié y Schopf llegaron a un acuerdo según el cual las esporas y granos de polen fósiles o subfósiles deberían considerarse como géneros o especies forma. Además se redactó una instrucción explícita: "si los granos de polen o las esporas presentaran caracteres restringidos a una especie de la flora moderna, la identificación debería ser hecha con el género o especie modernos". Sin embargo, como explica COLLINSON (1986), algunos autores piensan que la nomenclatura referida a elementos fósiles no puede ser utilizada, al intervenir el factor tiempo. Por esta razón, los investigadores de Alemania y del Este de Europa utilizan una terminología parataxónica.

En esta Tesis Doctoral hemos considerado la instrucción explícita a la que hace referencia STAFLEU (1967). Sin embargo, para concretar su rango bioestratigráfico, en los casos en los que ha sido posible también se han identificado de una forma parataxónica.

Los palinomorfos se han determinado fundamentalmente a nivel generico. Este tipo de determinación es el que se lleva a cabo en la Unidad de Paleontología del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca y en l'Institut des Sciences de l'Evolution de la Universidad de Montpellier (Francia). La razón de llegar hasta este nivel taxonómico es porque, por una parte, la mayoría de los palinomorfos determinados pueden ser relacionados con géneros actuales y, por otra, como explica SUC (1987), no se pueden identificar especies dada la gran variabilidad de la morfología polínica y la posible existencia de especies extintas.

En caso de taxones estenopalinos, es decir, que pudieran relacionarse con varios géneros de una familia, se nominarán con el nombre de los géneros en cuestión, por ejemplo *Ulmus-Zelkova*, o a nivel de familia. A veces dos familias presentan granos de polen idénticos

por lo que se citan juntas de la siguiente manera: *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Clethraceae-Cyrillaceae*, *Sparganiaceae-Typhaceae*, etc.

Para la adecuada determinación y descripción de los ejemplares, además de la bibliografía, se han consultado las palinotecas de polen actual acetolizado del Departamento de Biología Vegetal I de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, la del área de Paleontología del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, del Departamanto de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Madrid, así como nuestra propia palinoteca de polen actual.

Tras la contabilización y determinación de los palinomorfos se han realizado tablas de porcentajes de cada uno de los taxones, confeccionándose diagramas polínicos. Para la realización de estos diagramas se han utilizado los programas TILIA y TILIA GRAPH en sus versiones 1,07 y 1,16, respectivamente.

Los diagramas polínicos comprenden los taxones determinados agrupados como AP y NAP, los varia y las esporas, que se han calculado aparte del número total de granos de polen.

Para el estudio estadístico de correlación y el cálculo de los índices de diversidad de Simpson y Shannon se ha utilizado el programa MVSP PLUS versión 2.1.

Finalmente se han realizado preparaciones para microscopio electrónico de barrido PHILIPS XL20.

b) Macrorrestos: para el estudio de este tipo de fósiles se ha utilizado una lupa binocular WILD M8 con una cámara clara acoplada.

Las medidas efectuadas sobre estos ejemplares fueron realizadas con un calibre digital MITUTOYO 500-111 CD-205. Estas dimensiones han sido: longitud, anchura máxima, distancia de la zona de máxima anchura a la base del resto foliar o pedúnculo y longitud del peciolo o pedúnculo. En el caso de frutos alados se han medido los índices propuestos por WOLFE & TANAI (1987) y CALL & DILCHER (1992).

Como veremos más adelante, entre los restos foliares descritos hemos hallado un conjunto morfológicamente idéntico al que presentan algunos taxones actuales. Sin embargo, como explica COLLINSON (1986), si usáramos el binomio de la especie actual al determinar estos restos supondríamos aspectos adicionales de información 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 una forma parataxónica.

A diferencia de las especies, siempre que ha sido posible se ha empleado la nomenclatura genérica actual. En caso de duda, se han utilizado géneros forma como *Laurophyllum* Goepp., u otros géneros parataxónicos como *Daphnogene* Ung. emend Kvaček & Knobloch, cuando además de la información morfológica poseíamos datos acerca de su anatomía.

Por otra parte, en lugar de describir nuevos géneros o especies de una forma inconcreta a partir de un número exíguo de morfologías, se ha considerado a estos ejemplares dentro de un rango taxonómico más amplio como la familia o el orden, o de una forma más inconcreta como: Fabales de tipo 1.

Como indica MEYEN (1987), si se halla un conjunto de macrorrestos vegetales entre los cuales hay un tipo particular de hoja, fructificaciones masculinas o femeninas sin conexión orgánica que se puedan relacionar taxonómicamente de una forma estrecha, no existiendo ningún otro taxón de este mismo tipo, se podría postular que estos diferentes restos pertenecieron a la misma especie. Así, hemos agrupado, por ejemplo, dentro de la misma especie restos foliares y brácteas de *Tilia* L., restos foliares y amentos masculinos y femeninos de *Alnus* Mill. y restos foliares y frutos alados de *Betula* L.

La conservación de los restos macroscópicos colectados en la Cerdaña por nosotros es la que se sigue actualmente en la colección de Paleobotánica del Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (MONTERO & DIÉGUEZ, 1991; DIÉGUEZ, 1994).

En último lugar se revisaron y estudiaron los ejemplares ceretanos de las colecciones J. Menéndez Amor, que se encuentran en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (MNCNV); J. F. Villalta, sita en el Museu de Geologia de Barcelona (MGBV); J. Gómez-Alba, ubicada en el mismo centro que la anterior (MGBG-A); Museo del Instituto Tecnológico Geominero de España (MGM); Museu del Seminari de Barcelona (MGSB); Departament de Geologia de la Universitat de Bellà Terra, Barcelona (UBT); y las colecciones particulares de los señores Evaristo Aguilar (CA), Mañé Vila (CMV), Lladó Fuster (CLLF), Manel Llenás (CML) y Josep Querol (CJQ).

Las fotografías de los macrorrestos se han efectuado con una cámara NIKON EL F601M y una película T-MAX 100.

Esta Tesis Doctoral se ha mecanografiado en un ordenador COMPAQ PROLINEA 4/33, mediante el programa para el procesado de textos WORD PERFECT 5.1., imprimiéndose en una impresora HEWLETT PACKARD LASERJET 4.

Algunos de los gráficos aquí presentados se han realizado con el programa HARVARD GRAPHICS versión 3.0.

Los dibujos de las columnas estratigráficas se han llevado a cabo gracias al programa informático ROCKWARE.

Para terminar, siempre que nos hemos encontrado con un término botánico, a nuestro parecer dudoso, se ha utilizado el *Diccionario de Botánica* de P. FONT QUER (1982) y el *Botanical latin* (STEARN, 1983). Del mismo modo, para resolver problemas taxonómicos, se ha consultado el *Código Internacional de Nomenclatura Botánica*, adoptado por el undécimo Congreso Internacional de Botánica (STAFLEU, 1969).

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio es una fosa intramontana con dirección ENE-WSW, que se sitúa en la parte oriental de la Zona Axial pirenaica. Los límites del área coinciden en gran parte con los de la comarca de la Cerdaña, compartida entre el Estado español y el francés, a consecuencia del Tratado de los Pirineos (1659).

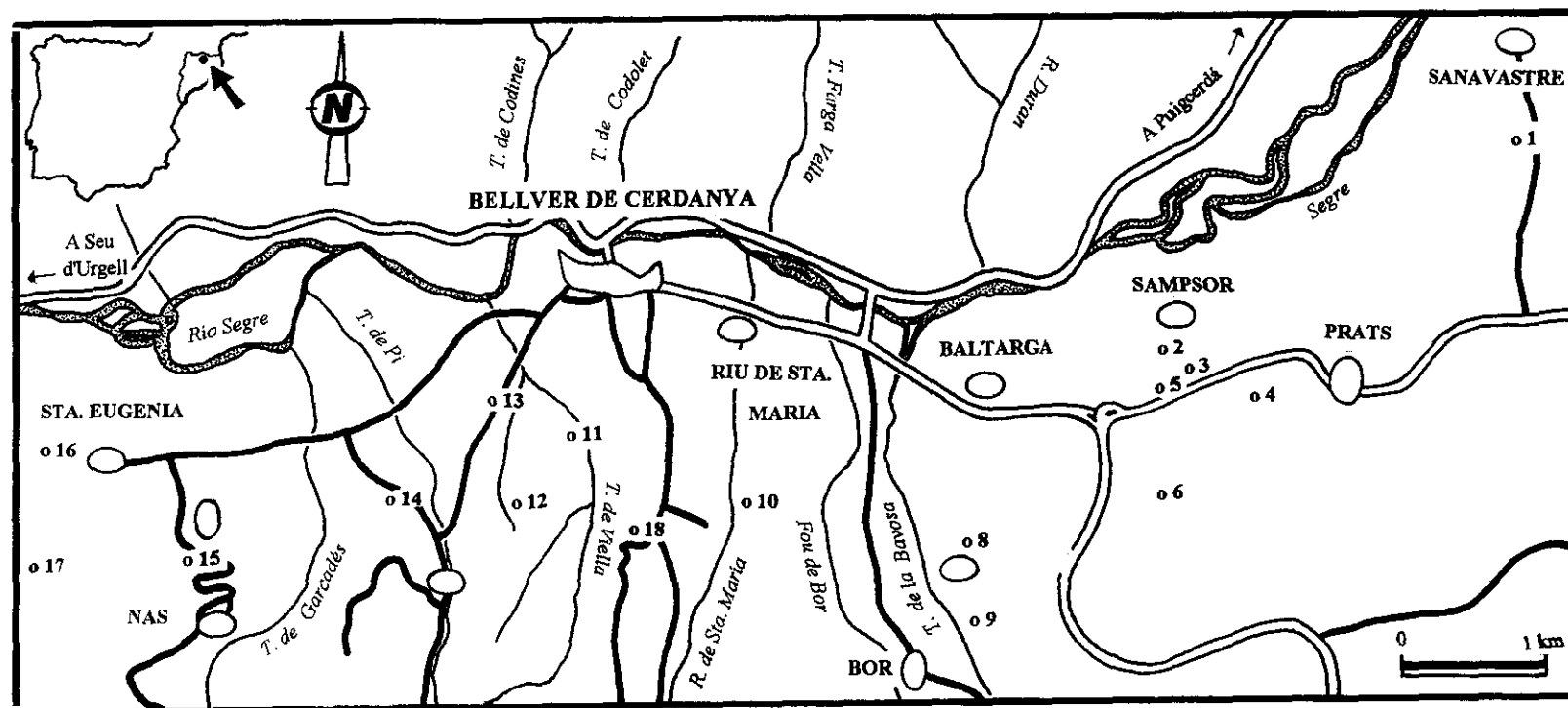
Aunque se han recogido datos de tipo geológico y paleontológico de toda la comarca, en este estudio nos hemos centrado en la parte de la Cerdaña española, que se encuentra administrativamente repartida entre las provincias de Lérida y Gerona.

La depresión ceretana, situada a una altitud de 1.000-1.300 m, se localiza en la parte alta de la cuenca hidrográfica del Segre y está limitada por un conjunto de colinas y altas cumbres que alcanzan, e incluso sobrepasan, los 2.500 m, debiéndose destacar: Puig Pedrós (2.911 m), al N-NE; el Macizo de Carlit (2.921 m), al NE; el Puigmal (2.910 m), al E; la Tosa d'Alp (2.531 m), al SE; la Sierra de Moixeró (2.260 m), al S; y la Sierra del Cadí (2.647 m), al S-SO.

Actualmente, la cuenca de la Cerdaña constituye una llanura alargada de 25-30 km de longitud, por 5-7 km de anchura (CABRERA *et al.*, 1988), cruzada en su parte N por el río Segre (Fig. 1). Presenta una clara asimetría entre los márgenes del S y SE, y el margen N. Los márgenes S y SE son agudos, estando caracterizados por fallas subverticales E-W y NE-SW, que separan la cuenca neógena de las rocas del basamento hercínico. El margen N de la cuenca es irregular y en él se presenta una disconformidad bien conocida entre los materiales neógenos y el basamento, en una larga área que está controlada por fallas E-W (CABRERA *et al.*, 1988).

JULIÁ (1984) dentro de la cuenca diferenció dos cubetas: la de Bellver, con una importante etapa lacustre profunda, y la de Sanavastre, con una fuerte influencia fluvial. Estas dos cubetas se encuentran comunicadas por el desfiladero de Isobol. Los materiales depositados en esta cuenca corresponden fundamentalmente al Neógeno y están constituidos por sedimentos detríticos, con algunos niveles de lignitos que han sido objeto de explotación desde finales del siglo pasado. Estos materiales se encuentran recubiertos parcialmente por importantes depósitos cuaternarios (ROCA, 1986).

Al SO la cuenca se cierra entre Prullans y Martinet. El Segre entra en una serie de desfiladeros desembocando, más adelante, en la cuenca de la Seo de Urgel (ASTRE, 1927).



- | | | |
|------------------------|----------------------------|--|
| 1 Mina de Sanavastre | 7 Camino de Baltarga a Bor | 13 Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi |
| 2 Mina de Sampsor | 8 Beders | 14 Gravera de Pi |
| 3 Vertedero de Sampsor | 9 Torrente de la Bavosa | 15 Oliá |
| 4 Prats | 10 Riu de Sta. Maria | 16 Sta. Eugenia |
| 5 Coll de Saig | 11 Torrente de Vilella | 17 Camino al serrat de Nas |
| 6 San Salvador | 12 Barranco de Salanca | 18 Can Vilella |

Fig. 1 - Situación geográfica de los afloramientos estudiados en este trabajo.

2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Introducción

Durante el Neógeno, en el Pirineo oriental se desarrolló un conjunto de fosas tectónicas asociadas a fallas con orientación NE-SW y E-W (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Según JULIÁ (1984), la Cerdaña constituye la terminación occidental de la falla de la Tet, que presenta una dirección NE-SW hasta la proximidad de la localidad de Riu, mientras que en su tramo más occidental, desde Riu hasta Montellà, está afectado por una falla, posiblemente la continuación NE de la falla del Segre, de dirección E-W.

La falla de la Tet es un complejo sistema de fallas con una historia estructural complicada que presenta asociadas a las fosas neógenas de la Seo de Urgel, la Cerdaña y Conflent. Dichas fosas se originaron durante el Mioceno, como resultado del movimiento dextrógiro de la falla de la Tet (ROCA, 1986; CABRERA et al., 1988).

Según POUS et al. (1986), la Cerdaña se habría formado como consecuencia de un movimiento transtensional a lo largo de las fallas NE-SW. La situación del campo de esfuerzos habría favorecido el movimiento sinistral de las fallas E-W.

El margen N de la cuenca está formado por materiales paleozoicos (pizarras cambro-ordovícicas) y granitoides hercínicos. El margen Sur presenta facies carboníferas y calizas devónicas, mesozoicas y paleógenas, destacando las de la Sierra del Cadí (Fig. 2). El basamento de la cuenca está formado por rocas paleozoicas.

El relleno sedimentario de la fosa está constituido por potentes sucesiones detríticas, incluidas en dos grandes unidades estratigráficas (ROCA, 1986):

- La Unidad Neógena Inferior (Vallesiense medio-superior) formada por la interacción de procesos aluviales y lacustres.
- La Unidad Neógena Superior (post-Vallesiense), constituida exclusivamente por depósitos aluviales.

Estas unidades reflejan episodios tectónicos diferentes y sucesivos; así, la deposición de la Unidad Neógena Inferior vino condicionada por el movimiento dextrógiro de la falla de la Tet, que originó la fosa, mientras que la Superior registra la evolución final de la fosa bajo una situación extensiva generalizada. En ese momento tuvo lugar un basculamiento de unos 15-20° de la fosa hacia el S (zona occidental) o SE (zona oriental) como resultado de un importante movimiento vertical de las fallas más meridionales (ROCA, 1986; ROCA &

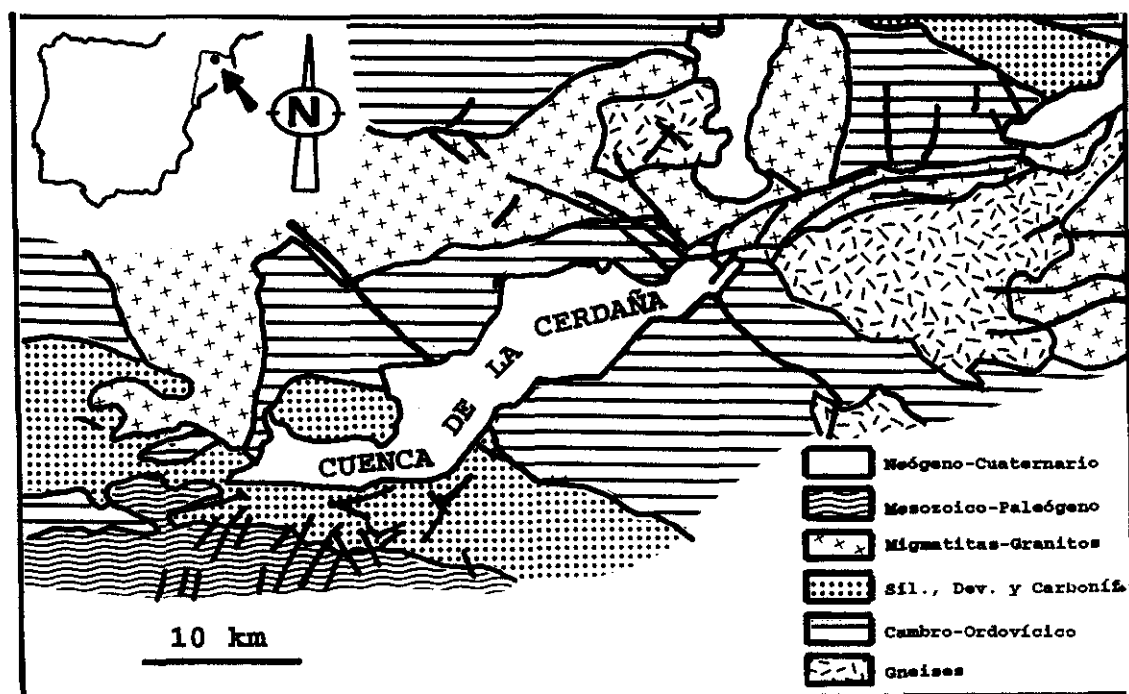


Fig. 2. La Cerdaña en el contexto geológico de los Pirineos Orientales según ROCA (1986).

La relación geométrica entre ambas unidades presenta características variables, dependiendo del desarrollo de las diversas estructuras tectónicas (principalmente pliegues NW-SE, originados por el movimiento dextrógiro de la falla de la Tet), que afectan únicamente a la Unidad Neógena Inferior. Así, el contacto entre ambas unidades puede ser discordante (zonas en las que la Unidad Inferior está plegada) o concordante - paraconforme? - (áreas no plegadas) (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

La edad atribuida a los depósitos neógenos permiten situar la formación de la fosa en el Mioceno, concretamente en el Mioceno Superior (JULIÁ, 1984).

Posteriormente, durante el Cuaternario, la fosa de la Cerdaña registró diversas pulsaciones glaciares reflejadas por la deposición de extensos depósitos de carácter glaciar,

fluvio-glaciar (PANZER, 1932), y fluvial (terrazas) (GOURINARD, 1971), que se disponen discordantes, tanto sobre el zócalo paleozoico como sobre el relleno neógeno de la fosa.

Características estratigráficas:

a) Unidad Neógena Inferior.

Los materiales de esta Unidad presentan una potencia variable, entre 300 y 700 m, y constituyen casi la totalidad de los depósitos neógenos que afloran actualmente en la fosa de la Cerdaña (a excepción del área entre Montellá y Prats, donde aparecen materiales de la Unidad Neógena Superior) (ROCA, 1986).

La sedimentación de esta Unidad, de carácter detrítico, es el resultado de la interacción de procesos aluviales, deltaicos y lacustres. Los depósitos aluviales se localizan en los márgenes de la cuenca, preferentemente asociados a las zonas afectadas por fracturas E-W; los deltaicos y lacustres se encuentran en las áreas centrales y meridionales de la fosa de la Cerdaña (ROCA, 1986).

Según ROCA (1986) y AGUSTÍ & ROCA (1987), a partir de las características litológicas y fosilíferas, dentro de la Unidad Inferior pueden distinguirse dos tipos de asociaciones de facies, que corresponden a diferentes ambientes de sedimentación:

a) Asociaciones de sucesiones terrígenas: corresponden a depósitos aluviales y fluviales cuya composición litológica y características sedimentológicas dependen de la litología del área fuente. Las principales unidades deposicionales diferenciadas son las de Prullans, All, Saneja, Llivia, Sallagosa, Oceja, Riu y Cereja-Ur. Dentro de estas asociaciones se han diferenciado:

a₁) Depósitos de arenas de áreas fuente graníticas, con dominio de las fracciones de tamaño arena, de composición arcósica, procedentes de la erosión de granitoides por procesos de meteorización. Estos depósitos presentan, en las sucesiones más distales, intercalaciones de lutitas grises y lignitos. Las unidades deposicionales de origen granítico son las de Prullans, Saneja y Cereja-Ur.

a₂) Depósitos de áreas fuente esquistosas o carbonáticas, constituidos por depósitos conglomeráticos y lutíticos masivos de color rojo o gris, con intercalaciones de lignitos en las áreas marginales (Estavar, Vilallovent). Las unidades deposicionales de fuente esquistosa son las de All, Sallagosa, Llivia y Oceja; y la de fuente carbonática, es la de Riu.

Estas asociaciones terrígenas se localizan principalmente en el margen septentrional

de la fosa y sus zonas distales, y muestran un gran desarrollo en las zonas centrales y orientales de la Cerdaña.

b) Asociaciones de sucesiones terrígenas finas y diatomitas de origen lacustre, que contienen varios niveles de fosfatos diagenéticos tempranos (anapaíta principalmente) (ROCA *et al.*, 1987) y un variado contenido paleontológico: ostrácodos, insectos, peces, restos vegetales, etc...

Con posterioridad a estos autores, ANADÓN *et al.* (1989) describieron una columna estratigráfica sintética de los materiales de la Cerdaña, estableciendo la siguiente sucesión (Fig. 3):

A - Asociación inferior 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.

B - 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 PO_4Ca y PO_4Fe , o presentan nódulos aislados. Las facies diatomíticas presentan una fina laminación que puede ser relacionada con varvas estacionales de sedimentación.

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

Estas tres asociaciones de facies corresponden a la Unidad Neógena Inferior, apareciendo por encima de ésta la Unidad Neógena Superior compuesta fundamentalmente por conglomerados.

Los materiales correspondientes a la Unidad Neógeno Superior están restringidos a las zonas más meridionales de la fosa de la Cerdaña (área de Bellver), y son interpretados como depósitos lacustres de zonas relativamente profundas.

Los depósitos lacustres de la cuenca de la Cerdaña están formados por arcillas margosas grises con frecuentes pátinas limolíticas. Al O del Serrat de Torroelles estos materiales lutíficos presentan laminación milimétrica y numerosos nódulos y niveles laminares ricos en fosfatos. Se interpretan como depósitos estacionales (varvas). Eventualmente, dentro de esta unidad, se pueden observar depósitos gruesos en láminas centimétricas de carácter grano-decreciente y de gran extensión lateral, que se interpretan como depósitos turbidíticos

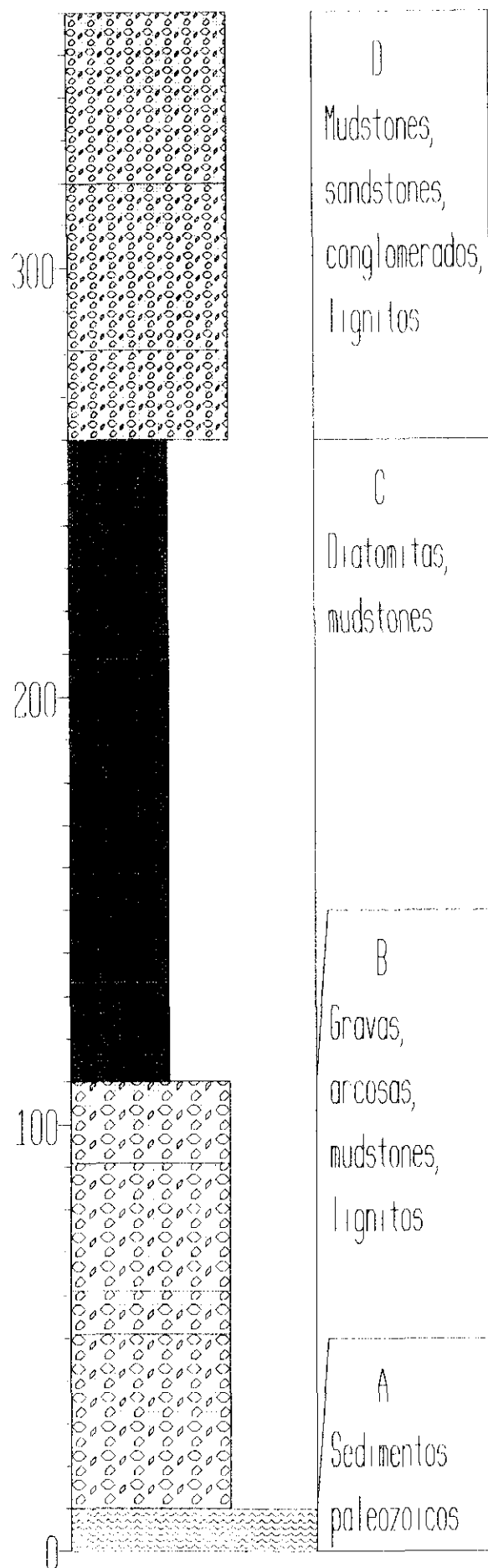


Fig. 3. Columna estratigráfica sintética de la Unidad Neógena Inferior según ANADÓN et al., 1989.

(ROCA, 1986).

A partir del estudio paleontológico y geológico de estos sedimentos y de la existencia de nódulos de anapaíta, diferentes autores han propuesto distintos modelos evolutivos de la cuenca lacustre de la Cerdaña (MARGALEF, 1957; BECH *et al.*, 1981; ROCA, 1986), que se resumirían de la siguiente forma:

- Un primer periodo de condiciones oligomesotróficas, caracterizado por la presencia de las diatomeas *Melosira islandica* O. M. ssp. *helvetica* Müller y *M. distans* (Ehrenb.) Kuetz. El carácter oligomesotrófico del lago daría lugar a condiciones anaeróbicas en el fondo y a una posible estratificación de aguas. Estos hechos, junto con el índice bajo de carbonatos de las aguas (marcado por la ausencia de *M. arenaria* Moore, favorecería la acumulación de fosfatos).

- Un periodo posterior de eutrofización, con una disminución de la profundidad del lago y un aumento de la proporción de carbonato cálcico en las aguas (presencia de *M. arenaria*). Estas aguas por infiltración reaccionarían con los fosfatos, dando lugar a la formación de anapaíta (BECH *et al.*, 1981).

Como ya hemos apuntado anteriormente, en la fosa de la Cerdaña se han diferenciado dos cubetas: la de la Cerdaña (o Sanavastre) y la de Bellver. La cubeta de la Cerdaña, fuertemente subsidente, presenta una gran influencia detrítica donde los sedimentos se depositarían, distalmente, en una cuenca lacustre somera. La cubeta de Bellver, menos subsidente, está caracterizada por el desarrollo de una importante etapa lacustre profunda. El límite entre ambas cubetas se sitúa en el alto de Sampsor-Prats-Serrat de Torroelles, formado un campo de fallas de dirección E-W (ROCA, 1986).

Las subunidades deposicionales aluviales se interpretan como diversos conos de deyección, que se situarían esencialmente, en el margen septentrional de la cuenca, (a excepción hecha de los conos de Riu y Oveja). Estos conos se habrían generado por corrientes más o menos canalizadas, en el marco de un clima templado, ligeramente húmedo que permitió el desarrollo de una importante cubierta vegetal.

La zona lacustre de la cubeta de la Cerdaña está marcada por su carácter poco profundo (MARGALEF, 1957) y por la fuerte influencia detrítica (principalmente del cono de Saneja) que dio lugar a la sedimentación, en el fondo del lago, de depósitos de geometría tabular, interpretados como turbiditas (ROCA, 1986). Dentro de estos ambientes se formarían potentes niveles de lignitos que pueden interpretarse como autóctonos, con fuerte influencia

detrítica, o como hipoautóctonos, es decir sedimentados en los periodos de entrada de aguas de bajo flujo procedentes de los conos marginales (ROCA, 1986).

La zona lacustre de la cubeta de Bellver, sin embargo, estaría formada por una potente lámina de agua (MARGALEF, 1957; BECH et al., 1981), que no habría permitido la estratificación de ésta. El lago en este área recibiría únicamente aportes detríticos del cono de Prullans, pues la evolución de las fallas de orientación E-W del sector Sampsor-Grus, hizo que esta zona actuara como una trampa sedimentológica de los materiales detríticos procedentes de los conos aluviales de la cubeta de la Cerdaña.

Desde el punto de vista de análisis secuencial, en la Unidad Neógena Inferior se pueden diferenciar dos megasecuencias de rango superior:

-En la inferior se han reconocido depósitos aluviales de carácter granodecreciente, mientras que el carácter granocreciente sólo se ha registrado en sondeos eléctricos y mecánicos realizados en la cuenca (POUS et al., 1981).

-La parte superior de la Unidad Neógena Inferior se encuentra formada por una megasecuencia granocreciente (ROCA, 1986).

Desde un punto de vista paleontológico, en la Unidad Neógena Inferior se han reconocido un elevado número de afloramientos con mamíferos fósiles que han permitido datar esta Unidad como Vallesiense. Éstas se sitúan, principalmente, en antiguas explotaciones de lignitos correspondientes a zonas marginales de los diferentes conos de deyección (Llivia, Estavar, Santa Eugenia, Bellver ?) y/o a depósitos fluvio-deltáicos del centro de la cuenca (Sanavastre, Alp, Das, Prats y Sampsor) (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Los primeros datos sobre restos de macrovertebrados fueron publicados por RÉROLLE (1884-1885), quien citó los restos de un ejemplar de *Felis* sp. en Estavar, e *Hipparion* sp. en Prats. Más adelante, DEPÉRET & RÉROLLE (1885) describen un conjunto de restos esqueléticos que asignan a las siguientes especies:

Sus major P. Gervais - encontrado en los lignitos de la cuenca de Bellver.

Hipparion gracile Kaup - lignitos de Prats.

Castor (Chalicomys) jaegeri Kaup - lignitos de Estavar.

Amphicyon major Lartet var. *pyrenaicus* Depéret & Rérolle - lignitos de Estavar.

?*Ictitherium* sp. - lignitos de Estavar.

Mastodon sp. - lignitos de Estavar.

ALMERA & BOFILL (1887, 1889), añaden el hallazgo de *Deinotherium bavaricum*

y *Mastodon angustidens* en la mina de Estavar. Posteriormente, en esta mina se colectó un mayor número de restos de mamíferos (VILLALTA & CRUSAFONT, 1947). Tras su clausura, se realizaron varias revisiones del material paleontológico (GOLPE-POSSE, 1979, 1981; AGUSTÍ & ROCA, 1987), concluyéndose la siguiente lista taxonómica: *Chalicomys jaegeri* (Kaup), *Amphicyon major pyrenaicus* Depéret & Rérolle, *Progenetta* sp., *Chalicotherium grande* (Lartet), *Dicerorhinus scheleiermarcheri* Kaup, *Tetralophodon longirostris* (Kaup) y *Deinotherium* aff. *laevius* Jourd. (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Según estos últimos autores, la presencia de *Dicerorhinus scheleiermarcheri* permite la adscripción de Estavar al Vallesiense. Esta especie aparece en el Vallesiense inferior en el Vallès-Penedès extendiéndose hasta el Turolense superior. El límite superior de los materiales de Estavar viene acotado por la presencia de *Amphicyon* y *Chalicotherium grande*, que en Cataluña no sobrepasan el Vallesiense superior. Así pues, la localidad de Estavar debe ser adscrita al Vallesiense sin que pueda especificarse su carácter superior o inferior (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Desgraciadamente, esta localidad no ha podido ser estudiada desde un punto de vista paleobotánico, ya que la explotación de sus minas de lignito decayó al terminar la Primera Guerra Mundial, terminando en los primeros años de la década de 1920 (GÓMEZ-ALBA, 1992). En la actualidad, la antigua mina de Estavar se encuentra cubierta por prados y tierras de labor.

En las localidades de Sanavastre, Prats y Sampsor, Santa Eugenia y Llivia también han aparecido restos macroscópicos de vertebrados típicos del Vallesiense. Por ejemplo, fragmentos esqueléticos de *Hipparium primigenium catalaunicum* Pirlot, han sido hallados en Sanavastre, Prats y Sampsor.

GOLPE-POSSE (1981) atribuye el material descrito por DEPÉRET & RÉROLLE (1885) como *Sus major*, a la especie *Microstonyx antiquus* Kaup, que permite datar los materiales de la localidad de Santa Eugenia como Vallesiense superior. En Llivia, la presencia de *Euprox dicraniocerus* dataría esta localidad como Vallesiense inferior (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

En resumen, aunque no se han realizado estudios de micromamíferos en la Unidad Neógeno Inferior de la Cerdaña los fósiles de macromamíferos parecen indicar una edad Vallesiense.

b) Unidad Neógena Superior

Los materiales de esta Unidad sólo afloran claramente en el margen meridional y en la parte oriental de la cubeta de Bellver. Su potencia es bastante constante, siendo de aproximadamente 200 m (ROCA, 1986).

Las secuencias de esta Unidad están formadas esencialmente por conglomerados, brechas y lutitas rojas, que lateralmente y hacia el centro de la cuenca pasan a lutitas grises con intercalaciones conglomeráticas y algún nivel de lignitos. Los clastos de las facies conglomeráticas muestran una composición litológica esencialmente carbonática, a diferencia de la Unidad Neógena Inferior. Este cambio litológico viene condicionado porque el área fuente de estos sedimentos terrígenos se sitúa en el margen meridional de la fosa, constituido principalmente por rocas carbonatadas del Devónico, Mesozoico y Paleógeno (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Del estudio sedimentológico realizado por ROCA (1986), se deduce que la Unidad Neógena Superior se depositó en un sistema de conos aluviales adosado a las fallas E-W que limitan al S la fosa de la Cerdaña. A partir de la distribución de las facies, las paleocorrientes, la composición de los clastos, así como la existencia de discordancias internas progresivas, se deduce que la evolución de dichos conos estuvo esencialmente controlada por el movimiento normal de las fallas meridionales de la fosa (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Esta Unidad presenta una secuencia granodecreciente que constituye la colmatación final de la cuenca de la Cerdaña (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Hasta el momento, sólo se ha mencionado en esta Unidad una localidad fosilífera (Can Vilella), que se encuentra cerca de la base de la Unidad. Según AGUSTÍ & ROCA (1987), en este afloramiento se han obtenido restos de micromamíferos pertenecientes a los siguientes taxones:

Soricidae indet.

Apodemus gudrunae Van der Weerd

Kowalskia sp.

Epimeriones aff. *austriacus* Daxner-Höck

Sminthozapus janossy Sulimsky

Muscardinus aff. *vireti* Mein & Hugueney

Prolagus michauxi López

La situación de Can Vilella en el marco biostratigráfico de Europa puede ser

establecida de acuerdo con la presencia de *Apodemus gudrunae*, que permite la adscripción del yacimiento al Turoliense superior, zona MN 13 (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

2.3. LOCALIDADES ESTUDIADAS

Historicamente el primer autores que habló de afloramientos en donde se colectaban fósiles vegetales fue RÉROLLE (1884-1885), quien sin embargo no llegó a ubicarlos en su trabajo. Más adelante, VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y SOLÉ & LLOPIS (1947) hablaron de doce afloramientos parece que todos ellos localizados en la cubeta de Bellver. Los de la cubeta de la Cedaña no fueron estudiados desde un punto de vista paleobotánico hasta 1957, que fue cuando JELSGERMA realizó los primeros análisis polínicos de los lignitos de las minas a cielo abierto de Sampsor y Estavar.

En este trabajo se han estudiado 18 localidades (Fig. 1), algunas de ellas han sido fijadas gracias a la colaboración de GÓMEZ-ALBA (1990, comunicación personal). Los afloramientos en los que hemos obtenido material fósil se encuentran ubicados bien en torrentes, barrancos, minas a cielo abierto o en "cortes" debidos a obras civiles, carreteras o túneles. La mayoría de ellos se encuentran en la cubeta de Bellver, pertenecen a la Unidad Neógena Inferior y corresponden a facies profundas del antiguo lago. Siguiendo una dirección de E a O, los afloramientos que de este grupo son: Prats, Coll de Saig, San Salvador, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de la Bavosa, Riu de Santa Maria, torrente de Vilella, barranco de Salanca, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y Santa Eugenia.

En el conjunto de la Unidad Neógena Inferior también se han estudiado un conjunto de afloramientos correspondientes a facies de abanicos aluviales, algunos de ellos se encuentran en la cubeta de la Cerdaña (mina de sanavastre, mina de Sampsor y vertedero de Sampsor), mientras que otros se ubican en la de Bellver (gravera de Pi, Oliá y camino al Serrat de Nas).

Por último hemos realizado un estudio palinológico de los materiales del afloramiento de Can Vilella que se encuentra en la cubeta de Bellver y es el único encontrado que pertenece a la Unidad Neógena Superior.

A continuación vamos a realizar una pequeña descripción de cada localidad estudiada ubicándola en el contexto geográfico de la Cerdaña:

-Afloramientos correspondientes a facies de abanicos aluviales:

1) mina de Sanavastre (mina Mercedes): mina de lignito a cielo abierto que se encuentra unos 600 m al S de la localidad de Sanavastre (provincia de Gerona). Latitud: 42° 22' 50"N. Longitud: 1° 51' 2"O. La columna estratigráfica de esta mina está constituida por una alternancia de lignitos, lutitas y arenas (Fig. 73, pág. 409).

2) mina de Sampsor (mina Malla): mina de lignito a cielo abierto que se encuentra a unos 450 m al SE de la localidad de Sampsor (provincia de Lérida). Latitud: 42° 22' 7"N. Longitud: 1° 49' 1"O. Los materiales de esta mina son una alternancia de lignitos, lutitas y arenas (Fig. 78, pág. 437).

3) vertedero de Sampsor: se encuentra ubicado en un vertedero unos 300 m al S de Sampsor (provincia de Lérida). Latitud: 42° 22' 0"N. Longitud: 1° 49' 20"O. Los materiales de este yacimiento son una mezcla caótica de arcillas, arenas y lignitos de unos 2 m de altura. En la actualidad este afloramiento ha sido cubierto por escombros y basura.

4) gravera de Pi: situada en el margen izquierdo del camino que va de Pi hacia Santa Eugenia, en esta dirección. Latitud: 42° 21' 48"N. Longitud: 1° 45' 52"O. Se trata de una potencia de arenas y conglomerados de unos 15 m de altura en donde se observan a distintos niveles dos bandas de arcillas intercaladas (una de ellas a nivel del suelo y la otra a 2 m de la base) de unos 60 cm de potencia cada una. Es reseñable la existencia de una banda de hollín entre los conglomerados, que parece indicar la existencia de paleoincendios en la zona.

5) Oliá: hemos estudiado dos afloramientos localizados en la carretera de Oliá a Nas. Ambos se encuentran en la cuneta derecha, unos 50 m antes de la bifurcación a Oliá, según se viene desde la carretera que va en dirección a Santa Eugenia. Latitud: 42° 21' 23"N. Longitud: 1° 44' 38"O. El primero de ellos, denominado "Oliá 1", se halla en un curva y se trata de un nivel de arcillas varvadas de unos 25-30 cm de espesor. Es destacable la presencia de restos de conchas de moluscos en este afloramiento.

El segundo se encuentra a unos 15 m del primero siguiendo la carretera hacia Oliá. Presenta una formación de arenas de hasta 3,5 m de altura y a techo de éstas una capa de arcillas amarillentas, varvadas, de unos 50 cm de potencia. Este afloramiento se nombró como "Oliá 2".

6) camino al Serrat de Nas: se trata de un conjunto de afloramientos que se encuentran en el camino que se inicia unos 25 m antes de llegar a la aldea de Santa Eugenia, y conduce

hacia la parte más occidental del Serrat de Nas y, posteriormente, sigue el curso del río Ridolaina. Los afloramientos, en concreto, se ubican a unos 500 m de Santa Eugenia, en la cuneta izquierda de este camino, después de la desviación que conduce a Can Quelet. Latitud: 42° 21' 28"N. Longitud: 1° 43' 39"O. Estos afloramientos están compuesto por depósitos aluviales.

El primero de ellos se encuentra formado por lentejones de lignitos que no siguen una estratificación clara. El segundo, distanciado unos 25 m del primero en dirección al Serrat de Nas, está compuesto por un nivel de arenas de unos 2 m de potencia que se encuentra por encima de una capa de lutitas. El tercer yacimiento a unos 30 m del segundo siguiendo el camino hacia el Serrat de Nas, se encuentra formado por una potencia de unos 4 m de arenas con un nivel de arcillas de color gris.

7) Can Vilella: está ubicado en un barranco a unos 300 m al SE de Can Vilella (municipio de Bellver de Cerdanya, Lérida). Latitud: 42° 21' 25" N. Longitud: 1° 46' 48" O. Según AGUSTÍ & ROCA (1987) este yacimiento formaría parte de la Unidad Neógena Superior, habiéndose datado, por los mismo autores, en base a micromamíferos como correspondiente al Turoliense superior. Se trata de una alternancia de lutitas de color gris y rojo con niveles de lignitos y de conglomerados intercalados (Fig. 89, pág. 482).

- Afloramientos correspondientes a facies lacustres profundas:

1) Prats: se trata de un conjunto de tres afloramientos que aparecen a ras de suelo y se encuentran separados unos 5 m entre ellos. Han sido originados por procesos erosivos pluviales, y están situados en las laderas de un cerro unos 200 m al noroeste de la ermita de San Salvador. Latitud: 42° 22' 2"N. Longitud: 1° 49' 56"O. Estos yacimientos se hallan constituidos por arcillas varvadas de color amarillento.

2) Coll de Saig: se encuentra en el margen izquierdo de la carretera de Bellver de Cerdanya a Prats (carretera comarcal 1.411), en esta dirección. Latitud: 42° 22' 2"N. Longitud: 1° 49' 20"O. Este afloramiento presenta 2-1,5 m de potencia, estando constituido por arcillas varvadas amarillentas y anaranjadas.

3) San Salvador: está situado en las laderas de una colina situada unos 300 m al O de la ermita de San Salvador. Latitud: 42° 21' 41"N. Longitud: 1° 49' 31"O. Presenta ≈1,5 m de potencia, y está constituido por arcillas varvadas amarillentas. Es destacable la gran cantidad de valvas de ostrácodos que aparecen en este yacimiento.

4) camino de Balltarga a Bor: se encuentra en el margen izquierdo del camino de Balltarga a Bor, en esta dirección, pasando unos 100 m la desviación a Beders. Latitud: 42° 21' 31"N. Longitud: 1° 48' 49"O. Este afloramiento está constituido por unos 2 m de potencia de arcillas varvadas amarillentas en diversos tonos. Es reseñable la presencia de nódulos que llegan a tener hasta 30 cm de diámetro.

Pudiera ser que este afloramiento fuera clásico, denominado "Badés" por distintos autores como VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), ya que lo ubican en este mismo camino. No obstante, al no dar las coordenadas exactas, y al haber observado en nuestras campañas de campo que existen otros puntos en la cuneta de este camino en donde afloran arcillas semejantes a las del resto de los yacimientos ceretanos, creemos posible que "Badés" no se corresponda con este yacimiento, y que el afloramiento antiguo no exista en la actualidad al haber sido cubierto por la vegetación.

5) Beders: se encuentra dentro de la misma localidad de Beders, en una cuneta del camino de circunvalación de la Urbanización Verde Sol. Latitud: 42° 21' 48"N. Longitud: 1° 49' 7"O. Se trata de una sucesión de arcillas varvadas de color amarillento que alcanza aproximadamente dos metros de potencia. Hacia el techo del afloramiento hay un nivel de color rojizo donde se localizan gran cantidad de nódulos de fosfato que no llegan a tener más 4 mm de diámetro.

6) torrente de la Bavosa: ubicado en los márgenes del mencionado torrente. Latitud: 42° 21' 4"N. Longitud: 1° 48' 22"O. Se trata de una sucesión de arcillas de color amarillento en diferentes tonos dado su carácter varvado, que alcanza hasta tres metros de altura. Es usual la presencia de nódulos de hasta 30 cm de diámetro.

7) Riu de Santa María: localizado en los márgenes del torrente denominado Riu de Santa María al S de la aldea del mismo nombre, un kilómetro al E de Bellver de Cerdanya. Latitud: 42° 21' 50"N. Longitud: 1° 47' 15"O. Se trata de una sucesión de arcillas varvadas de color marrón claro, que alcanza unos tres metros de altura.

8) torrente de Vilella: situado en los barrancos que ha erosionado el curso de este torrente, a unos 300 m al SE de la Font del Talló. Latitud: 42° 21' 59"N. Longitud: 1° 48' 18"O. Este afloramiento presenta unos 2 m de potencia, estando constituido por alternancias de arcillas varvadas grises y anaranjadas. Es destacable la aparición de gran cantidad de valvas de ostrácodos en sus sedimentos.

9) barranco de Salanca: se trata de un conjunto de afloramientos situados en el

barranco del mismo nombre. Latitud: 42° 21' 58"N. Longitud: 1° 46' 2"O. El más grande presenta unos 3,5 m de potencia, estando constituido de una forma alternante por arcillas varvadas amarillentas y anaranjadas. El resto de los afloramientos son pequeños derrumbamientos en las laderas del barranco. Es destacable la presencia de nódulos y de gran cantidad de anapaíta.

10) carretera de Bellver de Cerdanya a Pi: se trata de dos afloramientos de arcillas varvadas que se encuentran en las cunetas, a ambos lados de la carretera que conduce de la localidad de Bellver de Cerdanya a la de Pi. Latitud: 42° 21' 43"N. Longitud: 1° 45' 1"O. La situación de los dos puntos estudiados es la siguiente:

1- En el margen izquierdo de la carretera según se va hacia Pi, a la entrada del camino de la Font de Talló. En la actualidad este yacimiento no existe, ya que está sepultado debido al hundimiento de su parte superior. Se trataba de un paquete de arcillas varvadas amarillentas de 0,5 m. Es destacable el gran número de diatomeas que presentan sus sedimentos.

2- El segundo afloramiento estudiado se localiza en el margen derecho de la carretera según se va hacia Pi, distanciado unos veinte metros del afloramiento anterior en dirección a Bellver de Cerdanya. Las arcillas tienen una potencia de alrededor de un metro, son menos amarillentas, seguramente debido a su mayor proporción en materia orgánica, y se encuentran varvadas.

11) Santa Eugenia: se encuentra situado en el margen izquierdo del camino que va desde Santa Eugenia a Can Quelet, a unos 50 m de Santa Eugenia. Latitud: 42° 21' 55"N. Longitud: 1° 43' 52"O. Se trata de una potencia de arcillas amarillentas de hasta 2 m de altura. Este afloramiento no es el descrito bajo el mismo nombre por CARAZO & VILORIA (1946), ya que se encontraba ubicado en otro lugar también cercano a esta aldea.

3. TAXONOMÍA

3.1. NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN

MICRORRESTOS

Caracteres polínicos y terminología adoptada

El término palinomorfo (del griego *palinos*, polen, y *morfé*, forma) define un cuerpo microscópico con pared orgánica resistente encontrado en residuos palinológicos de maceración. Dentro de este concepto se incluyen granos de polen, esporas de muchos tipos, acritarcos, tecas y cistes de dinoflagelados, ciertas colonias de algas, escolecodontos, quitinozoos y otros microfósiles insolubles en ácidos (TRAVERSE, 1988).

Las preparaciones que nosotros hemos realizado han proporcionado no sólo granos de polen y esporas de helechos y briófitos, sino también cistes de dinoflagelados de agua dulce, esporas de distintos tipos de hongos y restos de algas clorofíceas. Sin embargo, hemos acotado el estudio micropaleontológico de esta Tesis al grupo de lo que algunos autores denominan "esporomorfos", es decir al conjunto de granos de polen y esporas, y dentro de éstas a los de criptógamas vasculares y briófitos.

Las esporas que se describen en este trabajo se formaron en las cápsulas de cierto tipo de hepáticas y en los esporangios de algunas especies de lycopodios y helechos. En algunas ocasiones éstas se dispersan en tétrades, como en el caso de Osmundaceae.

El polen aquí estudiado se originó en el tejido esporógeno de los sacos polínicos de gimnospermas y angiospermas por división meiótica de las células madres de granos polínicos. De esta manera, el polen se produce en tétrades, salvo en algunos grupos como Cyperaceae, en que cada célula diploide origina por meiosis un sólo grano de polen, ya que degeneran tres de los cuatro núcleos haploides producidos. Una vez formados las esporas y los granos de polen, normalmente se liberan por separado (monadas), aunque a veces se dispersa la tétrade entera (p.e Ericaceae) o incluso el saco polínico, formando polinios (p.e., Orchidaceae).

Los palinomorfos, pólenes y esporas, se han determinado en base a sus caracteres morfológicos. Éstos se han observado con microscopios óptico (M. O.) y electrónico de barrido (M. E. B.), y se han descrito teniendo en cuenta caracteres tales como: polaridad, simetría, forma, tamaño, esporodermis, ornamentación de la superficie y aberturas. La nomenclatura seguida ha sido la que se utiliza en los textos palinológicos: WODEHAUSE

(1965), WALKER & DOYLE (1975), SÁENZ DE RIVAS (1978), ERDTMAN (1986), TRAVERSE (1988), FAEGRI & IVERSEN (1989) y MOORE et al. (1991). A continuación, se exponen brevemente los caracteres anteriormente mencionados:

a) Polaridad:

La formación de tétrades meióticas determina en los palinomorfos una polaridad. De esta manera, cada grano de polen presenta un área proximal que corresponde a la zona más cercana al centro de la tétrade y una distal que corresponde al lado opuesto. Si se traza un eje imaginario desde el centro del polo proximal al opuesto o distal, se obtiene el llamado eje polar (P) o eje de simetría de la elipse a la cual se asimila el grano de polen para su descripción. La línea perpendicular a dicho eje polar es denominada ecuador o eje ecuatorial (E) y atraviesa el grano de polen por su parte media.

b) Simetría:

Se llama grano de polen simétrico al que tiene al menos un plano de simetría. En caso contrario se le denomina asimétrico, lo cual es poco frecuente. A un grano de polen simétrico el plano ecuatorial de simetría lo puede dividir en dos partes iguales si se trata de polen isopolar, o en distintas, en el caso de un polen heteropolar.

Dentro de los granos isopolares, es decir, con un plano de simetría horizontal, si además hay otros dos o más planos de simetría verticales y los ejes ecuatoriales son de la misma longitud, estamos ante una simetría isopolar radial. Si los ejes ecuatoriales son de diferente longitud, la simetría es isopolar bilateral. A su vez, los granos heteropolares, es decir, sin plano de simetría horizontal, pueden ser radiales o bilaterales.

c) Forma:

El polen radialmente simétrico se considera un elipsoide, cuyo eje de rotación es el eje polar. Si éste es de la misma longitud que el diámetro ecuatorial, el grano se denomina esferoidal. Si es dos veces el diámetro ecuatorial, el grano se denomina perprolato, con una serie de etapas intermedias según las magnitudes relativas del eje polar (P) y el diámetro ecuatorial (E): prolato-esferoidal ($P/E = 1,14-1,00$); subprolato ($P/E = 1,14-1,33$); prolato ($P/E = 2-1,33$); perprolato ($P/E = 2$). Existe a su vez toda una gradación desde el esferoidal ($P/E = 1$) hasta el peroblato, grano de polen que presenta una razón eje polar-diámetro ecuatorial menor de 0,5 ($P/E = 0,50$); oblato-esferoidal ($P/E = 1,00-0,88$); suboblato ($P/E = 0,88-0,75$); oblato ($P/E = 0,75-0,50$).

Las coníferas exhiben granos de polen bisacados y su forma, por lo tanto, difiere de

la descrita. Por esta razón, se ha seguido para su descripción el esquema propuesto por SIVAK (1975). Para géneros como *Cathaya* Chun & Kuang y *Tsuga* Carr., que presentan modificado el esquema bisacado básico, se han tenido en cuenta las apreciaciones realizadas por SIVAK (1973, 1976).

d) Esporodermis:

La cubierta que rodea y protege a la espora se denomina esporodermis. Este término se aplica también al polen. La esporodermis está constituida a su vez por dos paredes: la intina, de carácter celulósico que limita con la célula polínica y la exina, que rodea a la intina.

El compuesto químico fundamental de la exina se denomina esporopolenina, y se forma por polimerización oxidativa de carotenos y ésteres de carotenos en proporciones variables. La exina consta de dos capas llamadas de la parte interna a la externa, endexina y ectexina que se diferencian químicamente, ya que la primera posee un alto contenido en ligninas mientras que la segunda únicamente posee en su composición esporopolenina. Sin embargo, ERDTMAN (1986) prefirió distinguir dentro de la exina dos capas diferenciables sólo morfológicamente: nexina (interna) y sexina (externa).

Atendiendo a la división de la exina por capas diferenciadas químicamente, la endexina es lisa y homogénea. La ectexina no sólo se diferencia por su composición química de la endexina, sino también morfológicamente, ya que se puede dividir en tres estratos en el caso más completo:

-Téctum: estrato que limita externamente a la exina. Si está presente, el polen se llama tectado; si carece de él, se denomina intectado. En el caso del polen tectado, si se encuentra horadado por minúsculos poros se llama perforado, e imperforado en el caso contrario. Cuando las perforaciones se agrandan formando pequeñas incisiones de un diámetro mayor de 1 μm , el polen se llama foveolado o escrobiculado. Los granos reticulados son aquellos en los que el diámetro de las perforaciones del téctum es mayor que las anchuras que las separan. Los palinomorfos semitectados presentan téctum, pero éste es incompleto o parcial. Si el téctum forma unas crestas o protuberancias más o menos irregulares, como en Ulmaceae, se aplica para el polen el término ondulotectado o cerebriforme. El polen fenestrado, común en Asteraceae, presenta un téctum perforado que se dispone en bandas poligonales alrededor de unas lagunas o fenestras que se sitúan simétricamente sobre la superficie del grano. Cuando alrededor de ellas existen unas crestas superficiales, el polen es lofado.

-Infratéctum: se forma por debajo del téctum y está constituido por unos bastoncillos

denominados báculos o columelas. Cuando el polen es intectado, estos báculos están rematados por unos ensanchamientos o cabezuelas.

-Base: forma una banda lisa al pie de los báculos. Este estrato se confunde morfológicamente con la endexina.

e) Elementos esculturales:

El tectum presenta frecuentemente un relieve superficial debido a los denominados elementos esculturales que adoptan distintas formas y cuyo eje mayor generalmente no sobrepasa las 5 μm de longitud. Cuando el polen no presenta este relieve, se denomina psilado. En el caso de que la superficie sea áspera, pero el relieve tenga una proyección menor de 1 μm , el polen se llama escábrido.

Los principales elementos esculturales son:

- Gránulos (polen granuloso): elemento escultural isodiamétrico no puntiagudo.
- Gema (polen gemado): elemento escultural no puntiagudo, cuya anchura es igual o menor que la altura. La base está constreñida.
- Pilo (polen pilato): elemento escultural con forma de clavo no puntiagudo.
- Verruga (polen verrugoso): elemento escultural no puntiagudo sin la base constreñida y anchura igual o mayor que la altura.
- Clava (polen clavado): elemento escultural no puntiagudo con forma de maza.
- Báculo (polen baculado): elemento escultural no puntiagudo con forma de bastón.
- Espina (polen equinado o espinoso): elemento escultural puntiagudo cuya altura es mayor que la anchura. Cuando la espina no sobrepasa las 3 μm de longitud se llama espínula, y el polen, equinulado o espinuloso.

El relieve o escultura se puede disponer de forma reticulada, estriada, rugulada o insulada.

f) Sistema apertural:

Se conocen con el nombre de aberturas las áreas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina, a cuyo través generalmente, aunque no siempre, pasa el contenido celular en la germinación del grano de polen (SÁENZ DE RIVAS, 1978).

La abertura tiene dos funciones: punto de salida para la germinación del tubo polínico y harmomégata (en palinografía, orgánulo o mecanismo destinado a acomodar la exina semirrígida a los cambios de volumen). En un mismo grano o espóra, coexisten las aberturas

germinales con otras cuya función es sólo harmoméga.

Se llama ectoabertura a la abertura de la ectexina y endoabertura a la de la endexina. Independientemente de si la membrana apertural es de ectexina o de endexina, cuando la abertura es de forma alargada, de longitud doble que la anchura, se denomina **colpo** y si es redondeada **poro**. Cuando una abertura está compuesta por ambas formas, colpo y poro, se llama colporada. Se denomina **sulco** a la apertura en la cara distal que encierra el polo distal en su centro. La parte interna de una abertura compuesta se denomina os (en plural ora) cuando es redondeada, mientras que si adopta una forma más alargada se denomina colpo transversal.

A veces hay sobre la abertura una zona de ectexina engrosada, a modo de tapadera, que se denomina opérculo. Si la ectexina que bordea la abertura tiene forma de poro, se denomina anillo, y si rodea a un colpo su nombre es margen. Los engrosamientos de la endexinas a lo largo de los colpos, se denominan costae o costillas. Ciertos granos de polen presentan en la abertura una especie de cámara que la separa del resto del grano y se llaman por ello vestibulados, como en *Betula* L.

El área que bordea a un colpo se denomina mesocolpio, y el que bordea a un poro mesoporio. Las zonas polares donde no aparecen aberturas se denominan apocolpios si las aberturas son en forma de colpo y apoporios si las aberturas son en forma de poro. Es sincolpado el polen que presenta los colpos unidos en uno o ambos polos.

Los granos que en vista polar presentan un contorno más o menos triangular se denominan angulaperturados, si tienen las aberturas situadas en los vértices del triángulo y planaperturados si las presentan en los lados. Se denominan sinaperturados cuando las aberturas están en los lados del polen de sección cóncava. Fosaperturados es la denominación que se da a los granos de polen en los que las aberturas se sitúan en las concavidades que dejan entre sí los lados del triángulo convexo en vista polar.

Las esporas de briófitos y pteridófitos poseen la estructura de la pared celular muy diferente a la de las angiospermas y gimnospermas. Como no hay división entre sexina y nexina las aberturas no se pueden asignar ni a colpo ni a poro. Las aberturas de las esporas se disponen siempre en la zona proximal. Algunas esporas tienen una abertura larga (esporas monoletas), mientras que otras tienen una abertura con tres ramas en forma de Y (esporas triletas).

MACRORRESTOS

Caracteres foliares y terminología adoptada

Los restos foliares referentes a pteridófitos, gimnospermas y angiospermas se han estudiado teniendo en cuenta sus características morfológicas, anatómicas y funcionales, según lo reflejado por DICKINSON (1975), ESAU (1976), YOUNG (1982) y FAHN (1985).

Con respecto a los pteridófitos, hemos usado la nomenclatura que BOUREAU (1975) utiliza para la descripción de frondes carboníferos, ya que nos parece la más completa.

Los restos foliares de gimnospermas son posiblemente más escasos que los de angiospermas, y para su descripción hemos tenido en cuenta estudios botánicos más amplios como pueden ser los de GAUSSEN (1959, 1960, 1964, 1966) y CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE (1979). Únicamente se han detectado hojas aciculares y escamosas.

Hemos analizado la estructura general de los restos foliares de angiospermas tomando en consideración las normativas presentadas por MOUTON (1967), posteriormente actualizadas por VICENTE I CASTELLS (1989), y muy especialmente las expuestas por HICKEY (1973), DILCHER (1974), MELVILLE (1976) y STEARN (1983). Estos autores desglosan el estudio morfológico de las hojas en cuatro partes fundamentales, considerando a los foliolos de las hojas compuestas como si fueran hojas enteras:

a) El pecíolo, teniendo en cuenta su longitud, su forma (si es recto o se encuentra recurvado) y la presencia o ausencia de glándulas en éste.

b) La forma del limbo que puede ser de cuatro tipos fundamentales:

b-1) Oblonga, si el limbo presenta sus márgenes paralelos entre sí, salvo como es natural en el ápice y la base.

b-2) Elíptica, si el limbo de la hoja tiene una forma elipsoidal con la zona de máxima anchura en el medio.

b-3) Ovada, si el limbo tiene la forma más ancha hacia la parte basal.

b-4) Obovada, si la zona más ancha está en la parte apical.

b-5) Palmada, si presenta varios lóbulos sustentados por un número idéntico de nervios primarios.

b-6) Acicular, con forma de aguja, típica de gimnospermas.

* Además se debe tener en cuenta la disposición del ápice, que puede ser:

-agudo, si forma un ángulo menor de 90°.

-acuminado, si el ápice que puede ser largo o cortamente acuminado termina en punta, siendo sus márgenes marcadamente cóncavos.

-atenuado, si los márgenes son rectos o ligeramente cóncavos y el ápice forma un ángulo estrecho agudo.

-obtusos, si forma un ángulo mayor de 90°

-retuso, si está ligeramente escotado, en la zona en donde termina el nervio medio, el ángulo interno de esta zona es menor de 25° .

-emarginado, si se encuentra muy escotado.

-redondeado, con forma más o menos semicircular.

* La base normalmente se presenta con las siguientes morfologías:

-aguda, si los márgenes forman un ángulo menor de 90° . Dentro de este tipo hay que distinguir la base cuneada, si presenta forma de cuña.

-obtusa, si los márgenes forman un ángulo mayor de 90° . Dentro de este tipo hay que distinguir la base decurrente cuando los márgenes son cóncavos.

-redondeada, si la forma es más o menos semicircular.

-cordada, si presenta un seno con los márgenes derechos o convexos.

-sagitada, si presenta dos largos lóbulos cuyos márgenes forman un ángulo $\leq 45^\circ$ con el nervio medio.

c) El tipo de margen, que puede ser:

c-1) liso: si en él no aparece ninguna estructura.

c-2) lobulado: si presenta entrantes y salientes de bordes redondeados.

c-3) aserrado: dentado marginalmente con mayor o menor desarrollo.

d) El tipo de nerviación: para describir esta importante parte de la hoja hemos seguido la división propuesta por TAKHTAJAN (1991); a continuación vamos a enumerar los tipos que hemos encontrado entre los restos foliares estudiados:

d-1) Nerviación pinnada, con un nervio medio primario que se extiende desde la base hasta el ápice de la hoja y de donde nacen los nervios de segundo orden.

d-1-1) Rectipinnada: si presenta nervios secundarios que terminan en los dientes marginales.

d-1-1-1) Rectipinnada simple: los nervios secundarios no se ramifican.

d-1-1-2) Rectipinnada compuesta: los nervios secundarios se ramifican.

d-1-2) Curvipinnada: si los nervios secundarios se curvan gradualmente hacia

el margen de la hoja y no llegan a los dientes marginales o en parte no llegan a estos dientes.

d-1-2-1) Curvipinnada simple: los nervios secundarios se curvan hacia el ápice y gradualmente disminuyen apicalmente, cerca del margen, conectando con el nervio secundario suprayacente por series de venas cruzadas sin formar lazos marginales prominentes.

d-1-2-2) Lazada o co-arqueada: los nervios secundarios se dirigen hacia la zona marginal fusionándose con otros nervios secundarios y formando series de arcos.

d-1-2-2-1) Semilazada: los nervios secundarios se ramifican cerca del margen y una o más ramas terminan en el margen y las otras se unen con el nervio secundario suprayacente y forman lazos.

d-1-2-2-2) Lazada simple: los nervios secundarios se ramifican de una forma más o menos irregular formando varios lazos de distintos órdenes que gradualmente disminuyen hacia el margen de la hoja.

d-1-2-2-3) Paxilada: nervios secundarios numerosos, cercanamente paralelos entre ellos y más o menos derechos, excepto cerca del margen donde se curvan más o menos abruptamente en una vena submarginal. Estos nervios secundarios generalmente forman un ángulo de 60-90° con el nervio medio.

d-1-2-3) Reticulipinnado: nervios secundarios que pierden su identidad hacia el margen foliar por una repetida ramificación.

d-1-3) Palmado-pinnada: intermedio entre pinnado y palmado, con la parte distal de la hoja pinnada y un par de venas primarias pinnadas basales o suprabasales que se extienden por la mitad o la tercera parte del limbo de la hoja.

d-2) Nerviación palmada: tres o más nervios relativamente iguales al nervio primario divergen desde la base de la hoja o a cierta distancia por encima de la base foliar.

d-2-1) Rectipalmada: tres o más venas secundarias divergen radialmente desde un punto de la base del limbo extendiéndose más o menos derechos al margen foliar.

d-2-2) Curvipalmada: tres o más nervios primarios o sus ramas se originan en, o cerca de un punto, se desarrollan y más o menos convergen arqueándose hacia el ápice.

d-3) Nerviación estriada: tres o más haces de nervios entran separadamente en el limbo foliar dando lugar a tres o más nervios primarios separados que se desarrollan hacia el ápice y gradualmente convergen. La nerviación es casi siempre cerrada sin finales libres.

d-3-1) Arqueado-estriada: varios nervios primarios se desarrollan en arcos

recurvados hacia el ápice y gradualmente se juntan al adyacente al converger en la región apical del limbo. Los nervios primarios están usualmente conectados por piezas cruzadas más o menos transversas y venillas comisurales.

d-3-2) Longitudinalmente estriada: con muchos nervios primarios que se desarrollan de forma longitudinal al ápice de la hoja.

En cuanto a la nerviación también debemos destacar:

- La estructura del nervio medio, que en nuestros ejemplares, por su grosor, siempre es robusta, o en algunos casos masiva; y sigue un curso recto sin ramificaciones.

- El ángulo de divergencia que forman los nervios secundarios con el nervio medio, que puede ser: agudo (dentro de este tipo, estrecho si es menor de 45°, moderado si está entre 45° y 65°, y ancho si se encuentra entre 65° y 80°), recto y obtuso.

- Presencia o no de ramificaciones en los nervios secundarios.

- Curso de los nervios secundarios que puede ser: recto o derecho, recurvado (si se arquea en la zona basal), curvado uniforme (si incrementa de la zona basal a la apical su curvatura) y curvado abrupto (si se curva bruscamente).

- Presencia o no de nervios intersecundarios.

- Desarrollo de la nerviación terciaria: en nuestros ejemplares, o es percurrente (presentan una dirección más o menos perpendicular con respecto a los nervios de segundo orden y generalmente uno o dos nervios secundarios consecutivos), o se encuentra reticulada ortogonalmente (el ángulo de anastómosis que predomina con los nervios secundarios es un ángulo recto). Normalmente, existe una nerviación cuaternaria, que en nuestros ejemplares forma una red cerrada (se denomina también ortogonalmente reticulada) cuyos componentes, las areolas, son por lo general poligonales y se encuentran totalmente cerradas, por lo que se denominan bien desarrolladas.

e) Epidermis foliares: para su descripción hemos utilizado las indicaciones propuestas por DICKINSON (1975), ESAU (1976), METCALFE & CHALK (1979) y FAHN (1985). Todas las epidermis estudiadas son hipostomáticas, y para su estudio se ha tenido fundamentalmente en cuenta: tipo, forma y disposición de las células epidérmicas del haz y envés, grosor de la pared celular de las células epidérmicas, presencia/ausencia de punteaduras, disposición de los estomas, tipo de estoma, disposición de las células acompañantes y de guarda. En concreto, para el estudio de los estomas hemos tenido en consideración los trabajos de VAN COTTEN (1970), METCALFE & CHALK (1979), WILLMER (1986),

BARCELÓ *et al.* (1987) y KERP (1991).

Debemos reseñar que hasta el momento no se han encontrado preservados tricomas en las cutículas fósiles estudiadas. También hemos de apuntar que no se ha hallado el índice estomático (término éste que relaciona el número de estomas por unidad de área foliar, y que tiene importantes implicaciones en la ecología de cada planta al poderse inferir en base a él la intensidad de su transpiración) ya que se han obtenido en un número muy escaso, y para que este índice sea realmente utilizable en Ecología y en Taxonomía necesitamos muestrear toda una población de plantas. Además, el número de estomas, y por lo tanto, el índice estomático varía según la zona de la hoja que estemos estudiando (base, ápice o zona media) (GUPTA, 1961), carácter que no hemos podido estimar en todos los ejemplares estudiados al haber obtenido con cutícula preservada fragmentos foliares que no dejan entrever a qué parte de la hoja corresponden. Además, existen una serie de factores que alteran el índice estomático: el efecto de la absorción de los iones del suelo; el efecto combinado de esos iones, de las propiedades del suelo y de la composición de la atmósfera de éste sobre el crecimiento del sistema de raíces relativo a la superficie de transpiración; la variada eficiencia de la conducción del sistema vascular a causa de las condiciones externas de la planta; el tipo de suelo; la altitud de la zona donde viva; y el tipo de hoja, si es de sol o de sombra (SALISBURY, 1932), datos no averiguables a partir del material fósil.

Otros macrorrestos presentes

En los afloramientos ceretanos también se han encontrado semillas, conos masculinos y femeninos de gimnospermas, inflorescencias y flores aisladas de angiospermas y frutos alados de angiospermas.

Para la descripción de las semillas y conos de gimnospermas se ha utilizado la terminología de GAUSSEN (1959, 1960, 1964, 1966) y CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE (1979).

En el caso de las semillas se han tenido en cuenta caracteres como: longitud total, forma de la semilla, longitud y anchura de la semilla, forma, longitud y anchura del ala y estriación.

Los conos se han descrito reseñando: forma, longitud, anchura y forma, y tipo y disposición de las escamas.

Para el estudio de las inflorescencias y flores de las angiospermas hemos seguido las indicaciones de textos generales como HEYWOOD (1985), en donde se pone de manifiesto el tipo y forma de la inflorescencia y la forma y disposición de las distintas piezas de la flor: cáliz, corola, androceo y gineceo.

Finalmente se han tenido en cuenta los esquemas aportados por WOLFE & TANAI (1987) y CALL & DILCHER (1992) para el estudio de los frutos alados de los géneros *Acer* L. y *Fraxinus* L. respectivamente.

3.2. ESTUDIO PALEOBOTÁNICO

División Bryophyta

Orden Marchantiales

Los primeros restos encontrados asignables a este orden han sido localizados en el Jurásico de Suiza, siendo incluidos en el género parataxónico *Marchantiolites* Berry (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado esporas atribuibles a este orden.

MICRORRESTOS

Marchantiales

(Lám. I, fig. 1)

Esporas asignables a este orden se han hallado de forma puntual en el afloramiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo comparables con la especie parataxónica *Ricciaepollenites transdanubicus* Nagy, del Karpatische de Hungría. NAGY (1985) opinaba que esta paraespecie es similar a las esporas de la especie actual *Riccia duplex* Lorbeer. Sin embargo, tras la revisión de los esporomorfos europeos de esta familia realizada por BOROS & JÁRAI-KOMLÓDI (1975), no hemos podido ratificar lo expresado por esta autora.

Las esporas halladas pudieran relacionarse no solamente con géneros de la familia Ricciaceae, sino con géneros de hepáticas pertenecientes a otras familias. Por esta razón, creemos oportuno relacionar este tipo de espora con rango de orden.

Esta es la primera cita de las esporas de este orden en la Cerdaña.

Descripción del material

Esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; forma más o menos redondeada en vista proximal; no se han observado en vista lateral; $E \approx 84 \mu\text{m}$; espesor del exosporio $\approx 3 \mu\text{m}$; sexina=nexina; superficie reticulada; lúmenes de hasta $10 \mu\text{m}$ de luz redondeados, elípticos o poligonales.

División Lycophyta

Orden Lycopodiales

Familia Lycopodiaceae Mirbel, 1802

Sus primeros registros aparecen en el Pennsylvaniense, siendo incluidos en el género parataxónico *Lycopodites* Lind. et Hutt. non Brngt. y en la especie *Oxroadia gracilis* Alvin. El género *Lycopodites* presenta un amplio rango estratigráfico que va desde el Carbonífero hasta la actualidad (TAYLOR & TAYLOR, 1983). Siendo muy parecido al género *Lycopodium* L.

Esta familia en la actualidad está compuesta por 7 géneros y alrededor de 500 especies de distribución subcosmopolita, estando representada principalmente en las zonas intertropicales (VILLAR, 1986).

MICRORRESTOS

***Lycopodium* sp.**

(Lám. I, figs. 2 y 3)

Esporas asignables a este género se han detectado en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, Prats, Can Vilella y vertedero de Sampsor, así como en las minas de Sanavastre y Sampsor, siendo referibles al género parataxónico *Lycopodiumsporites* Thierg. ex Delcourt et Sprumont.

Descripción del material

Esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; no se han observado ni en vista proximal ni distal; más o menos elípticas o redondeadas en vista lateral; $P=36-26,25 \mu\text{m}$; exosporio de aproximadamente $1,25 \mu\text{m}$ de espesor; no se observa distinción entre sexina y nexina; superficie reticulada; lúmenes hexagonales de $7,5-5 \mu\text{m}$ de luz y muros estrechos menos de $1 \mu\text{m}$; presencia de clavos sobre los muros de hasta $2,5 \mu\text{m}$ de longitud.

Observaciones

Posiblemente podría haber existido más de una especie de *Lycopodium* en el Vallesiense de la Cerdaña, ya que se han observado ejemplares semejantes a las especies parataxónicas *Lycopodiumsporites reticuloides* W. Kr. y *L. pseudoclavatus* (W. Kr.) Nagy, encontradas en el Pannoniense de Hungría. La segunda paraespecie se ha hallado también en el Plioceno Superior de Alemania (NAGY, 1985).

Esta es la primera vez que se describen las esporas de este género en el Vallesiense de la Cerdaña.

División Sphenophyta

Orden Equisetales

Familia Equisetaceae Richard ex De Candolle in Lamark & De Candolle, 1805

Esta familia está representada en la actualidad por un sólo género, *Equisetum* L., y alrededor de 20 especies de distribución cosmopolita (PRADA, 1986).

El género *Equisetum* está abundantemente representado en el registro fósil desde el Carbonífero al Pleistoceno (THOMASSON, 1980). *Equisetites* Sternbg., es el paragénero establecido para restos que morfológicamente se parecen al género actual *Equisetum*.

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado únicamente dos restos macroscópicos relacionables con esta familia.

MACRORRESTOS

***Equisetum* sp.**

(Fig. 4; Lám. I, fig. 4)

1981 - *Equisetum* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.

1981 - *Equisetum* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 32, 36.

Material

Se han estudiado dos ejemplares preservados como impresiones, en un estado mediocre de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y carretera de Bellver de Cerdanya a Pi: MNCNV-4724 y MNCNV-4830.

Descripción del material

Fragmento de tallo dividido en nudos y entrenudos; longitud: 1,5 cm; anchura: 0,17

cm; entrenudos recorridos por costillas longitudinales y surcos estrechos; nudos con verticilos de hojas, preservadas en el ejemplar MNCNV-4830 (a diferencia de éste, el MNCNV-4727 carece de ellas observándose en sus nudos cicatrices supranodales circulares en el lugar de inserción); hojas muy deterioradas, alargadas, algunas rectas y otras con aspecto sinuoso.

Observaciones

ÁLVAREZ RAMIS (1981) Y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) citan por primera vez en la cuenca una especie de *Equisetum* en nomenclatura abierta, sin describirla. Anteriormente, la especie *Equisetum parlatorii* (Heer) Schimper había sido descrita en el yacimiento de Ballestar de la cercana cuenca de la Seo de Urgel (SANZ DE SIRIA, 1974), a partir de rizomas.

Los restos estudiados por nosotros presenta ciertas semejanzas con *Equisetum braunii* Heer de Oehningen y de Hohe Rhonen, figurado por HEER (1855, taf. XIV, fig. 8), pero nuestros ejemplares se encuentran rotos y deformados.

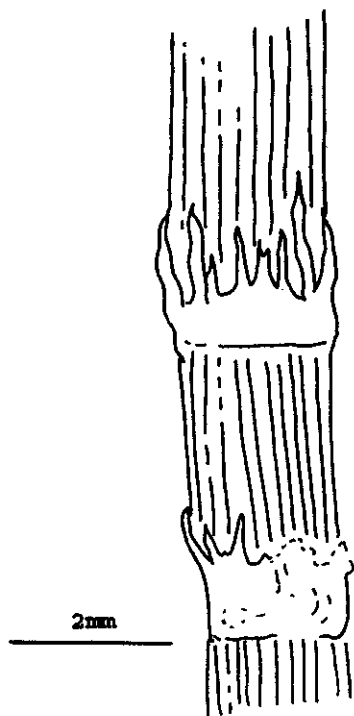


Fig. 4. *Equisetum* sp. MNCNV-4830

División Pteridophyta

Orden Osmundales

Familia Osmundaceae Berchtold & J. Presl, 1820

Aunque KIDSTON & GWYNNE-VAUGHAN (1910) decían que los esporangios de algunos géneros de osmundáceas se colectaron en sedimentos carboníferos, los primeros restos realmente asignables a esta familia proceden del Pérmico Superior, tratándose de troncos que se incluyeron en los géneros *Bathypteris* Eichwald, *Thamnopteris* Brngt., *Zalesskya* Kidston & Gwynne-Vaughan, *Palaeosmunda* Goul y *Chasmatopteris* Zalessky (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Esta familia en la actualidad presenta tres géneros y unas 25 especies de distribución subcosmopolita (CASTROVIEJO, 1986).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto restos

foliares como esporas asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Osmundaceae

(Lám. I, figs. 5, 6 y 8)

Esporas atribuibles a las osmundáceas han sido halladas en todos los afloramientos de la Cerdaña, excepto en los de San Salvador, Oliá y Can Vilella. En este apartado describimos un conjunto de esporas, encontradas a veces en gran cantidad, que bien pudieran pertenecer a diferentes especies de la misma familia, ya que varias de ellas son estenopalinas

Descripción del material

Esporas triletas, a veces agrupadas en tétrades (Lám. I, fig. 8); heteropolares; radialmente simétricas; esféricas, aunque usualmente se encuentran rotas y abiertas presentando entonces aspecto de barca; diámetro: 43,6-54,5 μm ; espesor del exosporio $\approx 3 \mu\text{m}$; superficie con una mezcla irregular de verrugas, gemas y báculos de diferentes longitudes (Lám. I, fig. 5b).

Observaciones

Muchas de la esporas estudiadas pueden ser comparadas con las especies parataxónicas *Osmundacidites primarius* (Wolff.) Nagy, que aparece en los sedimentos alemanes y checoslovacos desde la mitad del Oligoceno al Plioceno Superior, y en Hungría del Oligoceno superior al Plio-Pleistoceno; y *Osmundacidites quintus* (PF. & TH.) Nagy spp. *quintus*, que se encuentra en carbones y sedimentos continentales de Europa del Karpatische, Mioceno Superior y Plioceno (PLANDEROVÁ, 1990). Según esta última autora este tipo de esporas se parece a las especies actuales *Osmunda regalis* L. y *O. vachelii* L.

MACRORRESTOS

Osmunda parschlugiana (Unger) Andreánszky, 1959

(Fig. 5; Lám. I, fig. 7)

- 1847 - *Pteris parschlugiana*, UNGER, pág. 122, lám. XXXVI, fig. 6.
- 1884-1885 - *Osmunda stozzii*, RÉROLLE, págs. 179-181, lám. III, fig. 1.
- 1923 - *Osmunda stozzii*, LAURENT & MARTY, págs. 7-8, lám. I, fig. 2.
- 1945 - *Osmunda stozzii*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
- 1952b - *Osmunda stozzii*, TEIXEIRA, pág. 52, lám. II, fig. 3, lám. III, fig. 1-2, lám. IV, figs. 1-2.
- 1955 - *Osmunda stozzii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 37-38, lám. XV, fig. 4.
- 1958 - *Osmunda stozzii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.

- * 1959 - *Osmunda parschlugiana*, ANDREÁNSZKY, pág. 47, text.-fig. 2, lám. 7, fig. 4.
 1977 - *Osmunda strozii*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Pteris parschlugiana*, MÄDLER & STEFFENS, pág. 13, lám. 1, fig. 1.
 1980b - *Osmunda strozii*, SANZ DE SIRIA, págs. 7-8, Lám. I, fig. 2a.
 1981 - *Osmunda strozii*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
 1981 - *Osmunda strozii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 32, 36.
 1981 - *Osmunda parschlugiana*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 96, lám. III, fig. 7.
 1990 - *Osmunda parschlugiana*, GIVULESCU, pág. 26, lám. 27, fig. 6.
 1993 - *Osmunda parschlugiana*, FERRER *et al.*, págs. 94-95, Lám. I, figs. 1-4.

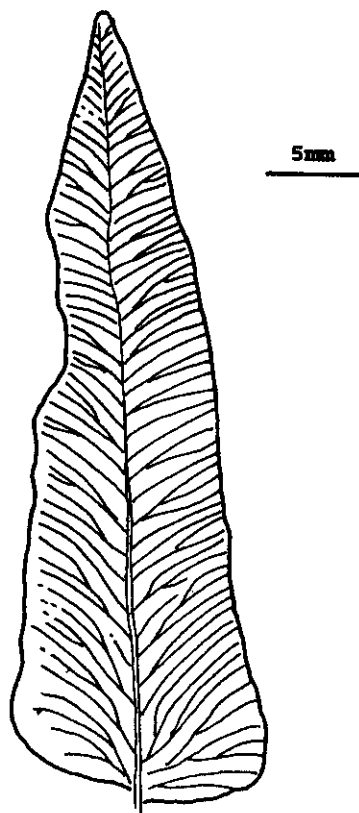


Fig. 5. *Osmunda parschlugiana*
MNCNV-260

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar en forma de impresión en un excelente estado de preservación, procedente del afloramiento de Can Pilbre: MNCNV-260.

Diagnosis sic. UNGER, 1847

Fronde pinnata, pinnis sessilibus basi superiore subarticulatis liniari-lanceolatis argute serratis.

Descripción del material

Pinnula lanceolada y pedunculada; longitud del pedúnculo: 0,65 mm; longitud de la pinnula: 3,96 cm; anchura de la pinnula en la zona basal. 1,2 cm; ápice agudo; base asimétrica y recta; margen liso, algo crenulado; nerviación pinnada; gran número de nervios secundarios que salen del nervio medio formando un ángulo de divergencia algo mayor de 45° (en la base éste es de 90°), sufriendo algunos dicotomización y

finalizando en el margen.

Observaciones

El primer autor que describió pinnulas idénticas a las halladas por nosotros fue UNGER (1847) a partir de ejemplares colectados en el Mioceno Superior de Parschlug (Austria). Éste las describió de una forma errónea como *Pteris parschlugiana*, ya que morfológicamente no son relacionables con el género *Pteris* L. Mucho más adelante, ANDREÁNSZKY (1959) atribuyó de forma correcta estos restos al género *Osmunda* L., por lo que la especie *O. parschlugiana* debe ser atribuida a este último autor. Éste no realiza una

diagnosis de la especie, aceptando la enunciada por UNGER (1847).

O. parschlugiana se describió únicamente a partir de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada de frondes, las cuales presentan morfologías idénticas a las de *O. regalis* L., especie de la que quizás fuera antepasado.

Esta es la primera vez que se cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Budigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (FERRER et al., 1993).
- Aragoniense inferior-medio.** Epila, Zaragoza, España (FERRER et al., 1993).
- Karpatiense.** Lintsching, Tamsweg, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).
- Aragoniense.** Uşak-Ilyasli, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).
- Mioceno Medio.** Petipsy, Bohemia, Checoslovaquia (FERRER et al., 1993).
- Sarmatiense.** Val d'Arno, Italia (RÉROLLE, 1884-1885); Felsőtárkány, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.
- Tortonense.** Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1847).
- Pannoniense.** Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
- Plaisanciense.** Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).

Además se ha hallado en el Plioceno de Barracão, Beijarca y valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952).

Orden Filicales

Familia Hypolepidaceae Pichi Sermolli, 1970

Aunque suponemos un origen más antiguo únicamente hemos encontrado citas de helechos pertenecientes a esta familia en sedimentos terciarios.

Esta familia en la actualidad presenta unos 6 géneros y alrededor de 80 especies distribuidas fundamentalmente por las regiones tropicales y subtropicales, aunque el género *Pteridium* Gled. ex Scop., es subcosmopolita (MUÑOZ GARMENDIA, 1986).

MACRORRESTOS

***Pteridium oeningense* (Unger) Hantke, 1954**

(Fig. 6; Lám. II, fig. 1)

- 1847 - *Pteris oeningensis*, UNGER, pág. 124, lám. XXXVII, figs. 6-7.
- 1855 - *Pteris oeningensis*, HEER, págs. 39-40, lám. XII, fig. 5.
- 1859 - *Pteris oeningensis*, HEER, págs. 154-155, lám. CXLV, fig. 5.
- 1884-1885 - *Pteris radobojana*, RÉROLLE, pág. 181, lám. III, fig. 2.
- 1887 - *Pteris oeningensis*, BOULAY, pág. 10.
- 1892 - *Pteris radobojana*, ETTINGSHAUSEN, pág. 69, lám. I, fig. 17.
- 1945 - *Pteris radobojana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
- 1948 - *Pteris* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 786-787, fig. 1-b,b'.
- * 1954 - *Pteridium oeningense*, HANTKE, págs. 40-41, lám. 1, figs. 6-7.
- 1955 - *Pteris protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 39-40, lám. XV, fig. 1.
- 1955 - *Pteris radobojana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 40, lám. XV, fig. 2.
- 1958 - *Pteris oehningensis*, GRANGEON, pág. 24, pl.-text. I, fig. 5.
- 1958 - *Pteris protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1958 - *Pteris radobojana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1969 - *Pteris oehningensis*, KNOBLOCH, pág. 60, abb. 151, lám. XXV, fig. 4.
- 1973 - *Pteridium crenatum*, GIVULESCU & OLOS, págs. 10-11, lám. IV, abb. 2.
- 1981 - *Pteridium oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
- 1981 - *Pteridium oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.

Material

Se han estudiado tres ejemplares como impresiones en excelente estado de conservación, procedentes del afloramiento de Coll de Saig: CLLF-026, CLLF-027, MGBV-10461.

Diagnosis original (HANTKE, 1954)

Wedelab schnitte (?) an der Basis un der mittleren Partie 3 fach (?), weiter oben doppelt fiederteiling. Wedelspitze fiederteiling bis fiederschnitling. Obere Fiederchen länglich, durch $\pm$ weite, runde Buchten voneinander getrennt, von stumpf zugerundet. Rand meist unregelmässig gewellt, oft leicht umgerollt. Sori ranständig. Seitennerven der Fiederchen ziemlich dichtstehend, fast durchwegs ein-, seltener zweimal sich gabelnd und $\pm$ geradlinig oder leicht nach aussen gekrümmt (besonders an der Basis der Fiederchen) nach dem Rand verlaufend.

Untere Fiederchen (?) abermals fiederteiling gespalten, mit Kleinen Seitenläppchen und langem, buchting-wellingem Endlappen.

Descripción del material

Fragmentos de frondes que se preservan como pinnas oblongas o conjuntos de pínulas sentadas con forma oblonga o subaguda, unidas a restos de raquis, estas pínulas pueden encontrarse unidas entre sí o individualizadas; en algunas ocasiones, hacia el ápice de la pinna las pinnulas se fusionan (MGM-1003M) (en el ejemplar CLLF-027, se observa como en la zona

apical de una pinna ya no se separan las pinnulas, las cuales quedan unidas en una gran pinnula apical); ángulo que forma el eje de la pinna con la pinnula varía al rededor de los 45°; longitud de las pinnulas: 0,5-0,2 cm; anchura de las pinnulas en la zona más basal: 0,25-0,15 cm; ápices redondeados o apuntados; margen liso o algo sinuoso; nerviación pinnada; nervios secundarios con ángulo de divergencia de unos 30°; presencia de 2 ó 3 dicotomías o ramificaciones en los nervios secundarios, éstos terminan en el margen.

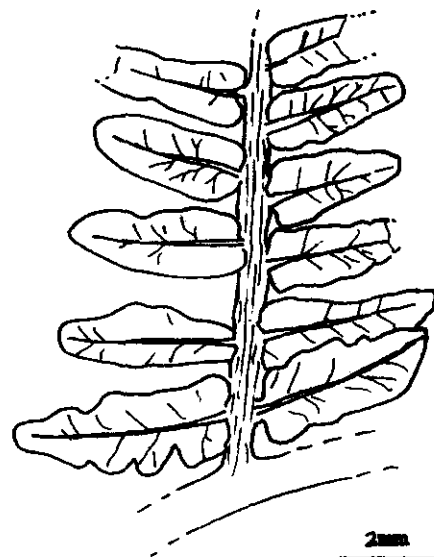


Fig. 6. *Pteridium oeningense*
MGBV-10461

Observaciones

Estos restos fueron descritos por vez primera en el Sarmatiense de Oehningen (Suiza) a partir de impresiones de fragmentos de frondes, como *Pteris oeningensis*. En 1954, HANTKE demostró que estos restos no presentaban ninguna similitud con los del género *Pteris* dada su morfología, atribuyéndolos a *Pteridium*. El tipo de fronde del género *Pteridium* corresponde perfectamente con el de los ejemplares colectados en Oehningen.

En los afloramientos de la Cerdaña aparecen de cuando en cuando fragmentos de pinnulas asignables a esta especie, muy raras veces se han hallado pinnas enteras. Según GRANGEON (1958), *P. oeningense* es muy parecido a *Pteris silvicola* Chaney, del Mioceno Superior de la Cuenca de Crooked River (Oregón, Estados Unidos), el cual había sido comparado con la especie actual *P. aquilinum* (L.) Kuhn in Kersten.

La especie que nos ocupa también presenta una gran semejanza con el helecho del Sarmatiense de Oehningen que HEER (1855) describió como *Aspidium meyeri*. Esta última especie presenta una gran semejanza con el ejemplar **CLLF-026**, y posee las pínulas ligeramente más grandes, libres o algo unidas en la base y algo aserradas en su margen.

Pensamos que la especie descrita es idéntica desde un punto de vista morfológico a *P. aquilinum*, pudiendo haber sido su antepasado.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (UNGER, 1847).

-**Vallesiense.** la Cerdaña, Lérida, España (ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).

- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España (ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).
- Pontiense.** Rochessauve y Charay, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).

Incertae sedis

MICRORRESTOS

En este apartado incluimos un conjunto de esporas, descritas todas ellas por primera vez en la Cerdaña, que, dadas sus características, no podemos relacionar con ninguna familia del orden Filicales en concreto.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. II, fig. 2): esporas monoletas; heteropolares; con simetría bilateral; reniformes; transversas en vista lateral; elípticas en vista proximal y distal; L=70,4-45,5 µm; P=29-21,8 µm; espesor del exosporio: 5,45-2,7 µm; superficie verrucada; verrugas grandes de hasta 4,5 µm, a veces el contorno de éstas es ondulado.

Estas esporas son referibles al tipo *Polypodium* L., hallándose siempre en muy pequeño número en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el del torrente de la Bavosa, San Salvador, Oliá y riu de Santa María. Se incluyen dentro del tipo *Polypodium* porque además de este género actual existen otros como: *Histiopteris* (Ag.) J. Sm., *Blechnum* L. y *Lindsaya* Dryand., que presentan esporas semejantes.

Algunos de las esporas estudiadas presentan semejanzas con parte de las esporas incluidas en la especie parataxónica *Polypodisporites favus* (R. Pot.) R. Pot., que según NAGY (1985), aparece en Alemania en el Eoceno de Geistal y del Oligoceno superior al Mioceno Inferior de los carbones del Rin; y, en Hungría, en el Oligoceno superior y durante todo el Neógeno. Según PLANDEROVÁ (1990) también se ha hallado en Alemania, en el Oligoceno superior y en el Mioceno Inferior y Medio; en el Mioceno Medio de la región de Oder; en el Neógeno de Bohemia; y en el Karpatische, Egeriense, Eggeburgiense y Ottangiense inferior de Eslovaquia.

Además se han estudiado esporas relacionables con la especie parataxónica *P. bockwitzensis* (W. Kr.) Nagy, la cual, según NAGY (1985), aparece del Oligoceno superior al Mioceno Inferior en Alemania, y del Oligoceno superior al Mioceno Superior en Hungría.

b) tipo 2 (Lám. II, fig. 7): esporas monoletas; heteropolaes; con simetría bilateral; reniformes; transversas en vista lateral; elípticas en vista proximal y distal; $L=46,25-44\text{ }\mu\text{m}$; $P=27,5-25\text{ }\mu\text{m}$; espesor de exosporio $\approx 1\text{ }\mu\text{m}$; sexina $\approx$ nexina; superficie ligeramente verrucada; verrugas de diferente tamaño dispuestas irregularmente sobre la espora.

Este tipo de espora se ha encontrado en los afloramientos del torrente de Vilella, Can Vilella, vertedero de Sampsor, Prats y minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con parte de las esporas incluidas en la especie parataxónica *Polypodysporites favus*.

c) tipo 3 (Lám. II, figs. 5 y 6): esporas monoletas; heteropolaes; con simetría bilateral; reniformes; en vista lateral de transversales a elípticas; en vista polar elípticas; $L=53-45,5\text{ }\mu\text{m}$; $B=35,9-30\text{ }\mu\text{m}$; $P=23-18\text{ }\mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 1\text{ }\mu\text{m}$; no se observa diferenciación en sexina y nexina; superficie psilada.

Esta espora debe relacionarse con el género parataxónico *Laevigatosporites* Ibrahim. Aunque se han hallado en conos paleozoicos de *Mazocarpon* (Scott) Benson y *Sigillariostrobus* (Schimp.) Feistmantel non Geinitz (TRAVERSE, 1988), los ejemplares ceretanos no se han podido comparar con ninguna especie en concreto, hallándose en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de Coll de Saig, en algunas ocasiones de forma muy abundante, y otras, puntualmente.

d) tipo 4 (Lám. II, fig. 9): esporas triletas; heteropolaes; radialmente simétricas; tetraédricas; no se han observado en vista lateral; $E=56,25\text{ }\mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 2\text{ }\mu\text{m}$; no se observa diferencia entre sexina y nexina; superficie verrucada; verrugas de hasta $7,5\text{ }\mu\text{m}$ de tamaño.

Este tipo de espora se ha encontrado únicamente en el afloramiento del vertedero de Sampsor, siendo relacionable con el género parataxónico *Converrucosisporites* R. Pot. et Kremp., el cual presenta un amplio rango estratigráfico durante el Cenozoico.

e) tipo 5 (Lám. II, figs. 3 y 4): esporas triletas; heteropolaes; radialmente simétricas; tetraédricas; no se han observado en vista lateral; $E=45-41,25\text{ }\mu\text{m}$; en algunas esporas se observa diferenciación entre la vista proximal y la distal, las cuales quedan superpuestas al observar con el M. O., la zona distal se aprecia redondeada o triangular, presentando un diámetro de unas $18\text{ }\mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 3,75\text{ }\mu\text{m}$; sexina de 2 a 3 veces más gruesa

que la nexina; superficie verrucada más o menos regularmente, apareciendo ejemplares con verrugas aisladas; diámetro de las verrugas: 1,5-7,5 μm .

Este tipo de esporas se ha encontrado en los sedimentos de los afloramientos del camino al Serrat de Nas y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con el género parataxónico *Polypodiaceoisporites* R. Pot. Seguramente en el Mioceno Superior de la Cerdaña existieron por lo menos dos especies distintas con esporas asignables a este paragénero: una de ellas con verrugas muy desarrolladas, y la otra con verrugas dispersas y en número escaso. Este paragénero de esporas se halla tanto en sedimentos cenozoicos como mesozoicos.

f) tipo 6 (Lám. II, fig. 8): esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; tetraédricas; únicamente se han observado en vista proximal; $E=38,75 \mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 1 \mu\text{m}$; no existe diferenciación entre sexina y nexina; superficie psilada.

Este tipo de espora se ha hallado en los afloramientos del barranco de Salanca y en la mina de Sampsor, siendo asignable al género parataxónico *Leiotriletes* (Naumara) R. Pot. et Kr. Según TRAVERSE (1988), este tipo de espora pudiera relacionarse tanto con briófitos como con helechos y lycopodios. Las esporas aquí estudiadas quizás pudieran compararse con las del género *Lygodium* Swartz, helecho que habita en la actualidad en regiones tropicales y subtropicales. El registro fósil de *Leiotriletes* se extiende desde el Paleozoico hasta el Plioceno.

División Pinophyta

Orden Cycadales

Familia Cycadaceae Hutchinson, 1924

El primer fósil inequívocamente asignable a la familia Cycadaceae es el megasporófilo de *Primocycas chinensis* Zu & Du, del Pérmico Inferior de China (CRANE, 1988); presenta semejanzas con algunas especies actuales del género *Cycas* L.

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por 10 géneros y unas 100 especies, predominantemente subtropicales, bien distribuidas en México, África del Sur y NE de Australia (CRANE, 1988).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de granos de polen que asignamos, con duda, a esta familia.

MICRORRESTOS

cf. Cycadaceae

(Lám. III, fig. 2)

Palinomorfos posiblemente atribuibles a esta familia aparecen de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino de Balltarga a Bor, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre.

La distintas especies de esta familia presentan polinización anemófila.

Descripción del material

Granos monosulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en otras posiciones; $E_1=38-41\ \mu\text{m}$; $E_2=23-21\ \mu\text{m}$; sulcos de aproximadamente $4,5\ \mu\text{m}$ de anchura en su zona media, dilatándose en sus extremos donde llegan a tener hasta $8\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de $\approx 2\ \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie psilada al M. O.

Orden Pinales

Familia Taxodiaceae Stud, 1924

Probablemente, esta familia tuvo su origen en el Mesozoico temprano. En esta época existieron taxones como *Pararaucaria* Wieland, conos ovulíferos del Jurásico de Argentina (THOMAS & SPICER, 1987), que combinan caracteres de varias familias del orden Pinales, como Pinaceae, Araucariaceae y Taxodiaceae.

A partir del Jurásico Medio, hasta el Cretácico Inferior aparecen en Europa y Norteamérica los géneros *Elatides* Heer emend. Harris y *Elatocladus* Halle (FLORIN, 1963), los cuales son ya relacionables con Taxodiaceae. Estos taxones combinan caracteres de los géneros actuales: *Cryptomeria* D. Don., *Cunninghamia* R. Br. y *Taxodium* Rich., en la estructura y morfología de sus conos y follaje, y *Cryptomeria* y *Sequoia* Endl., en la anatomía de sus leños (MEYEN, 1987). Asimismo, aparecen algunos paragénos dentro de los cuales algunas de sus especies serían relacionables con Taxodiaceae como *Pagiophyllum* Heer, *Sewardiodendron* Florin y *Geinitzia* Endl.

Hoy en día, la familia Taxodiaceae comprende únicamente 10 géneros y 14 especies aunque se encuentra bien representada en regiones con climas subtropicales o húmedo-templados de Norteamérica, Este de Asia y Tasmania (MICHAUX et al., 1979).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado restos macroscópicos relacionables con el género actual *Glyptostrobus* Endl., y palinomorfos asignables al género *Sciadopitys* Sieb. & Zucc., y a los tipos *Sequoia* y *Taxodium*.

El género *Glyptostrobus* apareció por primera vez en el Cretácico Superior, pudiendo ser Norteamérica su centro de origen (FLORIN, 1963). Parece que durante el Terciario tuvo tres centros de distribución que se encontraban en el Oeste de Norteamérica, Europa Oriental y el Este de Asia. En Europa, el género *Glyptostrobus* aparece por primera vez en el Eoceno, desapareciendo en el Plioceno (FLORIN, 1963). En la actualidad presenta una única especie en China, *G. lineatus* (Poir.) Druce, que es probablemente un taxón relíctico que llegó durante el Plio-Pleistoceno desde el Centro del Este de Asia (FLORIN, 1963).

Los primeros registros del género *Sciadopitys* se han hallado en el Retiense de Suecia, *S. suecia* Florin (GAUSSEN, 1967). Este género se extendió por todo el Hemisferio Norte durante el Mesozoico. Los primeros palinomorfos asignables a *Sciadopitys* provienen del Terciario inferior de Siberia y el Ártico y parecen corroborar que tuvo en el Paleógeno una amplia distribución ártica y subártica, a partir de taxones que se desarrollaron en Europa Central. Según FERGUSON (1967), desapareció de Norteamérica en el Paleógeno y su distribución en Eurasia quedó dividida en dos áreas: Europa y el Asia Oriental. *Sciadopitys* no se extinguió en Europa hasta el Plio-Pleistoceno, quedando hoy en día restringido a Japón (FLORIN, 1963), donde existe una sola especie: *S. verticillata* Sieb. & Zucc. (GAUSSEN, 1967). Ésta habita en zonas montañosas entre 1.000 y 2.000 metros de altura (FLORIN, 1963).

Los tipos polínicos *Sequoia* y *Taxodium* se conocen desde el Mesozoico, pudiéndose relacionar tanto con géneros actuales de Taxodiaceae como con extintos.

Todos los representantes de la familia Taxodiaceae presentan una polinización anemófila.

MICRORRESTOS

Sciadopitys sp.

(Lám. III, fig. 1)

Polen asignable a este género se ha encontrado, por primera vez en la Cerdaña, de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y en la mina de Sampsor, siendo relacionable con la especie parataxónica *Sciadopityspollenites serratus* (R.

Pot. & Ven.) Raatz. Esta paraespecie según NAGY (1985) se ha encontrado en el Eggeburgiense, Karpatiense, Badeniense inferior, Sarmatiense y Pannoniense superior de Hungría.

Descripción del material

Granos inaperturados; esféricos; con simetría radial; diámetro: 60-39 μm ; exina de $\approx 3,6 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; tectum completo; infratectum sin columelas; superficie verrucada y gemada; diámetro de las verrugas: 4-3 μm ; longitud de las gemas $\approx 3 \mu\text{m}$.

Tipo *Sequoia* sp.

(Lám. III, figs 5 y 6)

Se ha hallado, por primera vez en la Cerdaña, polen de este tipo en todos los afloramientos, excepto en los de Coll de Saig, Prats y Oliá. Los palinomorfos ceretanos parecen ser relacionables con la especie parataxónica *Sequoiapollenites polyformosus* Th. ex R. Pot., del Egeriense, Eggeburgiense, Ottnangiense, Badeniense inferior y medio y Sarmatiense de Hungría. Sin embargo, se han encontrado ejemplares de dimensiones menores que quizás puedan relacionarse con la especie parataxónica *S. rotundus* W. Kr. Esta última paraespecie se ha hallado en el Pannoniense inferior y superior, así como en el Mioceno Medio al Plioceno de Alemania (NAGY, 1985).

Descripción del material

Granos inaperturados; esféricos; diámetro: 32,7-26,3 μm ; papilados; longitud de la papila: 8-4,5 μm ; exina de alrededor de 1 μm de espesor; no existe diferenciación entre sexina y nexina al M. O.; tectum completo; superficie psilada.

Tipo *Taxodium* sp.

(Lám. III, figs. 3 y 4)

Palinomorfos de este tipo se han encontrado en todos los afloramientos de la Cerdaña en mayor o menor número menos en los de Oliá y Coll de Saig, siendo referibles a la especie parataxónica *Taxodiaceapollenites hiatus* (R. Pot.) Kremp. Según PLANDEROVÁ (1990) esta paraespecie se ha hallado del Eoceno superior al Mioceno del Oeste de Europa, en el Rupeliense y el Eoceno medio de los Cárpatos, el Pannoniense de Hungría, el Neógeno de

Bohemia y el Mioceno Inferior, Ottanangiense y del Badeniense inferior al Sarmatiense inferior de Eslovaquia.

Este tipo de polen posiblemente pueda relacionarse con los macrorrestos hallados que son asignables al género *Glyptostrobus*.

Descripción del material

Granos inaperturados al M. O. (aunque LIEUX (1980) encuentra un poro en la especie actual *Taxodium distichum* (L.) Rich.); apolares; radialmente simétricos; esféricos o elípticos, aunque usualmente se encuentran hendidos y abiertos por la mitad; diámetro: 45-36 µm; papilados; la papila se encuentra tanto en el interior del grano como en su superficie; longitud de la papila: 7,27-3 µm; exina de alrededor de 1 µm de espesor; sexina=nexina; téctum completo; superficie psilada al M. O.; al M.E.B se observa ligeramente punteada.

MACRORRESTOS

Glyptostrobus europaeus (Brongniart) Heer, 1855

(Fig. 7; Lám. III, figs. 7 y 8; Lám. IV, fig. 1)

- 1833 - *Taxodium europaeum*, BRONGNIART, págs. 168-176.
- * 1855 - *Glyptostrobus europaeus*, HEER, págs. 51-52, lám. XIX, lám. XX, fig. 1.
- 1855 - *Glyptostrobus ungeri*, HEER, pág. 52, lám. XVIII, fig. 1, lám. XXI, fig. 1.
- 1859 - *Glyptostrobus europaeus* var. *ungeri*, HEER, pág. 159, lám. CXLVI, figs. 13-14.
- 1859 - *Glyptostrobus europaeus*, MASSALONGO & SACARABELLI, págs. 152-153, lám. V, fig. 5, lám. XL, fig. 1.
- 1867 - *Glyptostrobus europaeus*, SAPORTA, pág. 49-50.
- 1970-1972 - *Glyptostrobus europaeus*, SCHIMPER, págs. 325-326.
- 1876 - *Glyptostrobus europaeus*, SAPORTA & MARION, págs. 221-224, lám. XXIII, figs. 1-7, lám. XXXVII, fig. 15.
- 1890 - *Glyptostrobus euroaeus*, BOULAY, pág. 25.
- 1891 - *Glyptostrobus europaeus*, ZITTEL, págs. 285-280, fig. 204.
- 1892 - *Glyptostrobus europaeus*, ETTINGSHAUSEN, págs. 70-72, lám. I, figs. 38-41.
- 1903 - *Glyptostrobus euroaeus*, MARTY, págs. 21-22, lám. I, fig. 18.
- 1922 - *Glyptostrobus europaeus* (BRNGT.) HEER (*Glyptostrobus heterophyllus* ENDL.), DEPAPE, págs. 118-120, lám. II, figs. 3-5.
- 1923 - *Glyptostrobus europaeus*, LAURENT & MARTY, págs. 8-9, lám. i, fig. 5.
- 1951 - *Doliosirobus rerollei*, BATALER, pág. 139.
- 1952b - *Glyptostrobus europaeus*, TEIXEIRA, pág. 52, lám. II, figs. 1-2.
- 1954 - *Glyptostrobus europaeus*, HANTKE, págs. 42-43, lám. 1, figs. 15-16.
- 1955 - *Doliosirobus rerollei*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 43-44.
- 1955 - *Taxodium distichum miocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 46-47, lám. XVII, fig. 1.
- 1958 - *Doliosirobus rerollei*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1958 - *Taxodium distichum miocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1959 - *Glyptostrobus europaeus*, ANDREÁNSZKY, pág. 52, lám. VIII, figs. 1, 6, lám. IX, fig. 1.
- 1969 - *Glyptostrobus europaeus*, KNOBLOCH, págs. 51, 62-63, lám. XXI, figs. 6-7, lám. XXII, fig. 1, lám. XXIV, figs. 1-2, 5, lám. XXXIV, fig. 4, lám. LVI, fig. 1.
- 1973 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU & OLOS, págs. 12, 34, lám. X, abb. 2-4, lám. XII, abb. 7, lám. XIV, abb. 2, lám. XV, abb. 1, 3, 6, 10.
- 1979 - *Glyptostrobus europaeus*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 9, 12-13, 15, lám. 1, figs. 2-4
- 1981 - *Glyptostrobus europaeus*, VIGÓN, pág. 23, lám. 1, figs. 5-5a.
- 1981 - *Glyptostrobus europaeus*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 96, lám. I, fig. 6, lám. II, fig. 6, lám. VII, fig. 4.
- 1985 - *Glyptostrobus europaeus*, BŮŽEK et al., pág. 14, lám. 2, figs. 1-9.

1990 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU, págs. 32-33, lám. 25, figs. 1-2, lám. 26, fig. 14, lám. 27, figs. 2-3, lám. 43, fig. 7.

1994 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU & BACIU, págs. 17, 19, lám. 1, figs. 1-2.

Material

Se han estudiado 58 ejemplares en buen estado de conservación, correspondientes a ramas con hojas, preservados como impresiones y compresiones con y sin trazas cuticulares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, torrente de la Bavosa, torrente de Vilella, Bor, Beders, camino de Balltarga a Bor y barranco de Salanca:

MGBG-A-117, MGBV-9448, MGBV-9449, MGBV-9450, MGBV-9451, MGBV-9730, MGBV-9772, MGBV-9852, MGBV-9856, MGBV-11722, MGBV-11732, MGBV-11733, MGBV-11735, MGBV-11736, MGBV-11737, MGSB-40419_{1,2}, MGSB-40453, MGSB-48182, MNCNV-311, MNCNV-713, MNCNV-731, MNCNV-817, MNCNV-818, MNCNV-819, MNCNV-832, MNCNV-857, MNCNV-870, MNCNV-914, MNCNV-960, MNCNV-3548, MNCNV-4797, MNCNV-4798, MNCNV-4799, MNCNV-4800, MNCNV-4801, MNCNV-4802, MNCNV-4803, MNCNV-4804, MNCNV-4805, MNCNV-4806, MNCNV-4807, MNCNV-4808, MNCNV-4809, MNCNV-4810, MNCNV-4811, MNCNV-4812, MNCNV-4818, MNCNV-4820, MNCNV-4821, UCM-BLL-002, UCM-BLL-003, UCM-CBEDERS-31, UCM-CBII-14, UCM-CBII-15, UCM-CCS-40, UCM-CTV-011, UCM-CTV-30, UCM-CTV-34.

Diagnosis original (HEER, 1855)

G. foliis omnibus squamaeformibus, adpressis, basi decurrentibus, ecostatis; strobilis breviter ovalibus, subglobosis, squamis apice semicirculari obtusis, 6-8 crenatis, dorso longitudinaliter sulcatis.

Descripción del material

Fragmentos finales de ramas con hojas aciculares dispuestas de forma helicoidal directamente sobre éstas; acículas con unos 1,6 cm de longitud y 0,1 cm de anchura, recorridas por un nervio medio; en las zonas terminales de algunas ramas, las hojas disminuyen de tamaño, adquiriendo el conjunto un aspecto empizarrado.



Fig. 7. *Glyptostrobus europaeus* MNCNV-4802

Acículas anfiestomáticas (Lám. III, fig. 7; Lám. IV, fig. 1), encontrándose la mayor

densidad estomática en cara adaxial de las acículas; estomas monocíclicos reunidos usualmente en 5-7 filas que recorren toda la longitud de la hoja, aunque ocasionalmente pueden aparecer en una sola fila; los estomas no aparecen situados de forma paralela al eje longitudinal del resto de las células epidérmicas, sino dispuestos de forma transversa formando ángulos de unos 45° con las células epidérmicas, en algunas ocasiones, este ángulo es mucho mayor; tamaño del conjunto de las dos células de guarda y el ostiolo $\approx 25,6-14,4 \mu\text{m}$; células acompañantes en número de 4-5; tamaño de las células acompañantes: $10 \times 26 \mu\text{m}$; pared celular de las células acompañantes más gruesa que la del resto de células $\approx 9 \mu\text{m}$; células epidérmicas usualmente rectangulares; tamaño de las células epidérmicas: $70-34 \times 14-8 \mu\text{m}$; presencia de punteaduras de menos de $1 \mu\text{m}$ de luz; espesor de la pared de las células epidérmicas: $1,5-1 \mu\text{m}$; no existen diferencias de espesor entre las paredes anticlinales y las periclinales; cerca de los estomas las células epidérmicas se redondean perdiendo su forma rectangular, volviéndose más anchas y poligonales con dimensiones de: $36-24 \times 60-22 \mu\text{m}$; estas células presentan en la pared celular el mismo grosor ya descrito.

Se han hallado conos femeninos de forma piriforme (Lám. III, fig. 8) en conexión anatómica con las ramas descritas; longitud: $1,4-1,3 \text{ cm}$; anchura: $1,6-1,2 \text{ cm}$; parece que las escamas tectrices se encuentran dispuestas en una zona central cerca de la inserción del cono y la rama, encontrándose ornamentadas por espínulas o excrecencias.

Observaciones

La especie descrita presentó una amplia distribución en Europa durante el Oligoceno y el Neógeno, siendo común en la mayor parte de las localidades donde se encuentra, seguramente al ser una planta anfibia que habitaba zonas pantanosas. Ha sido citado desde antiguo (HEER, 1868; NEWBERRY, 1898) en el Cretácico Superior y Terciario de América del Norte y regiones árticas. No obstante, estas citas deben ser revisadas ya que estos restos pueden pertenecer tanto a otras especies de *Glyptostrobus*, como a otras taxodiáceas. Parece ser que *G. europaeus* es una especie típica del Neógeno de Eurasia.

G. europaeus presenta una marcada heterofilia, encontrándose ejemplares con hojas empizarradas, ejemplares con hojas aciculares y ejemplares con caracteres mixtos. En los afloramientos de la Cerdaña aparecen normalmente ramillas con hojas aciculares, siendo en este caso este tipo de follaje común al de otras, o a parte del de otras taxodiáceas como pueden ser *Cryptomeria*, *Sequoia* y *Taxodium*.

Nuestros ejemplares recuerdan morfológicamente tanto por sus ramas, como por sus conos, a la especie del Neógeno de Satovča (Bulgaria), *Cryptomeria rhenana* Kilpper. Sin embargo, estudios cuticulares han demostrado que la especie de Bulgaria, a diferencia de la nuestra, presentaba los estomas dispuestos en columnas de 1 o dos filas (PAMALAREV et al., 1991).

Los estudios cuticulares realizados a partir de compresiones de *G. europaeus* tanto por nosotros como por GIVULESCU & OLOS (1973) y BŮŽEK et al. (1985), nos indican una estructura que se asemeja a la de otras especies de taxodiáceas, tanto fósiles, por ejemplo *Sequoia abietina* (Brngt.) Knobl. (PAMALAREV et al. (1991), como actuales (*G. lineatus*, *Cryptomeria japonica* D. Don., *S. sempervirens* Lamb.). Por esta razón, pensamos que el estudio de la cutícula de *G. europaeus* no es concluyente para su determinación. En este caso, sí lo es su marcada heterofilia.

El primero en detectar una taxodiácea en el Mioceno Superior de la Cerdaña fue MARION (1888), quien describió la especie *Doliosstobus rerollei* en base a ramas de *G. europaeus*, que relacionó con las araucariáceas, y, de una escama seminal que podría pertenecer a una pinácea. Obviamente, esta especie no tiene valor taxonómico, siendo sinónima de la que nos ocupa.

Algunos autores como KNOBLOCH (1969), apuntan que *G. europaeus* podría ser en antepasado de la especie actual *G. lineatus*.

Esta es la primera vez que se cita de una forma constatable la especie *G. europaeus* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Egeriense.** Schiltals, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).
- Chatiense.** Muğla-Ören-Alakalise, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Kumi, Grecia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).
- Mioceno Inferior.** Aliveri, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (SAPORTA & MARION, 1876); Viena, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
- Badeniense.** Balta Sărată, Caransebeș, Rumanía (GIVULESCU & BACIU, 1994).
- Helveciense.** Bonn, Alemania; Estiria, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).

- Karpatiense.** Tamsweg, Nedere Tauern, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).
 - Aragoniense.** Manisa-Soma-Deniş, Çanakkale-Çan-Demirci, Uşak-Ilyasli y Aydin-Şahinali, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).
 - Mioceno Medio/Superior.** Buñol, Valencia, España (ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGER, 1981).
 - Tortoniense.** Bohrung Smolkov, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
 - Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (HEER, 1855); Val d'Arno, Toscana, Italia (SAPORTA & MARION, 1876); Gabbro (Monte Livornesi), Italia (ROIRON, 1984); Sály, Mikófalva, Várpalota, Felsotárkány,, Tállya, Balaton y Erdőbénye, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
 - Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
 - Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Messiniense.** Senigalia y Carbonara Scrivia, Italia (ROIRON, 1984); Vegora, Grecia (VELITZELOS & GREGOR, 1990).
 - Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (ROIRON, 1984).
 - Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Silesia, Polonia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
 - Mio-Plioceno.** Falanthi cerca de Koroni, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
 - Daciense.** Vonšov, Checoslovaquia (BŮŽEK et al., 1985).
 - Plaisanciense.** Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Thèziers, Gard, Francia (DEPAPE, 1922); Saint Marcel, Ardèche, Francia (ROIRON, 1984).
 - Astiense.** Vacquiers, Gard, Francia (DEPAPE, 1922); Meximieux, Ain, Francia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
- Además se encuentra citado en el Plioceno del Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Skoura, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
- Plio-Pleistoceno.** Rio Maior, Portugal (PAIS, 1987).

Familia Cupressaceae Stefanoff, 1940-1941

Los restos fósiles de esta familia son difíciles de identificar, dada la gran diversidad de formas existentes. Los primeros registros de conos se remontan al Triásico Inferior de Francia y Estados Unidos (THOMAS & SPICER, 1987). Los restos de ramas han sido

tradicionalmente incluidos en géneros como *Thuites* Sternb., *Cupressinocladus* Watson y géneros actuales. Sin embargo, se ha demostrado que varias especies de *Cupressinocladus* son atribuibles a la familia Cherirolepidiaceae. Algunas especies del Cretácico Superior parecen poder ser ya consideradas como Cupressaceae, por ejemplo, *Cupressinocladus interruptus* (New.) Schweitz. Ésta presenta en las ramas con hojas el mismo patrón de ramificación que *Calocedrus* Kurz, y los conos masculinos como *Chamaecyparis* Spach. (MEYEN, 1987).

Esta familia se encuentra en la actualidad distribuida por ambos Hemisferios, encontrándose integrada por no menos de 22 géneros.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto palinomorfos como restos macroscópicos asignables a esta familia. Normalmente, tanto unos como otros son de atribución dudosa, aunque parece que el género *Juniperus* L., habitaba en la región, como lo prueba el hallazgo de ramas con hojas.

De los pocos restos fósiles asignables al género *Juniperus*, que actualmente presenta unas 70 especies que habitan en el Hemisferio Norte, los más antiguos se han colectado en el Paleoceno del Oeste de Groenlandia, en el límite norte de su presente área de distribución (FLORIN, 1963).

MICRORRESTOS

Cupressaceae

(Lám. IV, fig. 2)

Polen asignable a esta familia aparece en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo identificables con el paragénere *Cupressacites* (Bolchovitina) W. Krutzsch.

Es posible que como Cupressaceae estemos incluyendo palinomorfos de géneros y especies diferentes, pero esta familia presenta granos estenopalinos, por esta razón se agrupan todos a nivel de familia.

Las cupresáceas presentan dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos inaperturados, aunque, según BORTENSCHLAGER (1990), se presentan monoporados, nosotros no hemos podido confirmar ésto al M. O.; apolares; con simetría radial; esféricos; diámetro: 39-28 μm ; en muchas ocasiones al encontrarse hendidos por una

fisura, se hallan abiertos por la mitad; exina de aproximadamente 1 μm de espesor; sexina=nexina; superficie psilada o ligeramente gemada al M. O.

MACRORRESTOS

Juniperus sp.

(Lám. V, fig. 1)

- 1884-1885 - *Juniperus drupaceae* LABILL (*pliocénica*), RÉROLLE, págs. 184-185, lám. III, fig. 6.
1945 - *Juniperus drupaceae* LABILL var. *pliocénica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
1950 - *Juniperus drupaceae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 159.
1951 - *Juniperus drupaceae* LABILL var. *pliocénica*, BATALLER, pág. 139.
1955 - *Gymnosperma*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, Lám. LII, fig. 2.
1958 - *Juniperus drupaceae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
1981 - *Juniperus drupaceae*, ÁLVAREZ RAMIS, 556.
1981 - *Juniperus drupaceae*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.

Material

Se han estudiado 4 ejemplares preservados como impresiones de ramas con hojas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Bor y torrente de Vilella: MGM-455M, MNCNV-310, MNCNV-907, MNCNV-4794.

Descripción del material

Fragmentos de ramas con acículas que parecen helicoidalmente dispuestas sobre la rama, sentadas y recorridas por un nervio medio; longitud de las acículas: 1,14-0,83 cm; anchura de las acículas: 0,3-0,1 cm; en las zonas terminales parece haber una acumulación de acículas.

Observaciones

Estamos de acuerdo con MENÉNDEZ AMOR (1955), en relacionar a este tipo de resto foliar con la familia Cupressaceae. Posiblemente también deberíamos relacionar este tipo de resto con los que RÉROLLE (1884-1885) describió como *Juniperus drupaceae* Lab. var. *pliocénica* Rér. Sin embargo, creemos que no es posible asignar estos restos a ninguna especie en concreto, dado su estado de preservación, puesto que se necesitaría para ello un estudio anatómico.

Cupressaceae tipo 1

(Fig. 8; Lám. IV, figs. 3, 4 y 5)

1955 - *Glyptostrobus europaeus*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 47-48, Lám. XVII, fig. 2.

1958 - *Glyptostrobus europaeus*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.

Material

Se han estudiado 7 ejemplares preservados como compresiones con la cutícula preservada o como impresiones de ramas con hojas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MNCNV-713, MNCNV-4813, MNCNV-4814, MNCNV-4816, MNCNV-4817, MNCNV-4819, MNCNV-4822.

Descripción del material

Fragmentos de ramas con hojas escuamiformes y empizarradas (Lám. IV, fig. 5); longitud de las ramas muy variable: 4,7-0,86 cm; anchura de las ramas: 0,3-0,2 cm; patrón más o menos dicótomo en el desarrollo de las ramas; ápice de las ramas redondeado; hojas reunidas en verticilos de 3 en 3 (es posible que existiera una cuarta que no se observa en los ejemplares colectados al encontrarse en el lado contrario de la rama), envolviendo dos de ellas, que se destacan al sobresalir por los lados del tallo, a la tercera que se desarrolla debajo de éstas; hojas decurrentes, acuminadas y con nervio medio; las zonas más apicales de las ramas presentan hojas más pequeñas, con el ápice agudo y estrechamente imbricadas las unas con las otras.

Se ha colectado un ejemplar con restos de cutícula preservada, pero aunque se ha

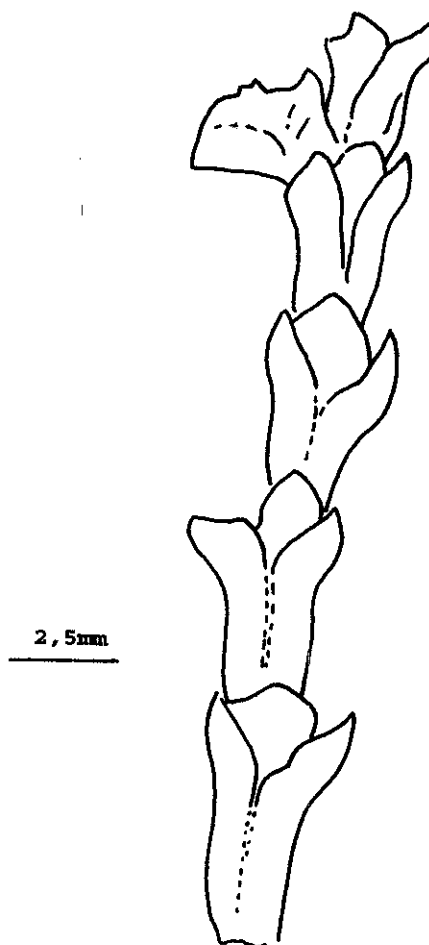


Fig. 8. Cupressaceae tipo 1. MNCNV-713

podido estudiar la cutícula, no ha sido posible saber si estas hojas de este taxon fueron epi, sub o anfiestomáticas.

Estomas monocíclicos hundidos que forman bandas estomáticas (Lám. IV, fig. 3); tamaño aproximado: $19 \times 9,6 \mu\text{m}$; presencia de un anillo de 4-6 células acompañantes estrechas, de aproximadamente $4 \times 14-10 \mu\text{m}$; paredes de las células de guarda y de las acompañantes más gruesas que las del resto de las células epidérmicas, con aproximadamente $9 \mu\text{m}$ de espesor. Las células acompañantes presentan su contorno algo ondulado formando excrecencias, no existiendo diferencias de grosor entre las paredes anticlinales y las periclinales.

Células epidérmicas alargadas, rectangulares, de contornos rectos; paredes celulares gruesas, tanto las anticlinales como las periclinales tienen unos $6 \mu\text{m}$ de espesor; dimensiones: $100,8-80 \times 16-9 \mu\text{m}$; presencia de punteaduras de unas $1,6 \mu\text{m}$ de luz tanto en las paredes anticlinales como en las periclinales. Alrededor de los estomas las células epidérmicas se acortan llegando a ser cuadrangulares o redondeadas; tamaño aproximado: $35 \times 16 \mu\text{m}$, o incluso más pequeñas; presencia de punteaduras de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de luz.

Observaciones

Los ejemplares de la Cerdaña fueron relacionados de una forma errónea por MENÉNDEZ AMOR (1955, 1958), con la taxodiácea fósil *Glyptostrobus europaeus*. La cual, como hemos descrito en un apartado anterior, presenta características morfológicas y anatómicas muy diferentes a las de éstos ejemplares.

Desde un punto de vista morfológico, los ejemplares descritos podrían atribuirse a los géneros *Platycladus* Spach., y *Chamaecyparis*. Desgraciadamente, no se han obtenido conos que pudieran indicarnos con cuál de estos dos taxones podrían relacionarse.

Especies fósiles con una morfología muy semejante o idéntica a la de los ejemplares hallados en la Cerdaña son: *Thuiopsis massiliensis* Sap., del Estampiense de Saint-Jean-de-Garguier (SAPORTA, 1865); *Thuja rösslerana* Ludw., del Chatiense de Wetterau (ETTINGSHAUSEN, 1868); *Thuites ehrenswärdis* Heer, del Paleógeno de Sachalin (HEER, 1878); *Hellia salicornioides* Ung., del Mioceno Medio de FASTERHOLT, Dinamarca (FRIIS, 1977); *Thuites* sp. cf. *T. ehrenswärdis* Heer, del Mioceno Superior de Wei-Tch'ang (DEPAPE, 1932); *Chamaecyparis* cf. *pisifera* Sieb. & Zucc., del Plioceno tardío de Nová Ves (BŮŽEK et al., 1985); y *Thuja saviana* Gaud., del Neógeno de Satovča (PAMALAREV et al., 1991).

En cuanto a la epidermis, hemos de destacar, por una parte, que se encuentra fragmentada, por lo que no podemos saber si los estomas se disponían en su haz, en su envés o en ambos lugares. Por otra, la cutícula estudiada presenta características similares a las de los géneros actuales: *Platyclusus*, *Chamaecyparis* y *Calocedrus*; así como a las de otras especies fósiles englobadas en los géneros citados, como *Chamaecyparis* cf. *pisifera* Sieb. & Zucc., del Plioceno de Checoslovaquia (BŮŽEK et al., 1985).

En conclusión: en tanto no se encuentren conos femeninos, no podemos inferir qué género de Cupressaceae, con las características descritas, habitó durante el Mioceno Superior en la Cerdaña. Por esta razón, determinamos los restos estudiados como Cupressaceae en nomenclatura abierta. Es la primera vez que se describen este tipo de restos en la Cerdaña como Cupressaceae.

Cupressaceae tipo 2

(Fig. 9; Lám. IV, figs. 6 y 7)

Material

Se han colectado dos tipos de restos de ramas con hojas en excelente estado de conservación en forma de compresiones sin la cutícula preservada, ambos se han colectado en los afloramientos de Coll de Saig (MNCNV-4820) y barranco de Salanca (MNCNV-4814).

Descripción del material

Fragmentos terminales de ramas de distintas longitudes y anchuras (0,37x0,22 cm el ejemplar de Coll de Saig y 3x0,1 cm el del Barranco de Salanca); presentan hojas pequeñas escuamiformes empizarradas, no observándose bien su disposición, pudiera ser que estuvieran dispuestas helicoidalmente alrededor de la rama.

En su zona apical, el ejemplar MNCNV-4820 presenta tres conos masculinos de 0,08 cm de diámetro y 0,11 cm de longitud, apareciendo uno en posición apical y los otros dos en posición lateral; aspecto empizarrado de las escamas del cono.

Observaciones

Estos ejemplares que pudieran ser relacionados con varios géneros de Cupressaceae como *Juniperus* L., *Cupressus* L. y *Chamaecyparis*, no han preservado restos cuticulares, por lo que no podemos realizar ninguna apreciación morfológica acerca de ellos, aunque es

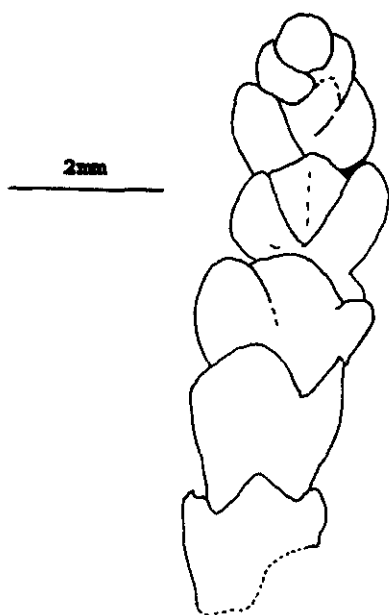


Fig. 9. Cupressaceae tipo 2 MNCNV-4814

posible que, como en el caso anterior, no pudiéramos inferir a partir de la información anatómica a qué géneros deberían ser asignados.

En cuanto a la presencia de conos masculinos, llegamos a la misma conclusión, ya que podemos atribuirlos claramente a la familia Cupressaceae, pero no a ningún género en concreto.

No podemos descartar tampoco que la cupresácea tipo 1 descrita con anterioridad y la que nos ocupa, sean ramas polimórficas de un mismo taxón, ya que varias cupresáceas desarrollan fenómenos de este tipo. Del mismo modo que en el anterior caso, es la primera vez que se describen este tipo de restos en la Cerdaña.

Familia Pinaceae Hutchinson, 1924

Sus primeros registros han sido hallados en el Norte de Carolina (Estados Unidos) y la Formación Pekín (China) de edad triásica. Se trata de conos seminíferos que presentan típicas morfologías seminales y polínicas que se han incluido en el género parataxónico *Compsostrobus* DELEVORYAS & HOPE (DELEVORYAS & HOPE, 1973; THOMAS & SPICER, 1987; TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Durante el Mesozoico, las pináceas empezaron a tener importancia en las floras del Globo. A finales del Paleógeno, adquirieron un importante papel como integrantes de la vegetación del Hemisferio Norte (MEYEN, 1987).

Esta familia se encuentra formada en la actualidad por 11 géneros y alrededor de 300 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte, desde la taiga hasta el subtrópico.

En la Depresión Ceretana fueron un componente muy importante de la vegetación, como podemos inferir a causa de la gran cantidad de restos fósiles que se han encontrado en todos los afloramientos de la zona. La presencia masiva de granos de polen atribuibles a pináceas se debe fundamentalmente a que casi todos sus géneros presentan palinomorfos con sacos aéreos. Éstos se forman a causa de un crecimiento de la ectexina del grano (SIVAK, 1975).

Hemos podido detectar la presencia de representantes de los género *Abies* Mill., *Cathaya* Chun & Kuang, *Cedrus* Trew. y *Picea* Dietr. a partir de palinomorfos; habiendo hallado tanto granos de polen como macrorrestos de los géneros *Pinus* L. y *Tsuga* Carr.

El registro fósil de *Abies* parece comenzar en el Cretácico Inferior de la Unión Soviética en donde se han hallado palinomorfos (FERGUSON, 1967). En este mismo país, granos de polen pertenecientes a este género se han encontrado en el tránsito Cretácico/Paleoceno (FERGUSON, 1967). A través del Terciario su registro es continuo, llegando hasta la actualidad.

El género *Abies* presenta hoy en día alrededor de 95 especies que se distribuyen por Norteamérica, Asia Oriental y Central y el área circunmediterránea (GAUSSEN, 1964).

El género *Cathaya* ha sido registrado a partir de palinomorfos en el Oligoceno. Macrorrestos han sido encontrados en los sedimentos neógenos del valle del río Aldan, en el Este de Siberia (FLORIN, 1963). Este género fue recientemente descrito en China, presentando hoy en día una sólo especie (*C. argyrophylla* Chun & Kunag) que habita en las regiones de Kouang-Si y Setchouan (GAUSSEN, 1959).

Los primeros palinomorfos asignables al género *Cedrus* provienen del Jurásico de los Urales (FERGUSON, 1967). Aunque se le han asignado gran cantidad de fósiles en el Mesozoico, parece que los primeros restos macroscópicos verdaderamente asignables a este género provienen del Oligoceno de Siberia Oriental y Central, habiendo sido descritos como *C. lopatini* (Heer) Schimper (GAUSSEN, 1964).

Cedrus presenta en la actualidad únicamente 4 especies que habitan en Chipre, Asia Menor, la cordillera del Atlas y el Himalaya (GAUSSEN, 1964).

Parece que los restos más antiguos conocidos del género *Picea* son palinomorfos del Jurásico de Srednem (Urales) (FERGUSON, 1967); y leños del Cretácico Inferior de Spitzberg, descritos como *Piceoxylon antiquus* Goth. (GAUSSEN, 1966).

El género *Picea* presenta hoy en día alrededor de 40 especies que se distribuyen por zonas templadas y frías del Hemisferio Norte (FLORIN, 1963).

Parece ser que los antepasados del género *Pinus* son especies del paragénero *Pityostrobus* HARRIS, del Jurásico tardío (AXELROD, 1986). Los primeros registros de *Pinus* tal y como se le conoce en la actualidad son conos del Cretácico Inferior de Bélgica, descritos como *P. belgica* Alvin (THOMAS & SPICER, 1987; TAYLOR & TAYLOR, 1993)

En el conjunto de Pinaceae, *Pinus* es el género que en la actualidad posee mayor

número de especies. Según los autores consultados presentaría entre 90 y 122 (GAUSSEN, 1960; FLORIN, 1963). Se distribuye por Europa, Asia, Norte de África y Norteamérica.

Finalmente, el registro más antiguo del género *Tsuga* proviene del Eoceno de la provincia marítima de Siberia (FLORIN, 1963; GAUSSEN, 1966). Éste género presenta actualmente 10 especies que habitan en Norteamérica y Asia Oriental.

MICRORRESTOS

Abies sp.

(Lám. V, fig. 2)

Polen asignable al género *Abies* aparece en mayor o menor proporción, en algunos casos puntualmente, en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referible al paragénero *Abiespollenites* Thiery.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en visión lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos de circulares a elípticos; en vista distal y proximal: cuerpo de circular a elíptico y sacos aéreos más o menos elípticos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 114-107 μm ; altura del cuerpo= 64-78 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 6-4 μm ; altura de los sacos aéreos: 50-40 μm ; anchura de los sacos aéreos: 48-90 μm ; anchura de los alveolos: 10-8 μm .

En vista distal: longitud de los sacos aéreos= 72,4 μm ; anchura de los alveolos= 6 μm .

En vista proximal: anchura del cuerpo= 88 μm ; anchura de la exina= 6 μm .

Sexina aproximadamente 3 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; al M. O. los sacos aéreos presentan un retículo con celdillas o alveolos poligonales o casi, siendo estas estructuras internas; superficie del cuerpo y los sacos al M. E. más o menos psilada o ligeramente granulada.

Observaciones

Algunos de los granos de polen colectados presentan semejanzas con la especie *Abiespollenites maximus* W. Kr., descrita en el Eggenburgiense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría por NAGY (1985).

***Cathaya* sp.**

(Lám. V, fig. 3)

Aparece de forma más o menos abundante en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo la mayor parte de los granos de polen identificables con la especie fósil *Cathaya gaussenii* Sivak. Esta especie se ha encontrado en el Oligo-Mioceno de Escornebeau, Francia (SIVAK, 1976); y en el Egeriense, Badeniense y Karpatiense de Hungría (NAGY, 1985). Según SIVAK (1976), estos granos de polen son muy parecidos a los de la especie actual *C. argyrophylla*, pero difieren de ésta por los elementos de la exina que al M. O. presentan un aspecto de red. PLANDEROVÁ (1990) describe el género parataxónico *Cathayapollenites* (Chung & Kuang) Planderová, incluyendo en éste a todas las especies fósiles descritas a partir de palinomorfos.

Para la descripción de este tipo de palinomorfo tendremos en cuenta el esquema de medidas propuesto por SIVAK (1976) para el género, ya que únicamente hemos podido atribuir a éste granos de polen que se hallaban en vista distal o proximal, pues su punto de equilibrio debe ser el mencionado.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista proximal se observa un cuerpo más o menos esférico con dos sacos aéreos, que en conjunto superan en tamaño al cuerpo; en vista distal se observan dos sacos aéreos con forma de semicírculo dejando libre una estrecha banda entre ellos correspondiente a la zona germinal.

Medidas: longitud del cuerpo= 51-39 μm ; anchura del cuerpo= 45-28 μm ; longitud total del grano= 89-72 μm ; longitud de los sacos aéreos= 56-42 μm ; altura de los alveolos= 3,5-2,5 μm ; exina del cuerpo= 4-3 μm :

Sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; sacos aéreos reticulados con alveolos más o menos poligonales; superficie más o menos psilada al M. E. B.

***Cedrus* sp.**

(Lám. V, fig. 5)

Granos de polen asignables a este género aparecen por vez primera en la Cerdaña, de forma poco abundante o puntualmente en todos los afloramientos estudiados, menos en el de

la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, siendo referible al paragénere *Cedripites* Wodehause.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista lateral: cuerpo de esférico a planoconvexo y sacos aéreos esféricos; en vista proximal y distal: cuerpo más o menos esférico, no se han observado nunca sacos aéreos en vista proximal o distal, únicamente cuerpos sueltos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 75-69 μm ; altura del cuerpo= 68-45,5 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 12-5,5 μm ; altura de los sacos aéreos= 77-47 μm ; anchura de los sacos aéreos= 64,5-27 μm ; anchura de los alveolos= 6,3-3,6 μm ;

En vista proximal y distal: anchura del cuerpo: 77-65,5 μm ; anchura de la exina del cuerpo= 7-4 μm .

Exina del cuerpo muy gruesa, formando crestas irregulares; sexina hasta 6 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; sacos aéreos formados por la ectexina, de aspecto reticulado con alveolos más o menos poligonales en el interior; superficie de los sacos más o menos psilada al M. E. B.; cuerpo rugulado de forma irregular al M. O.

Observaciones

Tras revisar el trabajo de AYTUG (1961), donde se efectúa un estudio morfométrico de los granos de polen de las diferentes especies actuales del género *Cedrus*, podemos afirmar que los palinomorfos de la Cerdaña presentan un tamaño mayor que los de las especies actuales.

***Picea* sp.**

(Lám. V, fig. 4)

Palinomorfos atribuibles a este género se han hallado de forma poco abundante en todos los afloramientos de la Cerdaña (por vez primera), salvo en el del Riu de Santa María y en Oliá 2. Este tipo de polen es identificable con el género parataxónico *Piceapollenites* Thiery.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos semiesféricos que no sobresalen del cuerpo, continuándose con éste; en vista proximal y distal: cuerpo de esférico a elíptico.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 112-99 μm ; altura del cuerpo= 57-54 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 4-3,5 μm ; altura de los sacos aéreos= 46-40 μm ; anchura de los sacos aéreos= 67-64 μm ; anchura de los alveolos= 3 μm .

En vista distal: longitud de los sacos aéreos= 42 μm ; anchura de los alveolos= 1 μm .

En vista proximal: anchura del cuerpo= 107 μm ; espesor de la exina= 3,5 μm .

Sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; sacos aéreos pequeños y pegados al cuerpo; alveolos pequeños; superficie de los sacos psilada y cuerpo granulado al M. E. B.

Observaciones

Los granos de *Picea* hallados en los sedimentos miocenos de la Cerdaña pudieran ser asignados tanto a *Piceapollenites alatus* (R. Pot.) Thierg., como a *P. neogenicus* Nagy, que aparecen en Hungría del Oligoceno Superior al Pannoniense. Según NAGY (1985), la primera paraespecie presenta un espesor de exina de 5 μm , y la segunda de 2,5-2 μm . Nuestros ejemplares desarrollan unos grosores de exina de 4-3,5 μm , intermedios entre los de las dos paraespecies, por lo que no podemos asignar los palinomorfos ceretanos a ninguna paraespecie de las citadas en concreto.

***Pinus* sp.**

(Lám. VI, figs. 3 y 8; Lám. XXXIX, figs. 1 y 2)

Para el estudio taxonómico de este género se da importancia al número de haces vasculares incluidos en el cilindro central de las acículas (RUIZ DE LA TORRE, 1979). Los pinos con un solo haz se denominan monostéllicos, y diplostéllicos los que presentan dos. Estos dos grupos de *Pinus* se diferencian también por la morfología de sus palinomorfos. Así, las especies del género *Pinus* se han agrupado tradicionalmente en dos tipos polínicos:

1- *Pinus* tipo haplostéllico: en este tipo se incluyen granos de polen cuyos flotadores son más grandes que el cuerpo.

2- *Pinus* tipo diplostéllico: presentan por lo general la longitud de los flotadores menor

que la anchura del cuerpo.

SIVAK & RAZ (1976) expresan que los granos de polen determinados como tipo haplostélico no corresponden obligatoriamente a éste. En lugar de tener en cuenta el tamaño de los flotadores con respecto al cuerpo, se debe contemplar, para distinguir estos dos grupos, la existencia o no de granulaciones en la zona germinal de los palinomorfos.

Así, según SIVAK & RAZ (1976), los granos de polen producidos por pinos haplostélicos son los que presentan gránulos internos sobre la zona germinal; y diplostélicos, los que presentan la cara interna de la zona germinal lisa. Estos gránulos se observan como reticulaciones al M. O., debiéndose estudiar bajo el objetivo de inmersión.

Granos de polen asignables al género *Pinus* se han hallado en todos los afloramientos de la Cerdaña, usualmente, de forma muy abundante. Su atribución a un tipo u otro nos resulta complicada, ya que por una parte se observan granulaciones muy patentes en la zona germinal de palinomorfos que, por el tamaño de sus flotadores, se relacionarían de manera tradicional con los pinos diplostélicos. Y, por el contrario, granos que incluiríamos por el gran tamaño de sus flotadores en el tipo haplostélico no presentan gránulos en la zona germinal, si bien esto pudiera ser debido a una degradación del palinomorfo durante el proceso de fosilización o durante la confección de las preparaciones polínicas de esta memoria.

Por otra parte se han encontrado ejemplares de características morfológicas intermedias y granos cuya posición no nos permite observar claramente sus caracteres, por lo que no hemos conseguido determinar su relación con uno u otro tipo polínico.

También queremos poner de manifiesto que hay que ser cautos al analizar las conclusiones ambientales que podamos obtener a partir de la información que nos faciliten los granos atribuibles al género *Pinus*, ya que muchas de sus especies explotan nichos ecológicos muy distintos, presentando palinomorfos idénticos.

Para concluir, dado el problema que encontramos para asignar los palinomorfos estudiados a un tipo u otro, y dado que la adscripción de éstos a un tipo determinado no resulta de mucha utilidad en la reconstrucción del ambiente mioceno, hemos optado por describir los granos asignables al género *Pinus* en conjunto, considerándolos simultáneamente en los contajes polínicos.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en visión

lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos casi circulares; en visión circular y distal: cuerpo de circular a elíptico y flotadores elípticos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 90-64 μm ; altura del cuerpo: 52,5-31,25 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 3-1,25 μm ; altura de los sacos aéreos: 44-31 μm ; anchura de los sacos aéreos: 67-30 μm ; anchura de los alveolos: 6-3 μm .

En vista distal: anchura del cuerpo: 75-49 μm ; espesor de la exina: 4-2,5 μm .

En vista distal: longitud de flotadores: 69-46 μm ; anchura de los alveolos: 6-4 μm .

Sexina aproximadamente 2-3 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; cuerpo de aspecto reticulado al M. O., retícula interna; al M. E. B. cuerpo granuloso (Lám. VI, fig. 8b); superficie de los flotadores reticulada al M. O. y psilada al M. E. B. (Lám. XXXIX, fig. 2); sacos aéreos con retículo interno; alveolos poligonales.

Observaciones

Los palinomorfos estudiados son relacionables con las especies parataxónicas *Pinuspollenites labdacus* R. Pot., y *P. latisaccatus* (Trev.) Nagy. Según NAGY (1985), la primera paraespecie aparece durante todo el Neógeno en Hungría, en el Mioceno Medio de Polonia, y en el Mioceno Medio y Superior de Alemania; la segunda paraespecie se ha hallado del Egeriense al Pannoniense de Hungría y en el Mioceno Superior de Toscana (Italia).

A nuestro modo de ver, estas dos paraespecies solamente se diferencian en sus medidas, siendo la primera más pequeña que la segunda, por lo que quizás debieran considerarse como una única especie.

Hemos encontrado algunas formas con la exina del cuerpo central con una morfología irregular que asemejan al M. O. crestas o verrugas, siendo relacionables con *P. verrucatus* (Trev.) Nagy, que se encuentra en los sedimentos miocenos del Egeriense al Pannoniense en Hungría.

Creemos posible que la existencia de todas estas especies parataxónicas pueda ser debida a un fenómeno de polimorfismo en los granos del género *Pinus*.

***Tsuga* sp.**

(Lám. VII, figs. 1 y 2)

Granos asignables a esta especie se han encontrado de forma puntual en los

afloramientos de Beders, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pí, riu de Santa María, vertedero de Sampsor, barranco de Salanca y mina de Sanavastre; apareciendo de forma relativamente abundante en la mina de Sampsor. Parece que los granos hallados en el Mioceno Superior de la Cerdaña son relacionables con la especie actual *T. canadensis* (L.) Carr., ya que no presentan espinas en el opérculo, si bien, los granos ceretanos presentan un tamaño mucho mayor. También parecen relacionables con las especies parataxónicas: *Tsugaepollenites rueterbergensis* (W. R.) Nagy, del Pannoniense del sur de Hungría y el Plioceno de Alemania; y *T. maximus* (Raatz) Nagy, del Eggeburgiense, Badeniense superior y Pannoniense Superior de Hungría y el Mioceno Medio de Alemania. Según NAGY (1985) el registro estratigráfico de esta última paraespecie va del Oligoceno Medio al Mioceno.

Descripción del material

Granos inaperturados; con simetría bilateral; heteropolares; elípticos en vista lateral; más o menos redondeados en vista proximal y distal; la exina se ensancha hacia la zona distal formando una especie de reborde.

En vista lateral: espesor de la exina $\approx$ 5-6 μm ; no se ha observado nunca el opérculo, por lo que no podemos saber su espesor; altura del grano: 45-40 μm .

En vista distal: diámetro externo del grano: 114,5-86 μm ; diámetro del opérculo $\approx$ 68 μm ; anchura del reborde de exina $\approx$ 13,5 μm .

En vista proximal: diámetro de la exina: 72-62 μm ; diámetro interno del grano: 63,5-45,5 μm ; espesor de la exina: 8-3,6 μm .

Sexina hasta 5 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie granulada-ondulada; al M. E. B. se observan grandes verrugas de aspecto irregular (Lám. VII, fig. 2a).

Pinaceae indet.

En este apartado hemos reunido un conjunto de granos de polen asignables a la familia Pinaceae que no hemos podido atribuir a ningún género en particular debido a su morfología aberrante, es decir, que no presentan las características propias de los géneros de pináceas descritos. Estos tipos de palinomorfos aparecen de forma poco frecuente o puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en Oliá. Hemos podido distinguir cuatro morfologías

diferentes:

Descripción del material

a) tipo 1: granos bisacados, con los sacos aéreos de mayor diámetro que el cuerpo, el cual presenta una gruesa exina y estriaciones más o menos radiales en su superficie.

Este tipo ha sido relacionado por varios autores (PONS, 1964; NAGY, 1985) con el género *Podocarpus* L'Herit., ya que presenta palinomorfos similares a los descritos. Sin embargo, cuando se realizan preparaciones acetolizadas de ejemplares de especies actuales de *Pinus* es usual encontrar este tipo de granos entre palinomorfos normales.

Por su parte, el género *Podocarpus* en la actualidad se desarrolla en el Hemisferio Sur, aunque durante el Mesozoico también habitó en el Hemisferio Norte, extinguiéndose de esta región durante el Terciario. Por esta razón, los palinomorfos descritos son con seguridad granos de morfología aberrante de *Pinus* y tal vez *Cathaya* y no palinomorfos del género *Podocarpus*. Además, SIVAK (1975), expone que la estructura de los alveolos de los sacos aéreos de este tipo de polen no presenta ninguna semejanza con los de *Podocarpus*.

b) tipo 2: granos bisacados con uno de los sacos aéreos mucho más desarrollado que el otro. El saco mayor sobresale por debajo del cuerpo en vista distal.

Posiblemente este tipo de polen pudiera relacionarse con *Cathaya*.

c) tipo 3: granos con los dos sacos aéreos fusionados, o con uno sólo que rodea a todo el cuerpo; en vista distal el contorno de todo el grano es más o menos elíptico o circular; el saco puede encontrarse ondulado.

Pensamos que este tipo de polen quizás pudiera relacionarse con el género *Pinus*.

d) tipo 4: granos trisacados; sacos dispuestos de forma más o menos simétrica asemejando una especie de triángulo con los ápices redondeados. El conjunto presenta más de 100 µm de longitud.

Quizás estos granos debieran relacionarse con los géneros *Abies* y *Pinus*, aunque SIVAK (1975), dice que la presencia de 3 ó 4 sacos aéreos es poco frecuente en las abietáceas, siendo usual en *Picea* y *Keteleeria* Carr.

MACRORRESTOS

aff. *Abies* sp.

(Fig. 10; Lám. VI, fig. 4)

1884-1885 - *Abies saportana*, RÉROLLE, págs. 182-184, lám. III, fig. 4.

1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 44, Lám. XVI, fig. 5.

Material

Se han estudiado 23 ejemplares de semillas, colectados como impresiones y compresiones en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, San Salvador y barranco de Salanca:

MGM-318M, MGBV-9780, MGBV-9793, MGBV-9794, MGSB-40222, MGSB-40456, MGSB-48166_{1,2}, MNCNV-309, MNCNV-3093, MNCNV-4316, MNCNV-4768, MNCNV-4769, MNCNV-4770, MNCNV-4775, MNCNV-4777, MNCNV-4778, MNCNV-4780, MNCNV-4781, MNCNV-4824, MNCNV-4825, MNCNV-4826, MNCNV-4827.

Descripción del material

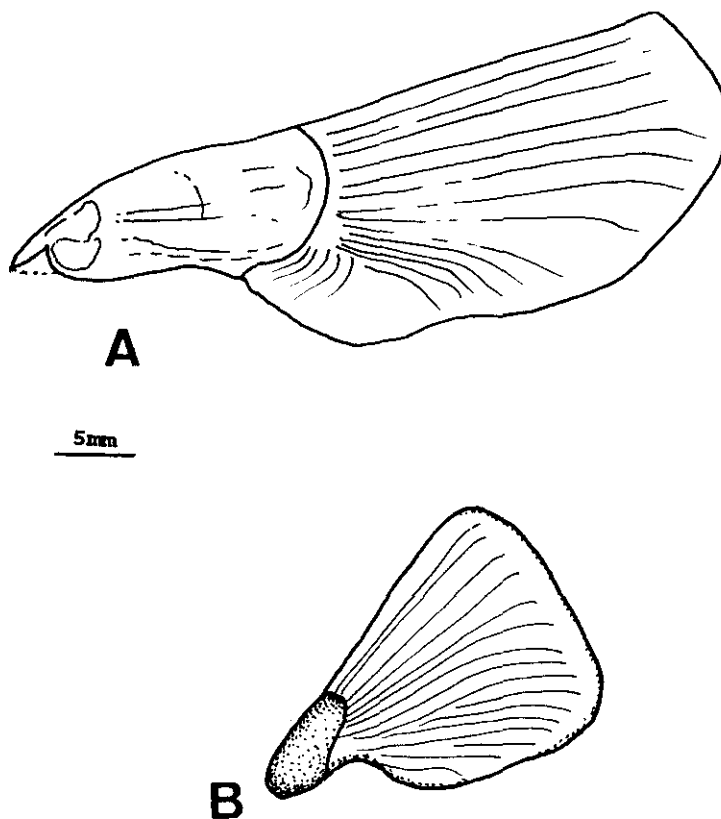


Fig. 10. aff *Abies* sp.:
A- MNCNV-3093
B- MNCNV-4770

Piñones alados, adnados; longitud≈ 2,6-0,47 cm; semilla alargada, adelgazada en su ápice, a menudo presenta pliegues a causa de los procesos de fosilización sufridos; longitud de la semilla: 0,95-0,2 cm; anchura de la semilla: 0,48-0,2 cm; ala con forma trapezoidal o flabeliforme que envuelve en parte o casi totalmente a la semilla, presentando en su extremo una anchura de 1,46-0,6 cm; longitud del ala: 1,65-0,44 cm; presencia de estrías que nacen en la zona de contacto con la semilla y siguen un curso paralelo recorriendo toda la superficie del ala y curvándose en la zona final; gran densidad de estriaciones en la zona de

contacto con la semilla, la densidad se hace menor sobre el ala.

Observaciones

Ejemplares muy parecidos a los ceretanos, han sido colectados y descritos en el Pontienne de Joursac como *A. ramesi* Sap. (MARTY, 1903); en el Pontienne de Rochessaue como *Cedrus vivarensis* Boul.; en el Pontienne de Rochessaue como *A. cephalonica* Loud., y *Abies* sp. (GRANGEON, 1958); y en en el Plioceno de Mont Dôré como *Picea*? (BOULAY, 1892).

Algunos autores como PAMALAREV (1989), opinan que la especie descrita por RÉROLLE (1884-1885), *A. saportana*, sería la antepasada de *A. pinsapo* Boiss., y *A. cephalonica*; sin embargo, a nuestro juicio, estos restos podrían también ser relacionados con el género *Cedrus*, el cual se encuentra representado en los afloramientos de la Cerdaña a partir de palinomorfos. Por esta razón nominamos los ejemplares estudiados como aff. *Abies* sp.

aff. *Cedrus* sp.

(Fig. 11; Lám. VII, fig. 5)

1955- *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 44-45, Lám. XVI, fig. 3.

Material

Se han estudiado 9 ejemplares correspondientes a conos masculinos en forma de impresión con un excelente estado de conservación. Los especímenes que a continuación mencionamos se colectaron en Coll de Saig, Beders y barranco de Salanca:

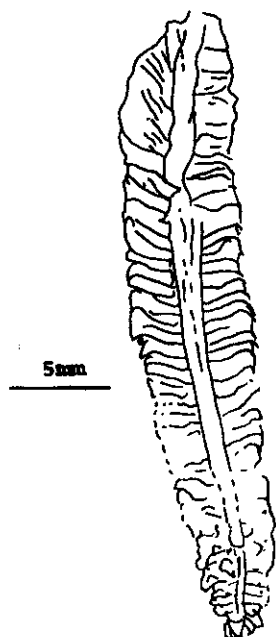
MGBV-11724, MGBV-11725, MGSB-48162, MGM-182M, MNCNV-714, MNCNV-4350, MNCNV-4376, MNCNV-4744, MNCNV-4746.

Descripción del material

Conos masculinos, sésiles; longitud: 2,8-1,04 cm; anchura: 0,5-0,3 cm; forma alargada, cilíndrica, más estrecha en su zona apical; presentan un eje central que les recorre longitudinalmente, de donde sale un conjunto de escamas seguramente en disposición helicoidal (ésto último no se puede asegurar), imbricadas unas con otras curvándose en su parte más alejada del eje central; entre ellas existen espacios en donde se desarrollaron los sacos polínicos.

Observaciones

Este tipo de resto es reseñable desde un punto de vista tafonómico, ya que cuando se colectaron los conos masculinos se encontraban abiertos longitudinalmente en dos mitades, pudiéndose observar la disposición de las escamas.



Este tipo de cono es usual en el género *Cedrus*, aunque también es posible que lo desarrollaran otras Pinaceae como *Abies*, *Cathaya* y *Picea*. Por esta razón, nombramos los ejemplares colectados como aff. *Cedrus* sp. Es la primera vez que se cita este taxón en la Cerdaña a partir de macrorrestos.

Pinus sp.

(Lám. VI, fig. 1)

1955 - *Pinus paloestrobis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 45-46, Lám. XVI, fig. 1.

Material

Se han estudiado 39 ejemplares correspondientes a acículas procedentes de los afloramientos de Beders, camino de Balltarga a Bor, Coll de Saig y barranco de Salanca, en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada en buen estado de conservación:

MGBG-A-13, MGBG-A-70, MGBG-A-74, MGBG-A-116, MGBG-A-154, MGBG-A-159, MGBG-A-224, MGBG-A-226, MGBV-9464, MGBV-9686, MGBV-9761, MGBV-10569, MGBV-11723, MGSB-21773, MGSB-31372₁₋₇, MGSB-31375, MGSB-40419₁₋₃, MGSB-48179, MNCNV-314, MNCNV-683, MNCNV-963, MNCN-2545, MNCNV-3090, MNCNV-3579, MNCNV-3640, MNCNV-4758, MNCNV-4759, MNCNV-4760, MNCNV-4762, MNCNV-4763, MNCNV-4764.

Descripción del material

Hojas aciculares reunidas en número de 5 a 3 en braquiblastos; longitud: 7,1-5,5 cm; anchura ≈ 0,1 cm; 5-3 acículas reunidas en braquiblastos de forma rectangular con longitud: 0,3 cm y anchura: 0,2 cm. No obstante, parece que también hay ejemplares con dos acículas por braquiblasto (MNCNV-314).

El ejemplar MNCNV-314 es una rama terminal donde se observa una yema de 3,7 cm de longitud y 0,6 cm de anchura, sobre ésta se desarrollan las acículas.

Observaciones

La especie *P. palaeostrobus* fue citada en el Mioceno Superior de la Cerdaña por MENÉNDEZ AMOR (1955), a partir de acículas y un cono (éste último erróneamente asignado a esta especie). *P. palaeostrobus* fue descrito por HEER (1855) en el Mioceno de Suiza, y más tarde por SAPORTA (1865), en el Oligoceno Superior francés, a partir de acículas reunidas en grupos de 4 ó 5 por braquiblasto. Estos autores no realizaron estudios cuticulares, describiendo únicamente la morfología de las acículas y llegando a la conclusión de que este pino terciario era el antepasado de la especie actual *P. strobus* L., nativa del Este de Norteamérica.

Un caso parecido es el que nos muestran MÄDLER & STEFFENS (1979) en el Aragoniense de Turquía, al citar un conjunto de acículas reunidas en grupos de 5 por cada braquiblasto, como *Pinus* sp. sect. *strobus*.

Nosotros no podemos refutar estas opiniones, pero la carencia de estudios cuticulares y de otros restos como conos masculinos y femeninos y leños en los afloramientos estudiados nos hacen ser cautos al relacionar estas acículas con una u otra especie actual. Por ejemplo, existen otras especies fósiles de pinos que presentan las acículas reunidas en braquiblastos en igual número y misma morfología que *P. palaeostrobus* y *P. strobus*, como *P. coloradensis* Knowl., del Oligoceno superior de Creede (Colorado, Estados Unidos) que, sin embargo, se encuentra relacionado filogenéticamente con la especie actual *P. chihuahuana* Engel., de México (AXELROD, 1987). Del mismo modo, hay en la actualidad otros pinos, como *P. wallichiana* A. B. Jacks, del Himalaya, que presentan 5 acículas por braquiblasto, indistinguibles del de las especies anteriormente mencionadas.

Conjuntos de 3-4 acículas se han hallado en el Chatiense de Bonnieux (Francia), Pontiense de Joursac y Senigalia, Pannoniense de Austria y Plioceno del Valle del Ródano (MASSALONGO & SACARABELLI, 1859; SAPORTA, 1867; MARTY, 1903; KLAUS, 1982), en donde se han descrito distintas especies, debiendo remarcar que, salvo excepciones, nos encontramos en el mismo caso ya explicado sobre los pinos de 5 acículas por braquiblasto.

Es posible que en la Cerdaña los grupos de tres acículas pertenecieran a una especie diferente a la de los grupos de cinco. También podría haber ocurrido que a causa de los procesos de fosilización se hubieran perdido acículas y que sólo existiera una especie.

Para concluir, considerando los fósiles colectados, por el momento no podemos saber

cuantas especies de *Pinus* habitaron durante el Mioceno Superior la Cerdaña, debiendo esperar a que se colecten más restos y que, en el caso de que éstos sean acículas, presenten la cutícula preservada, ya que basandonos en las morfologías de las acículas y número de éstas por braquiblasto, no podemos inferir la presencia de una u otra especie de pino en la Cerdaña, y menos, establecer relaciones filogenéticas. Por estas razones, consideramos las acículas estudiadas como pertenecientes a *Pinus* sp.

***Pinus* sp.**

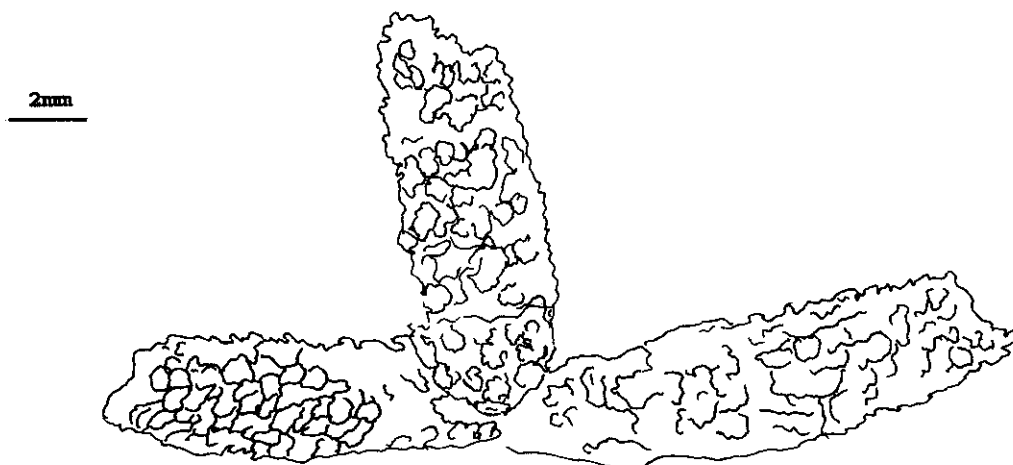
(Fig. 12; Lám. VI, fig. 5)

Material

Se han estudiado dos conjuntos de conos masculinos preservados como compresiones carbonificadas en excelente estado de conservación, procedentes de los afloramientos de camino de Balltarga a Bor y San Salvador: MNCNV-4750, MNCNV-4756.

Descripción del material

Conos masculinos alargados, sésiles; longitud: 1,33-0,94 cm; anchura: 0,5-0,3 cm; solitarios o en grupos de tres; constituidos por escamas, en toda su longitud y perímetro, que quizás pudieran haber sido peltadas y son cuadrangulares, poligonales o circulares que debieron orientarse hacia el ápice; no se observa si su disposición era helicoidal.



Pinus sp. MNCNV-4750

Observaciones

Este tipo de cono puede relacionarse con el género *Pinus*, aunque es imposible por el momento relacionarlo con una u otra especie en particular. Es la primera vez que en la Cerdaña se cita este género a partir de inflorescencias masculinas.

Pinus sp.

(Fig. 13; Lám. VI, fig. 6)

Material

Solamente se ha estudiado un ejemplar correspondiente a una escama de un cono femenino, procedente del torrente de Vilella el cual aparece como impresión en un estado regular de conservación: MNCNV-4757.

Descripción del material

Escama tectriz espatulada; longitud: 1,78 cm; anchura en el extremo distal: 1,37 cm; anchura en la zona proximal: 0,75 cm; la zona de inserción con el eje del cono presenta un pedúnculo, de longitud: 0,24 cm y anchura: 0,35 cm, que parece truncado; el pedúnculo se continúa en una cicatriz que se desarrolla de forma perpendicular al eje de simetría de la escama y que es el resultado de la inserción de la escama seminal; la escama presenta simetría bilateral, encontrándose en sus dos mitades recorrida por las dos impresiones de los piñones que se formaron sobre ella, destacándose la semilla y el ala de éstos; zona apical de la escama redondeada, no presentando ornamentación.

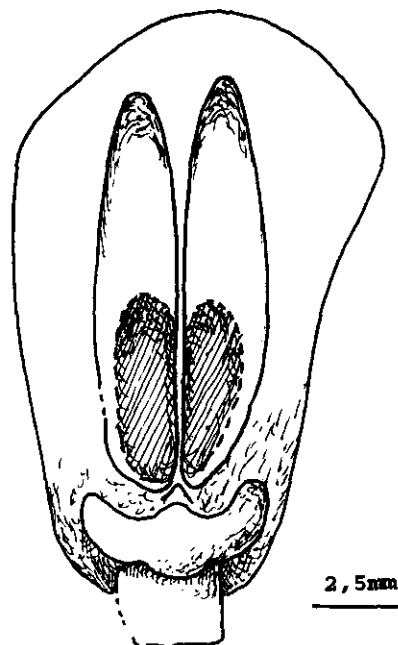


Fig. 13. *Pinus* sp. MNCNV-4757

Observaciones

La escama estudiada quizás pudiera relacionarse con las especies fósiles: *P. o'donelli*, descrita por TEIXEIRA (1947c) en el Mioceno de Lisboa (Portugal), y *P. canariensis* Sweet ex Spreng. subsp. *fossilis* Klaus, descrita por KLAUS (1982) en el Pannoniense de Guntramsdorf (Austria). Sin embargo,

nuestro ejemplar es de tamaño mucho menor que las escamas de la primera especie, y, en cuanto a la segunda, pensamos que se necesitarían más ejemplares para relacionarla sin lugar a dudas con esta subespecie.

Tras comparar con escamas de especies actuales, hemos encontrado semejanzas con las de *P. nigra* Arn., y *P. canariensis* sin que hasta el momento, en espera que se produzcan nuevos hallazgos, podamos relacionarlos con una u otra especie.

ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) citaron en el Mioceno de la Cerdaña las especies *P. laricio* Poir., *P. rigida* Mill., *P. sylvestris* L., y *Pinus* spp., sin especificar si lo hicieron a partir de acículas, conos, inflorescencias, piñones o cualquier otro tipo de resto. Es la primera vez que en el Mioceno Superior de la Cerdaña se cita este género a partir de escamas tectrices.

aff. *Pinus* sp.

(Fig. 14; Lám. VI, fig. 2)

1945 - *Pinites* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 343, 347.

1950 - *Pinites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.

1955 - *Pinites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 46.

Material

Se han estudiado 23 ejemplares correspondientes a semillas colectados como impresiones y compresiones en buen estado de conservación en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, San Salvador y Coll de Saig:

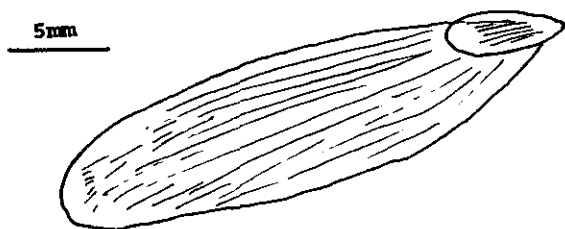


Fig. 14. aff. *Pinus* sp. MNCNV-3091

MGBV-9857, MGBV-10368, MGBV-11731, MGM-1077M, MGSB-40427, MGSB-40456, MNCNV-763, MNCNV-3091, MNCNV-3096, MNCNV-3618, MNCNV-4492, MNCNV-4644, MNCNV-4747, MNCNV-4755, MNCNV-4761, MNCNV-4771, MNCNV-4772, MNCNV-4773, MNCNV-4776, MNCNV-4779, MNCNV-4782, UCM-BLL-004, UCM-CTV-42.

Descripción del material

Piñones alados, adnados; longitud $\approx$ 1,5-1,03 cm; semilla ovalada recorrida por estrías y envuelta al menos en sus tres cuartas partes por el ala, con la parte más redondeada en

contacto con ella, siendo ahusada en la zona opuesta; longitud de la semilla: 0,44-0,2 cm; anchura de la semilla: 0,36-0,12 cm; ala oblonga, alargada y estriada en toda su superficie, con la parte distal redondeada; longitud del ala: 1,2-0,49 cm; anchura del ala: 0,61-0,41 cm; las estrías del ala a veces parecen presentar dicotomías.

Observaciones

La presencia de piñones muy parecidos a los aquí descritos, ha sido detectada en el Pontienne de Rochessauve (Ardèche, Francia) por GRANGEON (1958). Este autor los atribuyó a la especie *P. aff. pinaster* KLAUS (1989) relaciona este tipo de piñón con las especies del género *Pinus*: *P. roxburghii* Sarg., *P. canariensis* y *P. caribaea* Morelet, así como con las subsecciones *Strobi* y *Balkaniana* de este mismo género.

Los piñones descritos podrían relacionarse, además de con el género *Pinus*, con el género *Picea*, también presente en la zona como indican sus palinomorfos, por lo que en este trabajo hemos considerado citar a este tipo de semillas como *aff. Pinus* sp.

***Tsuga moenana* Kirchheimer, 1942**

(Fig. 15; Lám. VII, fig. 3)

- * 1942 - *Tsuga moenana*, KIRCHHEIMER, pág. 433, lám. 5, fig. 1.
- 1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 44-45, lám. XVI, fig. 4.
- 1955 - *Pinus paloestrobis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 45-46, lám. XVI, fig. 2.
- 1958 - *Larix aff. L. europæa*, GRANGEON, págs. 40-41, lám.-text. II, fig. 3.
- 1991 - *Tsuga moenana*, PAMALAREV et al., pág. 4, lám. I, fig. 1.

Material

Se han estudiado 17 ejemplares de conos como impresiones o compresiones carbonificadas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y Coll de Saig:

CA-8974, CA-8977, MGBV-9467, MGBV-9469, MGBV-9470, MGBV-9471, MGBV-9482, MGBV-10366, MGM-48M, MNCNV-3089, MNCNV-3092, MNCNV-4749, MNCNV-4765, MNCNV-4766, MNCNV-4767, MNCNV-4774, MNCNV-4783.

Diagnosis sic PAMALAREV et al. (1991)

Cones oblongo-ovate, at apex and base rounded, composed of about 15 conescales with a widely and roundedly triangular shape. The scales are longitudinally shallowly furrowed.

Descripción del material

Conos cortamente pedunculados; longitud del pedúnculo: 0,5-0,2 cm; forma elíptica más o menos alargada; longitud: 5,4-1,85 cm; anchura: 2,6-1,2 cm; se han contado de 10 a

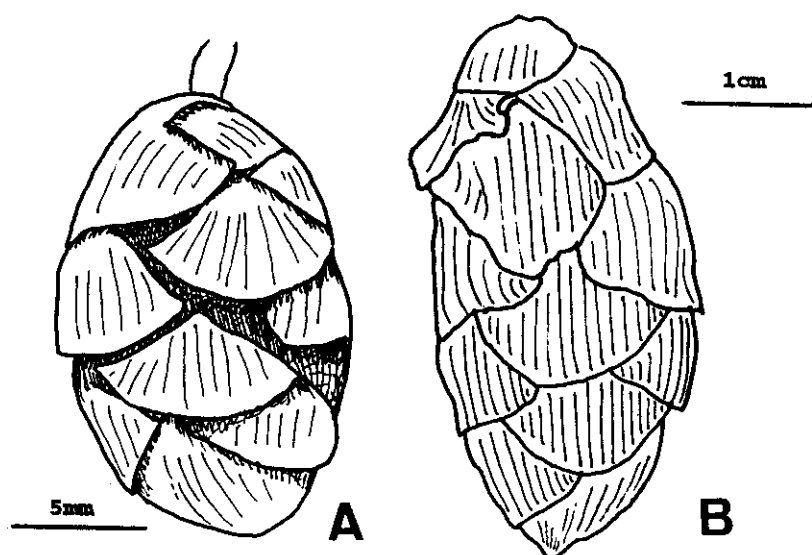


Fig. 15. *Tsuga moenana*:
A- MNCNV-4767
B- MGM-48M

19 escamas tectrices, pero como se han hallado algunos conos en forma de impresión, pensamos que algunos ejemplares presentarían más de 19 escamas y que las 10 escamas que contamos en los ejemplares de menor tamaño, realmente también indican un número mayor; escamas tectrices redondeadas, no ornamentadas, encontrándose estriadas en toda su superficie, las estriaciones siguen un curso paralelo.

Observaciones

Según PAMALAREV et al. (1991), esta especie se encontraría relacionada con las actuales *T. canadensis* y *T. heterophylla* (Raf.) Sarg., ambas de Norteamérica. Ésta semejanza nos ratifica que las tsugas que vivieron en el Vallesiense de la Cerdaña se encontraban emparentadas con las que hoy en día habitan Norteamérica, dato ya puesto de manifiesto a partir de los palinomorfos estudiados. Es la primera vez que se cita esta especie en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Mioceno Medio y Superior.** Centro Europa; Satovca, Bulgaria (PAMALAREV et al., 1991).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pontiense.** Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

Abietoideae tipo 1

(Fig. 16; Lám. VII, fig. 4)

1884-1885 - *Abies saportana*, RÉROLLE, págs. 182-184, lám. III, fig. 3.

1955 - *Juniperus drupaceae* LABILL. var. *pliocenica*, MENÉNDEZ AMOR, Lám. XVII, fig. 4.

Material

Se han estudiado 8 ejemplares correspondientes a ramas con hojas preservados como impresiones en buen estado de conservación, procedentes de Coll de Saig:

MGM-1011M, MGBV-9485, MGBV-9788, MGSB-48181, MNCNV-1013, MNCNV-3083, MNCNV-4796, MNCNV-4823.

Descripción del material

Ramas con hojas dispuestas helicoidalmente sobre ellas; anchura los tallos: 0,3-0,2 cm; aparecen sobre éstos cicatrices que indican la zona de inserción de las hojas; hojas aciculares con aproximadamente 3-2 cm de longitud y 0,2-0,1 cm de anchura, atravesadas por un nervio medio; acículas pecioladas con peciolo corto de 0,05 cm; frecuentemente este tipo de acículas aparecen dispersas en los sedimentos de los afloramientos estudiados.

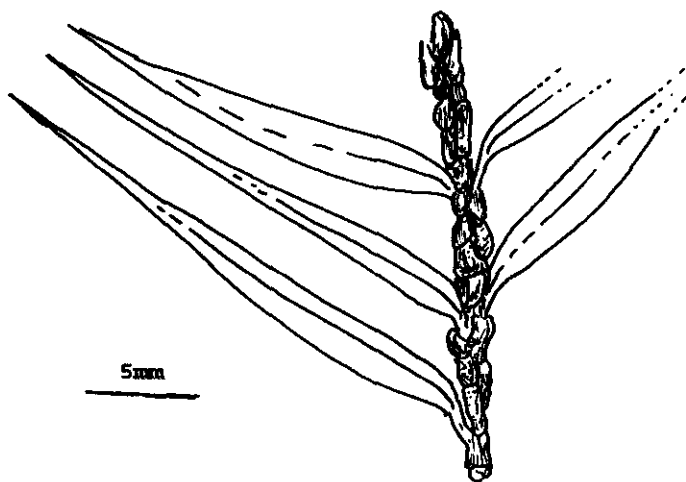


Fig. 16. Abietoideae tipo 1 MGM-75M

Observaciones

Este tipo de resto fue relacionado por RÉROLLE (1884-1885) con *Abies*. Sin embargo, pudieran pertenecer tanto a ejemplares de éste como a *Picea* y *Tsuga*, por lo que nos ha parecido más apropiado denominarlos como Abietoideae en lugar de darles una asignación genérica.

Abietoideae tipo 2

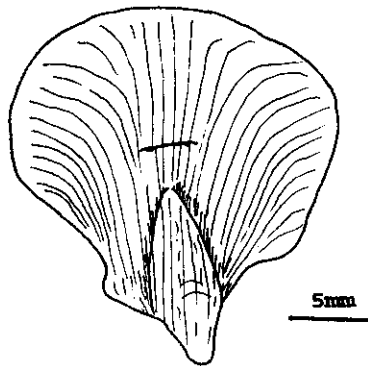
(Fig. 17; Lám. VI, fig. 7)

Material

Se han estudiado 4 ejemplares preservados como impresiones procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, barranco de Salanca y del camino de Balltarga a Bor: CA-8973, MGBV-11719, MNCNV-4743, MNCNV-4784.

Descripción del material

Escama tectriz con forma espatulado-redondeada; la parte más ensanchada de ésta presenta una medida de 2,3-1,9 cm; longitud: 2,03-1,56 cm; zona proximal truncada, de $\approx 0,25$ cm de anchura; cicatriz cerca de la zona de inserción al eje en donde se situaba la escama seminal; presencia de estriaciones por toda la superficie que nacen en la zona de inserción, siguiendo un curso paralelo, continuando, las que se encuentran en la cercanía del margen, el contorno de éste.



Observaciones

Fig. 17. Abietoideae tipo 2 MNCNV-4743

Estos ejemplares se parecen a uno de los tipos colectados en el Plioceno de Mont Dôré, el cual fue atribuido con dudas al género *Cedrus* (BOULAY, 1892). El ejemplar francés se diferencia de los de la Cerdaña por presentar la zona de inserción en forma de flecha.

Nosotros pensamos que las escamas descritas podrían haber formado parte tanto de conos del género *Picea* como del género *Tsuga*, por lo que nos ha parecido más apropiado considerarlas como Abietoideae, como en el caso anterior de las ramas con acículas. Es la primera vez que se describe este tipo de resto en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Div. Gnetophyta

Los primeros registros de esta división parecen remontarse al Pérmico, en donde se ha hallado polen semejante al de los géneros actuales *Welwitschia* Hook y *Ephedra* L. (DELEVORYAS, 1963).

Se han colectado escasos restos macroscópicos seguramente debido a su escasa capacidad de preservación. Según CRANE & UPCHURCH (1987), los más antiguos datan del Cretácico Inferior (probablemente Aptiense) del Grupo Potomac (Virginia, USA), siendo determinados como *Drewria potomacensis* Crane & Upchurch. Restos atribuibles a este mismo género han sido identificados en el Barremiense de Las Hoyas, Cuenca (DIÉGUEZ, 1994, comunicación personal) lo que supondría el registro más antiguo.

En el Barremiense-Aptiense se han descrito palinomorfos semejantes a los del género *Ephedra*, los cuales se atribuyeron al género parataxónico *Ephedripites* Bolch. Éste no ha sido encontrado asociado con ninguna resto vegetal en concreto. Parece ser que plantas semejantes a *Ephedra*, la cual habita en la actualidad en zonas secas, vivieron durante el Mesozoico en zonas inundadas, pudiendo ser plantas de bosques de ribera (HUGHES, 1983).

La división Gnetophyta en la actualidad presenta tres géneros y alrededor de 60 especies que se distribuyen por selvas tropicales y regiones áridas de zonas templadas, subtropicales y tropicales de ambos Hemisferios.

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña, únicamente hemos encontrado palinomorfos relacionables con el género *Ephedra*.

MICRORRESTOS

Ephedra sp.

(Lám. VIII, fig. 1)

Este tipo de polen aparece puntualmente en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, riu de Santa María, Coll de Saig, vertedero de Sampsor y en las minas de Sanavastre y Sampsor; debiéndose relacionar con el género parataxónico *Ephedripites*.

Según WODEHAUSE (1965), el género *Ephedra* presenta una dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos multisulcados; isopolares; radialmente simétricos; prolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; P=58-56 μ m; E=27-24,5 μ m; sulcos delimitados por pliegues ondulados muy estrechos que alcanzan los extremos de los polos; exina de 1,3-0,8 μ m de espesor; no se observa diferenciación de la exina en sexina y nexina; téctum completo;

infratéctum sin columelas; superficie psilada.

Observaciones

La mayor parte de los granos de polen estudiados deben relacionarse con el subgénero *Distachyapites* W. Kr., del género *Ephedripites*. Algunos parecen relacionables con la especie parataxónica *E. miocaenicus* Nagy, del Karpatiense y Badeniense inferior de Hungría.

División Magnoliophyta

Clase Magnoliatae

Subclase Magnolidae

Orden Laurales

Familia Lauraceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia presenta un extenso registro fósil en el Terciario a partir de hojas, leños, polen, frutos, semillas y flores, siendo sus primeros registros, inflorescencias del Cenomaniense del Noreste de Maryland (DRINNAN *et al.*, 1990), hojas del Cenomaniense del Sureste de Nebraska (TAYLOR & TAYLOR, 1993) y leños del Maastrichtiense de California (CRONQUIST, 1981).

Es difícil encontrar palinomorfos atribuibles a la familia Lauraceae en sedimentos mesozoicos y cenozoicos, ya que presentan una exina muy delgada y una intina sumamente gruesa y radialmente acanalada (VAN DER MERWE *et al.*, 1990), que les hace resistir muy mal los procesos de fosilización.

Aún siendo escasos, los primeros granos de polen fueron registrados en el Paleoceno superior de Francia, donde se describió la especie parataxónica: *Inaperturopollenites paleogenicus* (MULLER, 1981). Este autor compara a esta paraespecie con el polen del género *Cinnamomum* L.

Hoy en día la familia Lauraceae se encuentra integrada por 30-50 géneros (según los autores), y alrededor de 200 especies, que habitan principalmente regiones tropicales y subtropicales de los dos Hemisferios (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente hemos encontrado restos foliares asignables a esta familia.

MACRORRESTOS

***Daphnogene eugeniae* nov. sp.**

(Fig. 18; Lám. VIII, figs. 4, 5, 6, 7 y 8)

Diagnosis

Hojas pecioladas y subestomáticas; polimórficas (elípticas, lanceoladas y oblanceoladas) con variable desarrollo de base y ápice; margen liso; neviación curvipinnada simple o curvipalmada; estomas paracíticos distribuidos al azar; 4-7 células anejas que rodean a las de guarda considerando a las células acompañantes; presencia de punteaduras en las células epidérmicas tanto del haz como del envés.

Holotipo: MNCNV-4717.

Localidad y estrato típico: Beders, la Cerdaña, L é r i d a , E s p a ñ a . Vallesiense, Mioceno Superior.

Material

Se han estudiado 5 restos foliares preservados como impresiones y compresiones con la cutícula conservada. Se han colectado en los afloramientos del camino

de Balltarga a Bor, Coll de Saig, barranco de Salanca y riu de Santa María, sitios en el Vallesiense de la Cerdaña (Lérida), designándose los siguientes paratipos: MGBV-9890, MGSB-48154, MNCNV-3063, MNCNV-4652, MNCNV-4653.

Derivatio nominis

Esta especie se encuentra dedicada a la Doctora M^a Eugenia Ron Álvarez, Catedrática

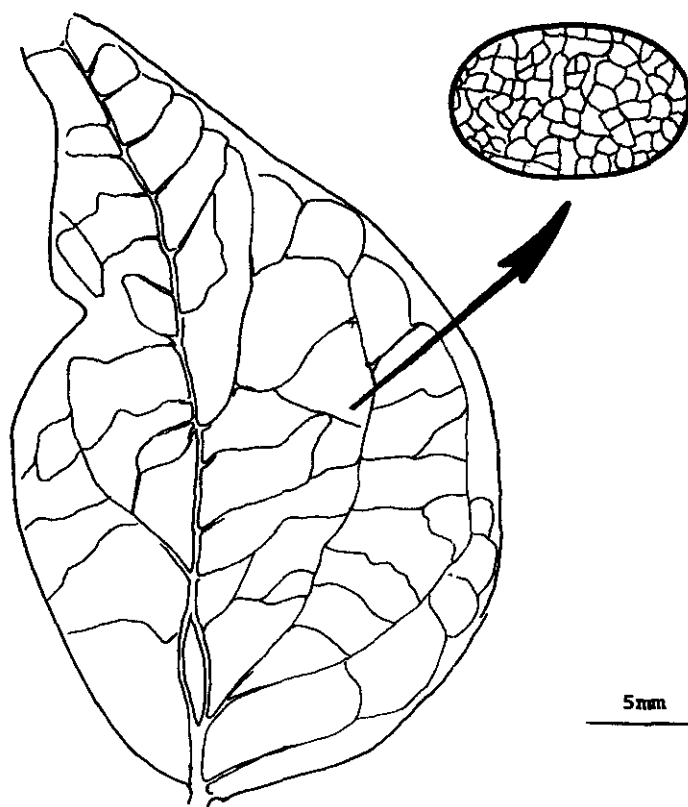


Fig. 18. *Daphnogene eugeniae* MNCNV-4652

de Botánica y muy ilustre profesora.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,7-0,5 cm; limbos elípticos, lanceolados y oblanceolados; longitud del limbo: 6-3,13 cm; anchura máxima del limbo: 3,4-2,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 4,3-1,35 cm; ápice de agudo a redondeado; base de cuneada a redondeada, a veces algo decurrente; margen liso; nerviación curvipinnada simple o curvipalmada; si es curvipalmada, de los nervios laterales de primer orden salen nervios terciarios en ángulo recto que se curvan formando lazos; los nervios laterales de primer orden se curvan uniéndose al nervio central formando lazos; del nervio medio central nacen 5-6 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia $\leq 45^\circ$; los nervios secundarios a veces nacen en puntos muy cercanos los unos de los otros desarrollándose de forma irregular; nervios terciario reticulados al azar formando areolas poligonales bien desarrolladas.

En uno de los ejemplares (MNCNV-4652), observamos una teratología en el nervio medio central, encontrándose bifurcado en dos ramas y vuelto a unir en una.

Hojas subestomáticas glabras; estomas paracíticos, distribuidos al azar; tamaño del estoma: 24-16 x 17-12,8 μm , el aparato estomático se encuentra rodeado por 4-7 células epidérmicas, contando con las células acompañantes; cuando lo están por 4-5 células presentan 1 ó 2 muy desarrolladas, rectangulares, dispuestas usualmente perpendiculares al eje de simetría lateral del estoma; al no abarcar las células de guarda, las células acompañantes nunca contactan entre sí; nunca se desarrollan estomas sobre nervios.

Las células epidérmicas del envés (Lám. VIII, figs. 7 y 8) poseen una forma más o menos poligonal y una pared celular de $\approx 1,6 \mu\text{m}$; tamaño de las células epidérmicas del envés: 40,8-16 x 16-12,8 μm ; en algunos ejemplares parte de estas células son onduladas; presencia de punteaduras de 1 μm de luz; alrededor de las punteaduras, la pared celular se engrosa hasta unas 3 μm de espesor; las punteaduras aparecen de forma irregular en cualquier parte de la pared de las células epidérmicas; algunas de las células no presentan punteaduras visibles. A veces aparecen conjuntos de células epidérmicas dispuestas concéntricamente alrededor de un orificio, posiblemente aquí se encontraba una glándula. Las células epidérmicas que sobremontan los nervios se disponen en filas a lo largo de éstos; si los nervios son de primer o segundo orden se deforman tomando un aspecto rectangular.

Haz con células epidérmicas de aproximadamente: 35,2-19,2 x 19,2-12,8 μm ; forma más o menos poligonal (Lám. VIII, fig. 6); pared celular de $\approx 2,2$ μm de espesor; no existen diferencias de forma y/o espesor entre las paredes anticlinales y periclinales de estas células; pared celular irregularmente engrosada alrededor de las punteaduras, donde su espesor es de ≈ 3 μm ; punteaduras de alrededor de 1 μm de abertura; las células que sobremontan los nervios principales cambian de morfología volviéndose rectangulares y se disponen en filas de hasta 5 columnas; las células que sobremontan nervios de tercer orden son idénticas a las demás células epidérmicas pero se orientan en filas continuando el recorrido de éstos; no se observan engrosamientos diferenciales en la pared; punteaduras de alrededor de 1 μm de luz.

Discusión

La clasificación de las hojas de las lauráceas basándose únicamente en morfologías es puramente artificial, siendo ésto muy patente al estudiar hojas fósiles de aspecto "cinnamomoide".

Desde un punto de vista morfológico, los restos aquí estudiados podrían relacionarse con algunos géneros de la familia Lauraceae, como *Apollonias* Nees., *Cinnamomum* y *Ocotea* Aubl.; y con otros taxones como *Viburnum* L., pertenecientes a familias muy alejadas filogenéticamente de Lauraceae.

Este hecho fue ya apuntado por UNGER (1850), quien describió el paragénere *Daphnogene* a partir de restos foliares de aspecto "cinnamomoide" de la siguiente forma: *Folia triplinervia coriacea* v. *subcoriacea*.

Así, desde el punto de vista morfológico, parece que algunos de nuestros ejemplares se pueden encasillar como *Daphnogene*, dado que su aspecto recuerda al de los géneros *Cinnamomum* y *Ocotea* de la familia Lauraceae. Sin embargo, la especie que nos ocupa presenta algunos ejemplares con la nerviación curvípinnada simple que no recuerdan a las lauráceas, sino al género *Viburnum*. Luego para poder agrupar a los ejemplares de esta especie bajo una denominación común parece necesario realizar otro tipo de análisis además del meramente morfológico.

Estudios cuticulares realizados por KVAČEK & KNOBLOCH (1967), han demostrado que gran parte de los restos foliares con morfologías semejantes a la descrita en el apartado anterior deben referirse a la familia Lauraceae, a causa del aspecto de sus células epidérmicas y la presencia de estomas paracíticos. Por esta razón, los autores citados enmiendan la

diagnosis de UNGER (1850), considerando a *Daphnogene* como un género de Lauraceae. Los restos foliares con cutículas no relacionables con Lauraceae deben ser atribuidos a otros géneros. Además, aunque las hojas de *Daphnogene* son semejantes morfológicamente a las de *Cinnamomum*, no es posible asignarlas a este género actual, ya que las características epidérmicas que presenta son también comparables con las de otros géneros de lauráceas como *Litsea* Lam., *Lindera* Tunb., *Neolitsea* Merrill in Philipp y *Sassafras* Nees.

Hasta que se encuentren inflorescencias, frutos, flores o semillas en conexión orgánica con las hojas halladas, que nos puedan confirmar su adscripción a uno u otro género actual o confirmen que se trata de un género fósil de laurácea, creemos se deben seguir considerando restos foliares dentro del paragénero *Daphnogene*.

Desde el punto de vista de sus cutículas, estas hojas recuerdan a *Ocotea obtusifolia* Berry, del Eoceno de Puryear, Tennessee (DILCHER, 1962); *Litsea bournensis* Bandulska, del Eoceno de Bournemouth Beds (BANDULSKA, 1926); y *Laurophyllum pseudorhomboidale* Givulescu, del Pannoniense de Delureni (Rumanía) (GIVULESCU, 1975), de las que se separan por la morfología de las células acompañantes, que no se diferencian en ningún caso del resto de las células epidérmicas.

Existe cierta semejanza con *Laurophyllum nechranicense* Bůžek & Kvaček, del Mioceno Inferior del área de Pětipsy (Checoslovaquia) (BŮŽEK & KVAČEK, 1974), y *Laurophyllum pseudoprinceps* (Krausel & Weyland) Weyland & Kilpper, del Pannoniense de Cornitel (Rumanía) (GIVULESCU, 1973), aunque estas dos especies presentan las células epidérmicas con el contorno de la pared algo sinuoso y estomas rodeados por 4-5 células epidérmicas. La especie *Laurophyllum bitaricum* Givulescu, del Pannoniense de Cornitel (Rumanía), presenta también una disposición de las células epidérmicas semejante a la de los ejemplares ceretanos, sin embargo la morfología foliar de ésta es muy distinta a la descrita en el apartado anterior y sus estomas no se encuentran dispersos al azar sobre el envés, sino dispuestos en forma de cercos o radios alrededor de una célula central (GIVULESCU, 1973).

Entre los género actuales, los que presentan epidermis similares a la especie propuesta son:

- *Neolitsea*: usualmente presenta 4 células rodeando los estomas (2 paralelas al eje longitudinal y 2 en ángulo recto con éstas). Este número no se mantiene siempre, apareciendo estomas rodeados por un número mayor de células epidérmicas. *D. eugeniae* aunque puede presentar 4 células, por lo general presenta un número mayor.

- *Cinnamomum*: estructura similar a la del género anterior, diferenciándose de la especie ceretana en que los estomas se encuentran agrupados en número de 40-50 por areola, estando muy juntos los unos y los otros y separados por una o dos células epidérmicas. La especie que nos ocupa posee una densidad estomática por areola mucho más baja (≈ 20), encontrándose mucho más distanciados los unos de los otros.

- *Persea*: presenta una estructura similar a la de los géneros anteriores, aunque dispone de gran cantidad de tricomas y células epidérmicas pequeñas y redondeadas. En las cutículas de *D. eugeniae* no se han observado ni este tipo de células ni tricomas.

Resumiendo, los restos foliares aquí descritos parecen pertenecer sin duda a un género fósil de Lauraceae, dada la anatomía de su epidermis. Presenta una hoja de tipo "cinnamomoide", y una anatomía epidérmica semejante a la de varios géneros actuales y fósiles de Lauraceae, por lo que creemos deben ser asignadas al paragénero *Daphnogene*.

Según KVAČEK & WALTHER (1974) las especies de *Daphnogene* típicas del Mioceno de Europa Central son: *D. bilinica* (Ung.) Kvaček & Knobloch y *D. polymorpha* (Al. Br.) Ett., las cuales son diferentes de nuestros ejemplares tanto desde un punto de vista morfológico como anatómico.

Por todas estas razones pensamos que los ejemplares colectados deben asignarse a una especie nueva del género *Daphnogene*, a la cual denominaremos con el binomio *D. eugeniae*.

***Daphnogene* sp.**

(Fig. 19; Lám. VIII, figs. 2 y 3)

- 1859 - *Cinnamomum polymorphum*, HEER, págs. 88-90, lám. XCIII, figs. 25-28, lám. XCIV, figs. 1-26.
- 1859 - *Cinnamomum polymorphum*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 263-265, lám. VII, figs. 10-13, tav. VIII, figs. 5-9, 11-12, 16-17, lám. XXXVIII, fig. 19.
- 1867 - *Cinnamomum polymorphum*, SAPORTA, págs. 83-84, lám. VIII, fig. 1.
- 1867 - *Cinnamomum polymorphum*, STUR, pág. 168.
- 1868 - *Cinnamomum polymorphum*, ETTINGSHAUSEN, págs. 45-46.
- 1868 - *Cinnamomum polymorphum*, SAPORTA, págs. 41-45, lám. V, figs. 1-4.
- 1881 - *Cinnamomum polymorphum*, HEER, págs. 29-30, lám. XXII, fig. 9a.
- 1892 - *Cinnamomum polymorphum*, ETTINGSHAUSEN, págs. 100-101.
- 1884-1885 - *Cinnamomum polymorphum*, RÉROLLE, págs. 288-289, lám. X, figs. 5-6.
- 1894 - *Cinnamomum polymorphum*, AIMERA, pág. 334.
- 1887 - *Cinnamomum polymorphum*, BOULAY, pág. 23.
- 1887 - *Cinnamomum polymorphum* var. *transversum*, BOULAY, pág. 23.
- 1899 - *Cinnamomum polymorphum*, BOULAY, págs. 57-59, lám. V, figs. 60-61.
- 1922 - *Cinnamomum polymorphum*, DEPAPE, págs. 175-177, lám. IX, fig. 9-11.
- 1936 - *Cinnamomum polymorphum*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 28, lám. C, figs. 4-5.
- 1945 - *Cinnamomum polymorphum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. III.
- 1946 - *Cinnamomum* aff. *polymorphum*, TEIXEIRA, pág. 9.
- 1947 - *Cinnamomum polymorphum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XIII.
- 1950 - *Cinnamomum polymorphum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1951 - *Cinnamomum polymorphum*, BATAILLER, págs. 140, 142, 145.

- 1954 - *Cinnamomum polymorphum*, HANTKE, págs. 66-68, lám. 10, figs. 7-10, lám. 11, figs. 1-6.
 1955 - *Cinnamomum polymorphum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 114-115, lám. XXXV, fig. 2.
 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 183, lám. LII, fig. 5.
 1958 - *Cinnamomum polymorphum*, GRANGEON, págs. 149, 152-153, 159, lám.-text. XXV, figs. 1-6, lám. I, fig. 18, lám. II, fig. 11.
 1964 - *Cinnamomophyllum cinnamomeum*, KNOBLOCH, págs. 597-603.
 1971 - *Lauraceae*, FERGUSON, págs. 139-150, fig. 25 ^{A-H}, lám. 20 ^{A-P}.
 1977 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Cinnamomum polymorphum*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 12, 15, 17, lám. 5, fig. 5.
 1980h - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 20-21, lám. III, fig. 3c.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ROIRON, págs. 31-33, 35, lám. III, fig. 4.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 62-63, fig. 8.
 1989 - *Daphnogene polymorpha*, KNOBLOCH & KVAČEK, págs. 99-100, lám. X, fig. 9.
 1982 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 9-10, lám. I, fig. 13.
 1985 - *Daphnogene polymorpha*, HABLY, págs. 92-94, 142, fig.-text. 8, lám. XI, figs. 1-4.
 1988 - *Cinnamomum polymorphum*, VICENTE i CASTELLS, págs. 29-30.
 1989 - *Daphnogene* sp., MELLER, pág. 44, lám. 16, fig. 3.
 1990 - *Daphnogene bilinica*, GIVULESCU, págs. 44-45, lám. 3, figs. 3-4, lám. 16, fig. 6.
 1990 - *Daphnogene polymorpha*, GIVULESCU, págs. 45-46, lám. 3, fig. 5, lám. 11, fig. 3.
 1992 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 307-308, lám. 3, fig. 11.

Material

Se han estudiado 26 ejemplares en forma de impresión, de hojas en buen estado de conservación procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Borriu de Santa María y Beders:

MGBG-A-51, MGBG-A-160, MGBV-9506, MGBV-9776, MGBV-9785, MGBV-9870, MGBV-9890, MGM-1074M, MGSB-31310, MGSB-40317, MGSB-45470, MGSB-45471, MGSB-48168, MGSB-48476_{1,2}, MNCNV-279, MNCNV-717, MNCNV-765, MNCNV-4647, MNCNV-4648, MNCNV-4649, MNCNV-4650, MNCNV-4651, MNCNV-4653, UCM-CCS-8, UCM-CCS-81.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos cortamente peciolados; peciolo: 0,8-0,1 cm; limbos lanceolados, elípticos, o algo obovados; longitud del limbo: 6,5-2,4 cm; anchura máxima del limbo: 2,2-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 3,1-1 cm; ápice de agudo a acuminado; base de aguda a cuneada; margen liso; nerviación curvipalmada; los nervios primarios laterales surgen del nervio central de forma alterna u opuesta; 4-5 nervios secundarios curvipinnados, con ángulo de divergencia $\geq 45^\circ$; nerviación terciaria difícil de distinguir de la nerviación secundaria, ésta se suele desarrollar perpendicular a los nervios primarios; en el área que queda entre el margen y los nervios primarios laterales los nervios de menor orden se curvan formando lazos; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Restos foliares semejantes a los descritos en el apartado anterior fueron atribuidos por algunos autores, como ENGELHARDT (1891), a *Cinnamomum buchii* Heer y *C. subrotundum* (Al. Br.) Heer, debiéndose realmente asignar a los géneros *Smilax* L. y *Paliurus* Benth. et Hook. (BŮŽEK & KVAČEK, 1974).

Según KVAČEK & WALTHER (1974) las especies de

Daphnogene típicas del Mioceno de Europa Central son: *D. bilinica* y *D. polymorpha*. Estos autores sugieren que la primera paraespecie representaría hojas de sol, y la segunda, hojas de sombra de un mismo taxón. No obstante, continúan considerándolas por separado.

Los ejemplares estudiados por nosotros presentan morfologías semejantes a *D. bilinica* y *D. polymorpha*, aunque hemos de destacar el marcado polimorfismo que presentan los restos foliares colectados en la Cerdaña, que no sólo recuerdan a las paraespecies citadas, sino también a: *D. cinnamomea* (Ross.) Knobl., del Eoceno superior; *D. lanceolata* Ung. y *D. cinnamomifolia* (Brong.) Ung., del Oligo-Mioceno; y a *D. pannonica* Kvaček & Knobloch, del Plioceno Inferior.

Por el momento, no se han encontrado restos foliares con la cutícula preservada, por lo que no podemos relacionar nuestros ejemplares con una u otra de las especies citadas, aunque quizás podrían haber estado representadas varias de ellas en el Mioceno Superior de la Cerdaña. Es posible que un estudio cuticular de los restos descritos nos hiciera asignar éstos a *D. eugeniae*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Oligoceno inferior.** Cervera, Tarragona, España (SANZ DE SIRIA, 1992).

-**Estampiense.** Marsella, Francia (SAPORTA, 1868).

-**Chatiense.** Hohe Rhonen, Monod y Rochette, Suiza (HEER, 1859); Wetterau, Alemania;

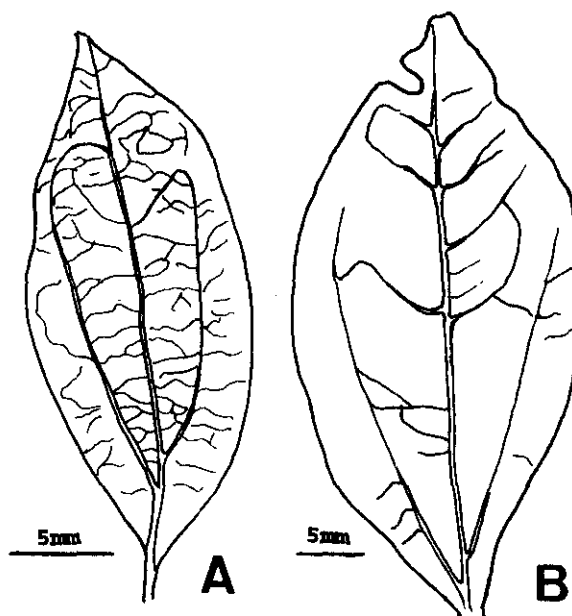


Fig. 19. *Daphnogene* sp.:
A- MNCNV-4513
B- MGM-1074M

Sotzka, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1858, 1868).

-Mioceno Inferior. Locle, Suiza (HEER, 1859); Ipolytarnóc, Hungría (Hably, 1985).

-Aquitaniense. Laussanne, Suiza (HEER, 1859); Bois d'Assom, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Gergovia, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1899); Krezau, Alemania (FERGUSON, 1971).

-Karpatiense. Umgebung von Tamsweg, Niedere Tauern, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).

-Sarmatiense. Oehningen, Schrotzburg, Suiza (HEER, 1859).

-Tortonense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE I CASTELLS, 1988).

-Aragoniense. Aydin-Şahinali y Manisa-Soma-Deniş, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979); Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1986).

-Vallesiense. Sprendlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Ribatejo, Portugal (PAIS, 1986); La Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Pourchères, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958); Azambuja, Portugal (HEER, 1881).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Messiniense. Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Mas Rampinyo de Moncada, Vallés, España (ALMERA, 1891).

-Plaisanciense. Saint-Marcel, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Torrente de Espluges, Bajo Llobregat, España (ALMERA, 1894); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plio-Pleistoceno. Pichegu, Saint-Guilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

-Villafranquiense. Afyon-Sandikli-Kazanpinan, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

***Laurophyllum* sp.**

(Figs. 20 y 21; Lám. VIII, fig. 9)

1876 - *Laurus canariensis* WEBB. (*pliocenica*), SAPORTA & MARION, págs. 246-253, lám. XXVIII, figs. 6-7, lám. XXVIII, figs. 1-8.

1890a - *Laurus canariensis*, pág. 36, lám. IV, fig. 3.

1894 - *Laurus canariensis*, ALMERA, págs. 331-332, lám. XXVI, fig. 2.

1894 - *Laurus nobilis*, ALMERA, pág. 332.

- 1904-1905 - *Laurus canariensis*, LAURENT, pág. 151, lám. XII, fig. 1.
 1905 - *Laurus canariensis* WEBB. var. *pliocenica*, MARTY, págs. 12-13, lám. III, figs. 3-4.
 1908 - *Laurus canariensis* WEBB. et BERTH. *pliocenica*, LAURENT, págs. 45-46, lám. VI, fig. 7, lám. VII, figs. 2-8.
 1920 - *Laurus nobilis*, DE LA VAULX & MARTY, págs. 298-299, lám. 11, figs. 5-7.
 1922 - *Laurus canariensis* WEBB. *pliocenica*, DEPAPE, págs. 169-171, lám. X, figs. 1-5.
 1952 - *Laurus canariensis*, GRANGEON, págs. 46-47, lám. III, figs. 4-9.
 1953 - *Laurus nobilis*, ARAMBOURG et al., págs. 41-42, lám. V, figs. 1, 4-5, lám. VI, fig. 7.
 1955 - *Ficus lanceolata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 103-104, lám. XXXII, fig. 1.
 1958 - *Laurus canariensis*, GRANGEON, págs. 145-147, lám.-text. XXIV, figs. 4-6, 8.
 1958 - *Laurus primigenia* UNG. aff. *L. canariensis*, GRANGEON, págs. 147, lám.-text. XXIV, fig. 3.
 1959 - *Laurus* cf. *nobilis*, ANDREÁNSZKY, pág. 65, fig. 21, lám. XIII, fig. 2.
 1979 - *Laurus primigenia* UNG. aff. *L. canariensis*, BALLESTO et al., págs. 250-251, lám. 2, figs. 6-7, text.-figs. 18-19.
 1981 - *Laurus* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Laurus* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Laurus canariensis*, ROIRON, págs. 31, 33, 35, lám. III, fig. 3.
 1981 - *Laurus nobilis*, ROIRON, págs. 31, 33, 35, lám. III, fig. 2.
 1981 - *Persea gratissima*, ROIRON, págs. 31-32, 35, lám. III, fig. 7.
 1982 - *Laurus canariensis*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 14.
 1983 - *Laurus* cf. *canariensis*, ROIRON, pág. 703, fig. 9, n° 3.
 1988 - *Persea princeps*, GÓMEZ-ALBA, lám. 14, fig. 8.
 1988 - *Laurus canariensis*, VICENTE i CASTELLS, págs. 41-42, lám. III, figs. 1-2.
 1990 - *Laurophyllum* sp. 2, GIVULESCU, pág. 44, lám. 2, fig. 4, lám. 16, fig. 8.

Material

Se han estudiado 56 ejemplares que se encuentran como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada. Éstos presentan un estado de conservación diverso, ya que algunos ejemplares analizados están muy deteriorados. Todos ellos proceden de los afloramientos de Coll de Saig y Beders:

MGBG-A-30, MGBV- 9749, MGBV-9803, MGM-109M, MGM-1073M, MGM-1082M, MGSB-31369, MGSB-40415, MGSB-40437, MGSB-44392_{1,2}, MNCNV-258, MNCNV-259, MNCNV-375, MNCNV-463, MNCNV-464, MNCNV-465, MNCNV-486, MNCNV-510, MNCNV-511, MNCNV-512, MNCNV-517, MNCNV-520, MNCNV-793, MNCNV-850, MNCNV-894, MNCNV-905, MNCNV-2570, MNCNV-3086, MNCNV-3585, MNCNV-3635, MNCNV-3636, MNCNV-3662, MNCNV-3663, MNCNV-3670, MNCNV-4624, MNCNV-4625, MNCNV-4628, MNCNV-4632, MNCNV-4637, MNCNV-4638, MNCNV-4639, MNCNV-4640, MNCNV-4641, MNCNV-4645, MNCNV-4646, MNCNV-4703, MNCNV-4851, UCM-CCS-28, UCM-CS-44, UCM-CS-52, UCM-CCS-66, UCM-CCS-69, UCM-CS-002, UCM-CS-007, UCM-CS-008.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos cortamente peciolados; peciolo: 1,3-0,2 cm; limbo lanceolado, oblanceolado o elíptico; longitud del limbo: 10,2-4,1 cm; anchura máxima del limbo: 3,9-1,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 5,3-1,83 cm; ápice de agudo a acuminado; base de aguda a redondeada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; 6-8 pares de nervios secundarios curvados abrupta o uniformemente con ángulo de divergencia de agudo moderado a agudo ancho; presencia de nervios intersecundarios; aparición de ramificaciones en forma de lazos; nerviación terciaria reticulada al azar o percurrente (los dos tipos pueden encontrarse en el mismo ejemplar), si es percurrente su

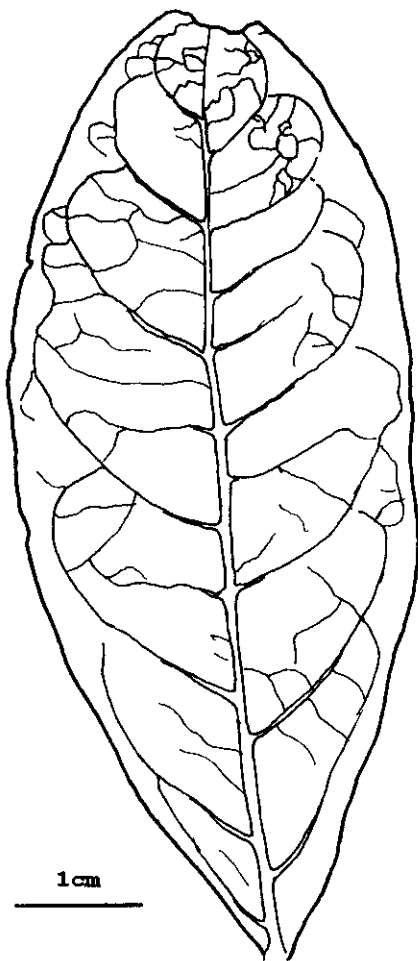


Fig. 20. *Laurophyllum* sp. MNCNV-4637

curso es derecho o ahorquillado y forma ángulos rectos con los nervios secundarios, siendo oblícua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos estudiados son morfológicamente idénticos a las hojas que presentan las especies actuales: *L. azorica* (Seub.) Franco, de la Macaronesia y el Atlas de Ksiba, Marruecos (BARBÉRO et al., 1980), y *Laurus nobilis* L., de la zona mediterránea.

No se han encontrado restos foliares con la cutícula preservada, por lo que no podemos concluir si los ejemplares estudiados pertenecen o no al género *Laurus* L. Además, existen otras especies de Lauraceae de los géneros *Persea* Mill., *Apollonias*, *Litsea* y *Neolitsea*, que presentan hojas con

características similares a las descritas.

Según FERGUSON (1974), muchas de las especies fósiles descritas como *Laurus*, no pertenecen a este género, por ésto se las refiere al género-órgano *Laurophyllum* Goepp. Nosotros estamos de acuerdo con esta aseveración, por lo que hemos denominado como *Laurophyllum* sp. a todos los restos foliares procedentes de la Cerdaña que presentan semejanza con las hojas de las especies actuales de *Laurus*.

Debemos destacar que los ejemplares estudiados exhiben cierto grado de polimorfismo, por lo que hemos atribuido a *Laurophyllum* sp. ejemplares con características morfológicas similares a las de la especie "*Laurus*" *primigenia* Ung. sensu Berger.

Es la primera cita del paragénero *Laurophyllum* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Tortoniense.** Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense. Toscana, Italia (DEPAPE, 1922); Bánhorváti, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Pontiense. Aubepín, Alto Loira, Francia; Charay y Rochessaue, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Plaisanciense. Meximieux, Ain, Francia (SAPORTA, 1873); Les Clausades, Niac y Saint-Vicent-la-Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905; LAURENT, 1908; GRANGEON, 1952); Saint-Marcel, Ardèche, Francia (GRANGEON,

1952); Domazan, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Thèziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890a); Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia (DE LA VAULX & MARTY, 1920); Siurana, Gerona, España; Torrente de Esplugas de Llobregat y del Terme, España (ALMERA, 1894; VICENTE i CASTELLS, 1988).

Además se encuentra citado en el Plioceno del Turó de la Peira y San Feliu de Llobregat, Barcelona (VICENTE i CASTELLS, 1988); de Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979) y de Pichegu, Saint-gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

-Plio-Pleistoceno. Crespiá, Gerona, España (ROIRON, 1983).

-Villafranquiense. Lago Ichkeul, Túnez; Maisson Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

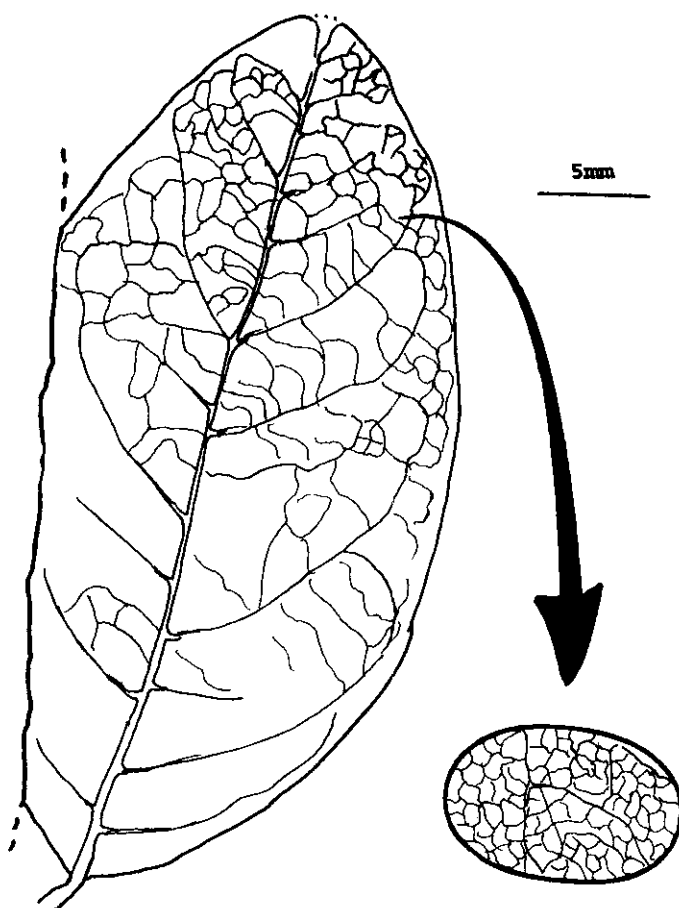


Fig. 21. *Laurophyllum* sp. MNCNV-4646

cf. *Ocotea* sp.

(Fig. 22; Lám. VIII, fig. 10)

Material

Se ha analizado un único ejemplar en excelente estado de conservación, procedente del afloramiento de Coll de Saig, el cual se ha preservado en forma de impresión foliar: MGM-1071M.

Descripción del material

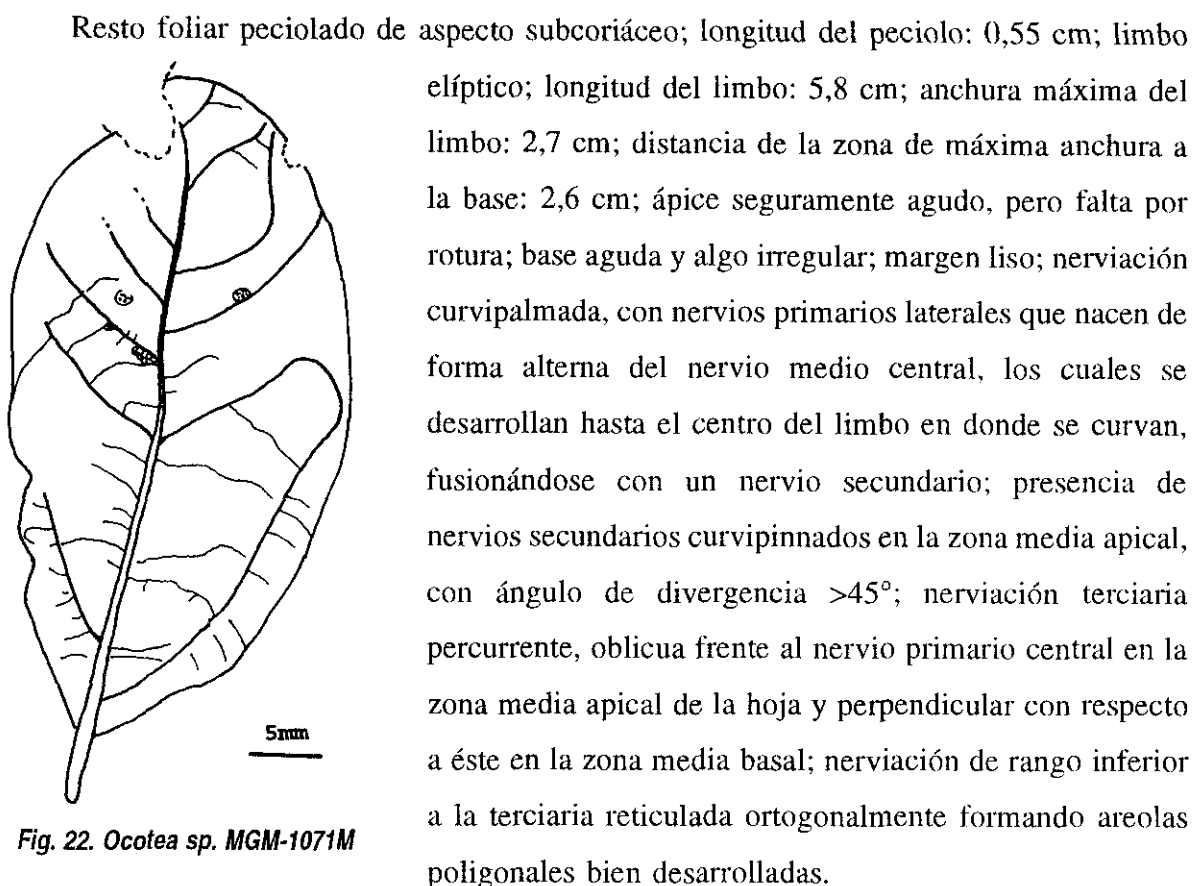


Fig. 22. *Ocotea* sp. MGM-1071M

Observaciones

El género *Ocotea* ha sido citado en el Neógeno de Europa a partir de restos foliares por varios autores, como ALMERA (1894), SAPORTA & MARION (1876), LAURENT (1904-1905), DEPAPE (1922) y SANZ DE SIRIA (1982). Las hojas estudiadas fueron comparadas con las de la especie actual de la Macaronesia *O. foetens* (Ait.) Benth. et Hook., sin embargo no existen estudios cuticulares ni se han hallado otros restos fósiles como frutos o flores que confirmen taxativamente la presencia del género *Ocotea* en Europa durante el

Terciario.

Nosotros únicamente hemos podido estudiar un resto foliar, que a causa del desarrollo de sus respectivas nerviaciones, atribuimos con duda a *Ocotea*. No obstante, quizás podría pertenecer al paragénero *Daphnogene* debido al alto grado de polimorfismo foliar que poseen las lauráceas. Pudiera ser posible que este resto foliar perteneciera a *D. eugeniae*, aunque como hemos mencionado anteriormente, no presenta la cutícula preservada por lo que no es posible relacionarlo con esta especie.

***Persea princeps* (Heer) Schimper, 1870-1872**

(Fig. 23; Lám. IX, fig. 1)

- 1850 - *Quercus nereifolia*, UNGER, pág. 403.
- 1855 - *Quercus nerifolia*, HEER, lám. I, fig. 3; lám. II, fig. 12.
- 1856 - *Laurus princeps*, HEER, págs. 77-79, lám. LXXXIX, fig. 16-17, lám. XC, fig. 17, 20, lám. XCVII, fig. 1.
- 1856 - *Quercus nerifolia*, HEER, pág. 45-46, lám. LXXIV, figs. 1-7, fig. 16a-d; lám. LXXV, fig. 2; lám. LXXV, fig. 2.
- 1859 - *Quercus nerifolia*, HEER, pág. 178, lám. CLII, fig. 3.
- 1859 - *Persea osorum*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 271, lám. XIII, fig. 7.
- 1859 - *Quercus nereifolia*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 188-189, lám. XXXI, fig. 6.
- 1867 - *Quercus nerifolia*, STUR, pág. 153.
- 1868 - *Laurus princeps*, ETTINGSHAUSEN, pág. 43.
- * 1870-1872 - *Persea princeps*, SCHIMPER, pág. 831.
- 1870-1872 - *Quercus nerifolia*, SCHIMPER, págs. 621-622.
- 1884-1885 - *Persea* sp., RÉROLLE, págs. 286-288, lám. X, fig. 4.
- 1884-1885 - *Quercus* sp., RÉROLLE, págs. 274-275, lám. IX, fig. 5.
- 1887 - *Laurus princeps*, BOULAY, págs. 22-23.
- 1890b - *Persea indica*, BOULAY, pág. 19, fig. 1.
- 1891 - *Quercus nerifolia*, ZITTEL, pág. 428.
- 1892 - *Laurus princeps*, ETTINGSHAUSEN, pág. 98.
- 1894 - *Quercus nerifolia*?, ALMERA, pág. 327.
- 1904-1905 - *Persea indica* SPR. *pliocenica*, LAURENT, págs. 152-156, fig.-text. 26, lám. VI, fig. 7.
- 1908 - *Persea indica*, LAURENT, págs. 46-49, lám. VI, fig. 8, lám. VII, fig. 1.
- 1921 - *Quercus nerifolia*, POTONIE, fig. 290.
- 1922 - *Persea indica* SPR. *pliocenica*, DEPAPE, pág. 171, fig.-text. 25, lám. X, fig. 10-12.
- 1945 - *Diospyros brachysepalis*, VILLALTA & CRUSAFONT, lám. VII.
- 1945 - *Ficus lanceolata*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. IX.
- 1945 - *Juglans* cf. *vetusta*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. II.
- 1945 - *Persea* cf. *braunii*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. II.
- 1945 - *Persea* cf. *speciosa*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. IX.
- 1945 - *Persea* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Quercus nerifolia*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 348, lám. VII.
- 1947 - *Quercus nerifolia*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XV.
- 1950 - *Persea* cf. *braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Persea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Quercus nerifolia*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Persea* aff. *Persea indica*, ARENES, pág. 78.
- 1951 - *Persea* cf. *braunii*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Persea* sp., BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Quercus nerifolia*, BATALLER, págs. 140, 144.
- 1954 - *Persea princeps*, HANTKE, págs. 69-70, lám. 10, figs. 4-6.
- 1955 - *Cassia paleogea*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 125-126, lám. XLVIII, fig. 6.
- 1955 - *Cinnamomum lanceolatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 115, lám. XXXVI, fig. 1.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 181-182, lám. LI, fig. 3.
- 1955 - *Diospyros anceps*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 166-167, lám. XXXVII, fig. 2.
- 1955 - *Diospyros brachysepalis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 167-168, lám. XXXVII, fig. 1.
- 1955 - *Dodonea ptelefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 147-148, lám. XLIII, fig. 3.

- 1955 - *Ficus pulcherrima*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 104, lám. XXXII, fig. 3.
 1955 - *Juglans acuminata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 88-89, lám. XLIV, fig. 2-3.
 1955 - *Juglans vetusta*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 89-90, lám. XLIV, fig. 4.
 1955 - *Laurus princeps*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 112-113, lám. XXXIV, fig. 1.
 1955 - *Melastomites radobojanus*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 139, lám. XLVI, fig. 2.
 1955 - *Persea braunii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 116-117, lám. XXXIV, fig. 3.
 1955 - *Persea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 117.
 1955 - *Punica granatum* L. var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 138, lám. XLVI, fig. 3.
 1955 - *Quercus neriifolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 82-83, lám. XXVII, figs. 2-3.
 1955 - *Quercus salicina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 85, lám. XXVII, fig. 1.
 1955 - *Rhododendron megiston*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163, lám. XXXVIII, fig. 6.
 1958 - *Quercus neriifolia*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1963 - cf. *Laurus princeps*, KOTLABA, págs. 68-69, lám. VI, fig. 7.
 1965 - *Quercus neriifolia*, HANTKE, págs. 27-30.
 1965 - *Persea princeps*, HANTKE, págs. 27-30, lám. 4, figs. 1-3.
 1966 - *Persea* cf. *indica*, ANDREÁNSZKY, pág. 33, fig. 19.
 1971 - *Laurus princeps*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 72-74, lám. IV, fig. 7.
 1973 - *Persea princeps*, GIVULESCU & OLOS, pág. 39, lám. XXI, fig. 7.
 1973 - *Quercus neriifolia*, GIVULESCU & OLOS, pág. 14, taf. I, fig. 1; lám. V, fig. 10.
 1975 - *Persea princeps*, GIVULESCU, pág. 153, fig. 1, lám. 13, fig. 4.
 1977 - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Persea princeps*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 16.
 1979 - cf. *Quercus neriifolia*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 16, lám. 4, fig. 7.
 1980b - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, págs. 13-14, lám. I, fig. 20a.
 1981 - *Persea princeps*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus neriifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Persea princeps*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Laurus princeps*, SANZ DE SIRIA, pág. 63, fig. 9.
 1981 - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, págs. 5-6, lám. I, fig. 4.
 1982 - *Persea indica* SPR. var. *pliocenica*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 16.
 1985 - *Laurus princeps*, HABLY, págs. 97, 143, fig.-text. 11, lám. V, figs. 2-3, lám. XIV, figs. 1-6, lám. V, figs. 1, 4.
 1986 - *Laurophyllum princeps*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 6, lám. 5, fig. 1.
 1987 - *Quercus neriifolia*, IBÁÑEZ, pág. 199.
 1987 - *Laurophyllum princeps*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
 1988 - *Quercus neriifolia*, VICENTE I CASTELLS, pág. 28, lám. I, fig. 22.
 1990 - *Persea princeps*, GIVULESCU, págs. 39-40, lám. 7, fig. 4.
 1991 - *Quercus neriifolia*, BARRÓN, págs. 186-203, lám. VIII, figs. 2-4.

Material

Se han estudiado 130 ejemplares con una conservación que va de excelente a mediocre, que se preservan como impresiones y compresiones foliares sin trazas cuticulares, procedentes de los afloramientos de Alp, barranco de Salanca, Beders, Pedrá, Coll de Saig y San Salvador:

CA-8962-1, CA-8962-2, CA-8962-3, CA-8962-4, CA-8962-5, CA-8962-6, CMV-993, CMV-1022, CMV-1038, MGBG-A-41, MGBG-A-43, MGBG-A-76, MGBG-A-107, MGBG-A-111, MGBG-A-132, MGBV-9490, MGBV-9689, MGBV-9760, MGBV-9791, MGBV-9889, MGBV-9903, MGBV-9904, MGBV-10044, MGBV-10072, MGBV-10173, MGBV-10465, MGBV-10488, MGBV-10496, MGBV-10511, MGBV-10512, MGBV-11709, MGM-227M, MGM-1047M, MGM-1083M, MGSB-4039, MGSB-31199, MGSB-31213, MGSB-31373, MGSB-31377, MGSB-40314, MGSB-40453, MGSB-48474, MGSB-48475, MNCNV-143, MNCNV-248, MNCNV-249, MNCNV-256, MNCNV-263, MNCNV-274, MNCNV-290, MNCNV-292, MNCNV-300, MNCNV-321, MNCNV-353, MNCNV-367, MNCNV-377, MNCNV-380, MNCNV-459, MNCNV-461, MNCNV-462, MNCNV-466, MNCNV-508, MNCNV-509, MNCNV-513, MNCNV-515, MNCNV-516, MNCNV-518, MNCNV-519, MNCNV-522, MNCNV-540, MNCNV-698, MNCNV-705, MNCNV-718, MNCNV-741, MNCNV-747, MNCNV-795, MNCNV-816, MNCNV-840, MNCNV-848, MNCNV-890, MNCNV-891, MNCNV-895, MNCNV-897, MNCNV-904, MNCNV-906, MNCNV-908, MNCNV-915, MNCNV-933, MNCNV-3042, MNCNV-3046, MNCNV-3054, MNCNV-3645, MNCNV-4284, MNCNV-4285,

MNCNV-4303, MNCNV-4602, MNCNV-4603, MNCNV-4604, MNCNV-4605, MNCNV-4606, MNCNV-4607, MNCNV-4608, MNCNV-4609, MNCNV-4610, MNCNV-4611, MNCNV-4612, MNCNV-4613, MNCNV-4614, MNCNV-4615, MNCNV-4616, MNCNV-4618, MNCNV-4619, MNCNV-4620, MNCNV-4621, MNCNV-4622, MNCNV-4626, MNCNV-4631, MNCNV-4634, MNCNV-4635, MNCNV-4643, MNCNV-4644, MNCNV-5046, UCM-CCS-18, UCM-CCS-19, UCM-CCS-47, UCM-CSS-50, UCM-CCS-52, UCM-CCS-53, UCM-CCS-56, UCM-BLL-13.

Diagnosis original (SCHIMPER, 1870-1872).

Foliis coriaceis, late lanceolatis, vel lanceolato-ellipticis, utrinque attenuatis, nervo primario prominente, nervis secundariis tenuibus, sparsis, numerosis, subangulo plus minus aperto egredientibus, secus marginem camptodromis, nervulis subtiles reticulatis. Fructu piriformi.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos con peciolo patente de 2,4-0,1 cm de longitud; limbo polimórfico elíptico, lanceolado, oblanceolado, estrecho obovado u ovado; longitud del limbo: 13-3 cm; anchura máxima del limbo: 4,6-0,9 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 8,6-0,6 cm; ápice de agudo a acuminado; base de redondeada a cuneada; margen liso, a veces algo sinuoso; nerviación curvipinnada simple; nervio medio derecho y robusto; 15-7 pares de nervios secundarios alternos u opuestos, curvados uniforme o abruptamente con ángulo de divergencia que puede ser tanto agudo moderado como recto; a veces los nervios secundarios se ramifican en su parte final; aparición ocasional de dicotomías en los nervios secundarios; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria reticulada al azar o percurrente; si es percurrente: oblicua frente al nervio medio y con desarrollo derecho o ahorquillado; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas; presencia ocasional de venillas ramificadas en las areolas.

Observaciones

P. princeps es una especie que se encuentra abundantemente representada desde el Oligoceno inferior hasta el Plioceno en los yacimientos de macroflora de Europa; habiendo sido descrita por primera vez de forma errónea por UNGER (1850), como *Quercus nereifolia*, a partir de un conjunto de ejemplares del Sarmatiense de Oehningen.

Algunos autores como KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), opinan que esta especie

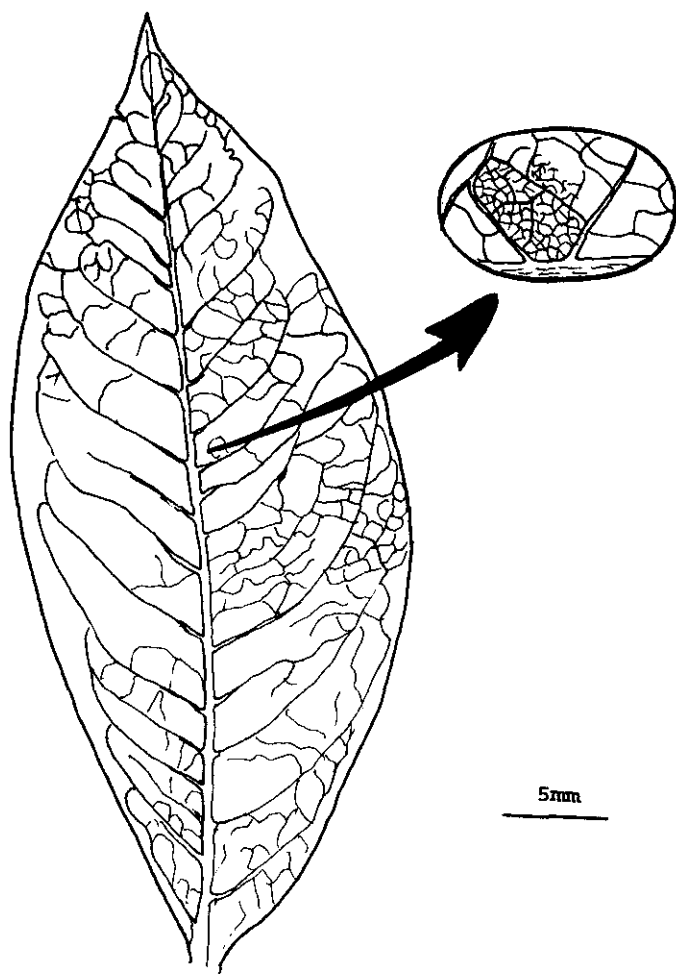


Fig. 23. *Persea princeps* MNCNV-4605

no se debería considerar dentro del género *Persea* Plum. ex L., sino incluida en *Laurophyllum princeps* (Heer) Krausel & Weyland. Aunque no hemos encontrado restos foliares con la cutícula preservada, de igual forma que HANTKE (1954), consideramos que el tipo de nerviación que muestran los ejemplares estudiados es típica del género *Persea*, por lo que los restos estudiados, al no presentar caracteres equívocos, no pueden ser considerados como *Laurophyllum*.

Es de destacar el marcado polimorfismo que esta especie presenta, razón ésta por la que, a partir de material procedente de la Cerdaña algunos autores como VILLALTA & CRUSAFONT

(1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), citaron gran cantidad de taxones que no existieron en esta zona durante el Mioceno Superior.

El taxón actual que más recuerda a *P. princeps* es *P. indica* (I. K.) Spreng., de la Macaronesia. Posiblemente, la especie terciaria sea su antepasado. Ésta es la primera vez que se cita *P. princeps* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Wetterau, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Egeriense.** Schiltal, Khole, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).
- Oligoceno superior.** Sluknov, Checoslovaquia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

P. princeps se encuentra también citado en el Oligoceno de Sarreal, Cuenca de

Barberà, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

-Mioceno Inferior. Ipolytarnóc, Hungría (HABLY, 1985).

-Aquitaniense. Bois d'Assom, Manosque, Francia; Brognon y Armissant, Francia (SAPORTA, 1866; SCHIMPER, 1870-1872).

-Burdigaliense. Palma de Mallorca, España (ARENES, 1951); Martorell, Costa Blanca, España (SANZ DE SIRIA, 1981).

-Helveciense. Köflach, Estiria, Austria (VICENTE CASTELLS, 1988).

-Aragoniense. Çanakale-Çan-Demirci, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Vallesiense. La Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España.

-Tortoniense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense inferior o Tortoniense superior. Domadice y Brhlovce, Checoslovaquia (KOTLABA, 1963).

-Sarmatiense. Montajone, Sarzanello y Val d'Arno, Toscana, Italia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971; VICENTE CASTELLS, 1988); Berlingen, Locle, Oehningen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1856).

-Pannoniense. Delureni y Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1975. 1990).

-Pontiense. Privas, Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

-Messiniense. Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Kesselstein y Sobrussan, Bohemia, Checoslovaquia (SCHIMPER, 1870-1872); Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

-Plaisanciense. Torrente de Esplugas de Llobregat, España (ALMERA, 1894); Siura, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Saint-Marcel y Thèziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Pas-de-la-Mougudo, Francia (LAURENT, 1904-1905); Niac, Cantal, Francia (LAURENT, 1908).

Además está citado en el Plioceno de Kumi, Grecia (SCHIMPER, 1870-1872); Chiuzbaia, Transylvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Les Clausades, Francia (MARTY, 1905).

Orden Nymphaeales

Familia *Nymphaeaceae* Salisbury, 1805

Los primeros registros de esta familia son semillas colectadas en sedimentos maastrichtienses de Centroeuroa (COLLINSON, 1980; KNOBLOCH & MAI, 1984), y palinomorfo del mismo periodo procedentes del Canadá (MULLER, 1981), aunque éstos poseen disemejanzas con los de los géneros actuales. Según CEVALLOS-FERRIZ & STOCKEY (1989) y TAYLOR & TAYLOR (1993), parece ser que a partir de la mitad del Eoceno las ninféáceas ya se encontraban tal y como las conocemos en la actualidad.

Esta familia hoy en día se encuentra integrada por 5 géneros y alrededor de 90 especies de plantas acuáticas dulceacuícolas con distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña se han hallado palinomorfo y un resto foliar indeterminable.

MICRORRESTOS

Nymphaeaceae

(Lám. IX, fig. 3)

La familia *Nymphaeaceae* presenta una polinización entomófila de sus flores, seguramente esta es una de las razones por la que sus palinomorfo no son abundantes en el registro fósil.

Granos asignables a esta familia se han hallado en cantidades apreciables en las minas de Sampsor y Sanavastre, y de forma puntual, en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Beders, torrente de la Bavosa, riu de Santa María, Prats, camino al Serrat de Nas, Can Vilella y vertedero de Sampsor, siendo relacionables con la especie parataxónica *Nymphaeaceae pollenites minor* Nagy. Según NAGY (1985), esta paraespecie ha sido encontrada desde el Badeniense hasta el Pannoniense Superior en Hungría.

Esta es la primera cita del polen de esta familia en el Mioceno Superior de la Cerdaña y también es la primera cita de la paraespecie *N. minor* en el Terciario español.

Descripción del material

Granos monosulcados; de subprolatos a esferoidales en vista ecuatorial; esferoidales en vista polar; P=26,36-2,9 µm; E=17,27-9,27 µm; el sulco parece alcanzar la zona polar;

exina de 1,36 μm de grosor no diferenciable en nexina y sexina; téctum completo; superficie equinulada; longitud de las equinas $\approx 3,6 \mu\text{m}$; base de las equinas engrosada.

Debemos mencionar que la gran mayoría de los granos estudiados están rotos y abiertos por la zona del sulco.

MACRORRESTOS

Nymphaeaceae

(L m. IX, fig. 2)

Material

Se ha estudiado una única impresión foliar en buen estado de conservación procedente del afloramiento de Coll de Saig: CJQ-002.

Descripción del material

Resto foliar orbicular; peciolo no preservado; diámetro aproximado: 24 cm; margen no prerservado, posiblemente liso; nerviación rectipalmada; nervios de primer orden en algunas ocasiones se ramifican al acercarse al margen; nervios de segundo orden conectan de forma percurrente los primarios formando una malla intrincada; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Tras el estudio de este ejemplar y dado su estado de preservación, no podemos relacionarlo con ningún género en concreto de esta familia. Por esta razón lo identificamos a nivel familiar.

Ésta es la primera vez que se describen restos foliares de Nymphaeaceae en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Subclase Ranunculidae

Orden Ranunculales

Familia Berberidaceae A. L. de Jussieu, 1789

No está claro cuando apareció esta familia sobre el Globo. MULLER (1981) expresa que el par g nero descrito a partir de granos de polen, *Sigmopollis* Janzen & Norris, del Turolense de Canadá, fue referido a esta familia por su apertura espiral. Sin embargo, estas

aperturas son conocidas en otras familias como Acanthaceae, Iridaceae y Eriocaulaceae. Restos macroscópicos asignables a esta familia han sido descritos en localidades neógenas de Europa (HEER, 1859).

Esta familia presenta en la actualidad 13 géneros, donde se integran unas 650 especies, que habitan principalmente regiones templadas del Hemisferio Norte y montañas del Sur de América (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Berberidaceae

(Lám. IX, fig. 4)

Granos de polen asignables a esta familia se han hallado de forma aislada únicamente en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca y Prats. Siendo referibles a la tribu Berberideae de la subfamilia Berberidoideae.

Descripción del material

Granos sincolpados, espiroaperturados; heteropolares; asimétricos; más o menos esféricos; diámetro=30-36.5 μm ; exina de unas 2 μm de espesor; sexina=nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie de ligeramente escábrida a microrreticulada.

Observaciones

El polen aquí descrito debiera ser incluido dentro del tipo *Berberis vulgaris* L., descrito por BLACKMORE & HEATH (1984). Sin embargo, ERDTMAN (1986) expresa que algunas especies del género *Mahonia* Nutt., presentan granos con características idénticas a los de *Berberis* L. Por esta razón nos ha parecido más adecuado nombrar a este tipo de pólenes como Berberidaceae sin especificar.

La escasa cantidad de polen estudiado puede ser debido a la polinización entomófila que presentan las plantas de esta familia, o quizás a su fragilidad. BLACKMORE & HEATH (1984), ponen de manifiesto que el polen de los géneros *Berberis* y *Mahonia* es susceptible de estropearse durante la acetólisis, posiblemente esta debilidad se ponga también de manifiesto frente a los diversos factores que afectan al polen durante los procesos de fosilización.

Para terminar apuntaremos que podría ser que en el Mioceno Superior de la Cerdaña

hubieran existido diferentes especies de berberidáceas, ya que se han hallado palinomorfos con exinas microrreticuladas y con exinas ligeramente escábridas.

Familia *Ranunculaceae* A. L. de Jussieu, 1789

Las primeras citas de restos supuestamente asignables a esta familia se remontan al Cretácico Inferior de Santa María de Meyá (Lérida), donde a partir de macrorrestos se describió la especie *Ranunculus ferreri* (Teixeira) Blanc-Louvel.

Palinomorfos atribuibles sin lugar a dudas a *Ranunculaceae* se describieron en el Albiense y Cenomaniense de Brasil como *Cretaceaiporites scabratus* Herengreen, siendo semejantes al actual género *Thalictrum* L. (MULLER, 1981; BLANC-LOUVEL, 1984).

No obstante, algunos autores como MULLER (1981), consideran erróneas estas citas, ya que, por una parte, los ejemplares macroscópicos estudiados se han encontrado en forma de impresiones y no se han podido estudiar anatómicamente, y por otra, los palinomorfos no han sido estudiados al M.E.B. lo que podría confirmar sin duda su adscripción a las ranunculáceas. Por éstas razones, parece que los primeros registros verdaderamente fiables se remontan al Mioceno Inferior, en donde se han detectado granos similares a los del género *Thalictrum*. Palinomorfos relacionables con el género *Ranunculus* L. no se han hallado hasta el Mioceno Superior (MULLER, 1981).

En la actualidad presenta unos 50 géneros y más de 1.800 especies. Se trata de una familia cosmopolita, centrada en las regiones templadas y frías del Hemisferio Norte (HEYWOOD, 1985).

En los sedimentos de la Cerdaña se han detectado varios tipos de granos que son relacionables con la familia *Ranunculaceae*. No ha sido posible atribuir éstos a un género determinado ya que, como exponen CLARKE *et al.* (1991), hay varios géneros de ranunculáceas como *Ranunculus*, *Anemone* L., *Ceratocephala* Moench., *Clematis* L. y *Pulsatilla* Mill., que son estenopalinos.

MICRORRESTOS

Ranunculaceae

Palinomorfos asignables a esta familia han sido determinados de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña, menos en Oliá. Su presencia puntual puede deberse a su dispersión entomófila, aunque muchos de sus representantes son acuáticos. Nosotros

hemos detectado varias formas que hemos agrupado en los siguientes tipos:

Descripción del material

a) Tipo 1 (Lám. IX, fig. 7): granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en visión ecuatorial; circulares en vista polar; $P=35,5-29\text{ }\mu\text{m}$; $E=29-27\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de unas $2\text{ }\mu\text{m}$ de anchura, llegando hasta los polos donde se fusionan entre ellos; exina de $2-3\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; superficie verrucada.

Este tipo de polen es referible al de *R. acris* L., y solamente se ha hallado en el afloramiento de Beders siendo la primera vez que se describe este tipo en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

b) Tipo 2 (Lám. IX, fig. 6): granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; circulares en visión polar; $P=30-32,2\text{ }\mu\text{m}$; $E=23,6-19\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,8-2\text{ }\mu\text{m}$ de anchura; exina de $\approx 2,5-3\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie verrucada.

Este tipo es el que se encuentra más comúnmente en los afloramientos de la depresión Ceretana, pudiéndose relacionar con todos los géneros anteriormente citados, según lo expuesto por CLARKE *et al.* (1991).

c) Tipo 3 (Lám. IX, fig. 11): Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P\approx 41\text{ }\mu\text{m}$; $E\approx 29\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,8\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; exina de aproximadamente $3,6\text{ }\mu\text{m}$ de grosor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie granulada.

Este tipo de polen únicamente ha sido hallado en el afloramiento de Prats. Se podría relacionar con los mismo géneros que el tipo 2.

MACRORRESTOS

cf. *Ranunculus* sp.

(Fig. 24. Lám. IX, fig. 12)

Material

Dos ejemplares conservados como impresiones en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y San Salvador: MNCNV-4601 y MNCN s/n.

Descripción del material

Restos foliares unidos por cortos tallos; limbos laciniados; longitud del limbo $\approx 0,75$ cm; anchura máxima $\approx 0,52$; anchura aproximada de las lacinias: 0,1 cm; las lacinias en número de 7-9 se ramifican y dicotomizan, a veces de forma irregular, adelgazando su grosor; no se observa nerviación, que suponemos se desarrolló longitudinalmente a lo largo de las lacinias, ramificándose de forma dicótoma de la misma manera que éstas.

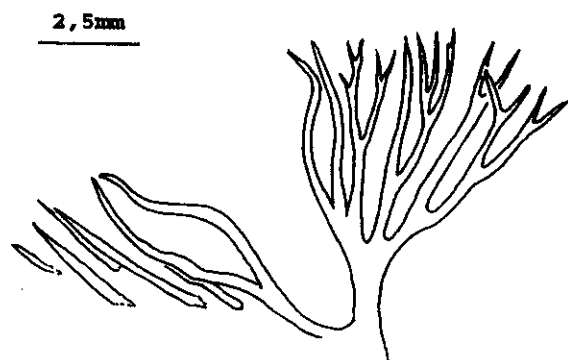


Fig. 24. cf. *Ranunculus* sp. MNCN s/n

Observaciones

Estos restos foliares pertenecen a plantas de vida acuática, posiblemente del género *Ranunculus* L. No obstante, limbos laciniados también se encuentran presentes en otros géneros de dicotiledóneas como *Ceratophyllum* L.

Por esta razón, ya que no se han encontrado cutículas ni frutos o flores en conexión orgánica con estos restos, lo cual nos hace tener dudas acerca de su atribución genérica, los citamos como cf. *Ranunculus* sp.

Es la primera vez que se describen en el Vallesiense de la depresión Ceretana restos foliares de este tipo.

Subclase Hamamelidae

Orden Hamamelidales

Familia Platanaceae Dumortier, 1879

Los primeros registros de esta familia se remontan a la mitad del Albiense Superior y al Cenomaniense (FRIIS *et al.*, 1981; FRIIS & CRANE, 1989). En estos períodos se han

atribuido a esta familia tanto restos foliares como inflorescencias, infrutescencias y palinomorfos (FRIIS & CRANE, 1989).

La familia Platanaceae comprende únicamente al género *Platanus* L., el cual presenta unas 9 especies, que habitan hoy en día en Norteamérica, Indochina, el Himalaya y la Península Balcánica (HEYWOOD, 1985; CRANE, 1989).

Maderas afines a las del género *Platanus*, se han hallado en el Campaniense de California (WOLFE, 1973).

Según MULLER (1981), los primeros registros polínicos relacionables con el género *Platanus* datan del Eoceno Superior del Sureste de Estados Unidos.

En los afloramientos de la Cerdaña, hemos detectado este género únicamente a partir de granos de polen, aunque algunos autores lo han citado de forma errónea tras el estudio de macrorrestos atribuibles a aceráceas y araliáceas (RÉROLLE, 1884-1885; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).

MICRORRESTOS

Platanus sp.

(Lám. IX, fig. 5)

Se ha encontrado por primera vez en la Cerdaña una cantidad exígua de granos en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino al Serrat de Nas, camino de Balltarga a Bor y en la mina de Sanavastre. Este tipo de polen es semejante al de las especies actuales: *P. orientalis* L., de Europa oriental, y *P. occidentalis* L., de Norteamérica.

El género *Platanus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares, radialmente simétricos; en vista ecuatorial de subprolotos a esferoidales; en vista polar, circulares; $E \approx 16 \mu\text{m}$; $P \approx 19,5 \mu\text{m}$; colpos cortos y estrechos de aproximadamente $1,8 \mu\text{m}$; exina de unas $1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de los retículos $< 1 \mu\text{m}$.

Familia Hamamelidaceae R. Brown in Abel, 1818

Según FRIIS & CRANE (1989), el estudio de semillas y flores documentan que esta

familia ya estaba presente a finales del Cretácico.

Presenta actualmente 26 géneros y alrededor de 100 especies distribuidas en las regiones templadas y subtropicales de ambos Hemisferios (HEYWOOD, 1985).

En el Mioceno Superior de la Depresión Ceretana se han encontrado granos de polen asignables a los géneros *Liquidambar* L. y *Parrotia* C. A. Mey., así como restos foliares de difícil asignación genérica.

El género *Liquidambar* actualmente presenta cuatro especies que habitan en Norteamérica y Asia (HUTCHINSON, 1967). Restos macroscópicos de plantas semejantes a las actuales representantes de este género han sido registrados en el Maastrichtiense-Daniense del área de Amur, tratándose de infrutescencias (FRIIS & CRANE, 1989). Hay que esperar hasta el Paleoceno para encontrar pólenes relacionables con el género actual (MULLER, 1981). A partir del Oligoceno el género *Liquidambar* aparece usualmente representado en Europa a partir de macrorrestos (LAURENT, 1919).

El género *Parrotia* hoy en día se encuentra representado por una única especie (*P. persica* C. A. Mey.), que habita al sur del Mar Caspio. Este género no se conoce en estado fósil más que a partir de granos de polen procedentes del Mioceno Superior del Sur de Francia (MULLER, 1981).

MICRORRESTOS

Liquidambar sp.

(Lám. IX, fig. 8)

Este tipo de polen se ha hallado de forma puntual en todos los yacimientos de la Cerdaña excepto en los de Coll de Saig, Oliá, Can Vilella y la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *L. orientalis* Mill. y a la especie parataxónica *Liquidambarpollenites orientalisformis* Nagy, la cual ha sido detectada en el Karpatische, Badeniense y Pannoniense de Hungría. SUC (1976) afirma que este tipo de polen desapareció de los espectros polínicos en Europa Occidental a finales del Reuveriense, manteniéndose en el Pleistoceno Inferior de Italia, Languedoc (Francia) y España.

Descripción del material

Granos pantoporados; más o menos esferoidales; diámetro: 45,5-32,7 µm; poros operculados y con anillo de aproximadamente 5,45-3,63 µm de luz; usualmente éstos ni son

de la misma talla, ni de la misma morfología (de circulares a ovales), tampoco se encuentran regularmente espaciados y aparecen hundidos; anillo de $\approx 0,9 \mu\text{m}$; opérculo con gránulos en su superficie; exina de aproximadamente $1,5\text{--}2 \mu\text{m}$ de grosor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada.

cf. *Parrotia* sp.

(Lám. IX, fig. 9)

Palinomorfos asignables con dudas a este género, debido al menor grosor de sus exinas, se han hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, Beders, Oliá y en la mina de Sanavastre. El género *Parrotia* tiene una polinización mixta entomófila y anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; circulares en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E=35,4\text{--}38,4 \mu\text{m}$; colpos de $\approx 9 \mu\text{m}$ de anchura; exina de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de grosor; no se observa diferenciación entre sexina y nexina; téctum perforado; superficie reticulada; lúmenes de $\approx 1,52 \mu\text{m}$ de luz.

MACRORRESTOS

Hamamelidaceae

(Fig. 25; Lám. IX, fig. 10)

- 1855 - *Quercus fagifolia*, GOEPPERT, págs. 14-15, lám. VI, figs. 9-12.
- 1867 - *Parrotia pristina*, STUR, págs. 162-163, lám. V, figs. 2-3.
- 1868 - *Parrotia pristina*, ETtingshausen, pág. 64.
- 1884-1885 - *Parrotia gracilis*, RÉROLLE, pág. 378, lám. XIV, fig. 10.
- 1884-1885 - *Parrotia pristina*, RÉROLLE, pág. 337, lám. XIV, fig. 9.
- 1887 - *Parrotia pristina*, BOULAY, pág. 27.
- 1899 - *Parrotia pristina*, BOULAY, págs. 68-69, lám. VIII, fig. 90.
- 1903 - *Parrotia pristina*, MARTY, pág. 55.
- 1945 - *Parrotia gracilis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Parrotia pristina*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1950 - *Parrotia gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1950 - *Parrotia pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1951 - *Parrotia gracilis*, BATALLER, pág. 141.
- 1951 - *Parrotia pristina*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Parrotia gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 111.
- 1955 - *Parrotia pristina*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 110-111.
- 1958 - *Parrotia persica*, GRANGEON, págs. 184-185, lám.-text. XXXIII, figs. 1-12, lám. I, fig. 3, lám. III, fig. 5.
- 1959 - *Parrotia fagifolia*, ANDREÁNSZKY, págs. 73-74, fig. 34-35, lám. XV, figs. 2-4,6, lám. XVI, fig. 1.
- 1963 - *Parrotia pristina*, KOTLABA, págs. 55-57, 67, lám. III, figs. 3-4.
- 1963 - *Parrotia persica*, TRAIU, págs. 41-47, lám. III, figs. 1-7.
- 1972 - *Parrotia persica*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126, lám. II, figs. 7-8.

- 1973 - cf. *Parrotia pristina*, GIVULESCU & OLOS, pág. 41.
 1981 - *Parrotia* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Parrotia* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Parrotia pristina*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 107, lám. 11, fig. 2b, fig. 3.
 1983 - *Parrotia persica*, ROIRON, págs. 703-704, fig. 9, n° 5-6.
 1988 - *Parrotia pristina*, KNOBLOCH, pág. 4, lám. 13, fig. 6.
 1989 - *Hamamelidoideae* gen. et sp. indet. (*Parrotia? pristina?*), MELLER, págs. 46-47, lám. 18, fig. 1-5, fig. 3.
 1989 - *Parrotia pristina*, SITÁR et al., pág. 46, lám. XXVII, fig. 5.
 1990 - *Parrotia pristina*, GIVULESCU, págs. 53-54, lám. 2, fig. 9.
 1990 - "*Parrotia*" *pristina*, KNOBLOCH, pág. 266.
 1990 - *Parrotia pristina*, STUCHLIK et al., text.- fig. 11.1.

Material

Se han estudiado 35 ejemplares foliares en estado mediano de conservación, como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos de torrente de Vilella, Coll de Saig, Beders, barranco de Salanca y camino de Balltarga a Bor:

CA-8964-, CA-8964-2, MGBV-9733, MGBV-9811, MGBV-10153, MGSB-31323, MGSB-40402_{1,2}, MGSB-40406_{1,2}, MGSB-48467_{1,2}, MNCNV-3027, MNCNV-4343, MNCNV-4450, MNCNV-4576, MNCNV-4577, MNCNV-4578, MNCNV-4579, MNCNV-4580, MNCNV-4581, MNCNV-4582, MNCNV-4583, MNCNV-4584, MNCNV-4585, MNCNV-4586, MNCNV-4587, MNCNV-4588, MNCNV-4589, MNCNV-4590, MNCNV-4591, MNCNV-4592, MNCNV-4593, MNCNV-4594, MNCNV-4595.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,47-0,1 cm; limbo polimórfico: orbicular, elíptico, elíptico ancho, ovado ancho y obovado; longitud del limbo: 4,95-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 2,7-1,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura de limbo a la base: 3,03-0,77 cm; ápice de agudo a redondeado; base redondeada, decurrente o cordada; margen liso pero irregularmente ondulado, ondulaciones a donde llegan los nervios secundarios más patentes hacia el ápice; nerviación reticulipalmada; alrededor de 5 pares de nervios secundarios curvados uniformemente y ángulo de divergencia de unos 45°, éstos no llegan a tocar el margen curvándose y anastomosándose entre ellos; de los nervios primarios laterales no nace ningún nervio secundario; nervios terciarios percurrentes, con curso derecho o ahorquillado, siendo oblíquos frente al nervio de primer orden central; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Los ejemplares por nosotros estudiados son idénticos a las hojas que en la actualidad presentan varias especies de Hamamelidaceae incluidas en los géneros *Parrotia*, *Corylopsis* Sieb. & Zucc., *Hamamelis* L. y *Fothergilla* Murr.

La determinación de los géneros de la familia Hamamelidaceae se realiza básicamente

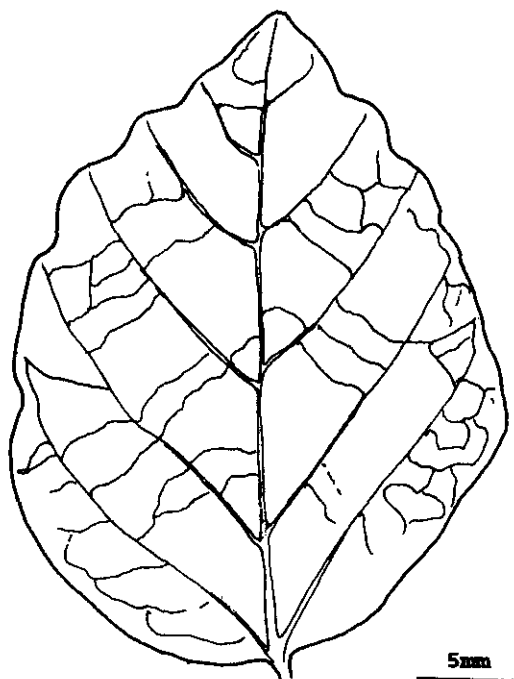


Fig. 25. Hamamelidaceae MNCNV-4538

taxonómico.

Es posible, tras el análisis polínico realizado, que los restos foliares estudiados se deban relacionar con el género *Parrotia*, ya que se han hallado palinomorfos posiblemente asignables a este género.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Wetterau, Alemania (ETTINGSHAUSEN, 1868).
- Eggeburgiense-Ottangiense.** Belchatów, Polonia (STUCHLIK et al., 1990).
- Aquitaniense.** Gergovia, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1899).
- Tortoniense.** Tállya, Hungría (STUR, 1867).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (STUR, 1867).
- Sarmatiense inferior o Tortoniense superior.** Domedia y Bory, Checoslovaquia (KOTLABA, 1963).
- Sarmatiense.** Erdobénye, Tállya, Bánhorváti, Várlopatá, Balaton y Szelecsi-Tales, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** Sprendligen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); la Cerdaña, Lérida, España.

a partir de sus caracteres florales y seminales. Ni las hojas, ni las epidermis de éstas contribuyen a diferenciarlos (TRALAU, 1963). Nosotros estamos de acuerdo con esta apreciación, por lo que, aunque algunos autores como KNOBLOCH (1990) prefieren incluir este tipo de resto foliar en la especie "*Parrotia*" *pristina*, creemos más correcto englobarlos a nivel de familia en un grupo sin especificar.

La especie descrita en el Mioceno Superior de la Cerdaña por RÉROLLE (1884-1885), *Parrotia gracilis*, no es más que una forma polimórfica del taxón que nos ocupa, por lo que pensamos que no presenta valor

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pannoniense-Pontiense. Brickyard Aubenham cerca de Ampfing, Baviera Superior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Pontiense. Charay, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Pinicíná, Sur de Eslovaquia, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989); Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855).

-Plioceno Superior. Sośnica cerca de Wrocław, Silesia, Polonia (LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., 1981).

Además aparece en el Plioceno de Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespiá, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Orden Urticales

Familia Ulmaceae Mirbel, 1815.

Según RAVEN & AXELROD (1974), la familia Ulmaceae se originó a partir de un antepasado urtical en Laurasia durante el Cretácico Superior. Los primeros registros de ulmáceas se refieren a granos de polen de Ulmoideae del Maastrichtiense del Canadá, Estados Unidos, Brasil y la India (MULLER, 1981). Los primeros restos foliares provienen del Turoniense de Kazakhstan (ZAVADA & CREPET, 1981). Frutos y semillas asignables a esta familia se registran a partir del Paleoceno (BURNHAM, 1986a).

Algunos autores como MANCHESTER (1989) ponen de manifiesto que durante el Terciario existieron géneros asignables a la familia Ulmaceae, que en la actualidad se encuentran extintos.

La familia Ulmaceae presenta actualmente 15-19 géneros y unas 150-200 especies, dividiéndose en dos subfamilias (Ulmoideae y Celtidoideae), que se distribuyen por regiones tropicales y templadas de ambos Hemisferios (ZAVADA & CREPET, 1981). Algunos autores como BERG (1977) y HEYWOOD (1985), introducen al orden Urticales, donde se encuentra incluida la familia Ulmaceae, dentro de la subclase Dillenidae, en lugar de en la Hamamelidae donde usualmente se le emplaza.

En los afloramientos de la Cerdaña están presentes los géneros: *Celtis* L., *Ulmus* L. y *Zelkova* Spach., que cuentan hoy en día con representantes vivientes, y algunos de ellos como *Ulmus*, muy diversificados.

Los restos más antiguos atribuibles al género *Celtis* son granos de polen procedentes del Turoniense de Sarawak (MULLER, 1981).

KORDOS-SZAKÁLI & KORDOS (1985), señalan que el antecesor del género *Celtis* fue *Celtidophyllum* Krasser, hallado en los sedimentos cretácicos de Moravia. En materiales más recientes se han detectado unas 35-40 especies a partir de restos macroscópicos asignables a este género. En la actualidad *Celtis* presenta unas 75 especies.

TANAI & WOLFE (1977), expresaron que restos foliares asimilables al género *Ulmus* hallados en sedimentos paleocenos y eocenos, presentaban características suficientemente diferenciativas como para distinguirlos de las especies actuales, las cuales se reconocen a partir del Oligoceno.

Sin embargo, posteriormente, BURNHAM (1986a) demuestra que *Ulmus* se encuentra bien representado en Norteamérica desde el Eoceno inferior. En Europa, aparece con asiduidad en las localidades correspondientes al Neógeno. El género *Ulmus* se encuentra integrado hoy en día por unas 120-150 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte, llegando a áreas tropicales y subtropicales (ELIAS, 1970).

MANCHESTER (1989), expresa que los primeros restos asignables al género *Zelkova* son hojas del Eoceno temprano del Oeste de Norteamérica, siendo a partir de esta edad un género frecuente en los afloramientos terciarios.

El género *Zelkova* presenta caracteres mixtos entre las Ulmoideae y las Celtidoideae, por lo que su posición sistemática ha sido incierta. Últimamente los neobotánicos están de acuerdo en considerarlo integrado en la subfamilia Ulmoideae (BURNHAM, 1986b). En la actualidad el género *Zelkova* presenta 7 especies que habitan exclusivamente en Eurasia (DI PASQUALE et al., 1992).

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña están presentes palinomorfos del género *Celtis* y del tipo *Ulmus-Zelkova*; y macrorrestos atribuibles a los géneros *Ulmus* y *Zelkova*.

MICRORRESTOS

Celtis sp.

(Lám. X, fig. 4)

La morfología que presentan los palinomorfos atribuidos a este taxón es comparable a la de la especie parataxónica *Celtipollenites komloënsis* Nagy del Karpatische y Pannoniense

de Hungría (NAGY, 1985). Se ha encontrado de forma puntual en la mina de Sanavastre y en los afloramientos del barranco de Salanca, riu de Santa María y Can Vilella.

Descripción del material

Granos trizonoporados; isopolares; radialmente siméricos; esferoidales; diámetro=31,8-40 μm ; poros de abertura simple con 4,5 μm de luz; exina con 1,36 μm de espesor; sexina aproximadamente del mismo grosor que la nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie con verrugas o gemas, en algunas ocasiones parece que presenta espínulas.

Observaciones

Este tipo de palinomorfo se diferencia de forma marcada del de la especie actual del Sur de Europa *C. australis* L., ya que los granos de polen de esta especie son 6-5 zonoporados, y presentan estructuras escábridas en su superficie. Los palinomorfos encontrados en los afloramientos de la Cerdaña presentan, por el tipo y número de aperturas, según la descripción de LIEUX (1980), afinidades con la especie americana *C. laevigata* Willd.

El género *Celtis* presenta una dispersión de los palinomorfos de tipo anemófilo (LIEUX, 1980).

Tipo *Ulmus-Zelkova*

(Lám. X, figs. 2 y 3)

Las morfologías polínicas de los géneros *Ulmus* y *Zelkova* son muy parecidas, diferenciándose únicamente algunas especies a causa de su tamaño. Por esta razón es muy difícil la distinción de los palinomorfos de estos dos géneros. Atendiendo a ésto, los granos de polen que se van a describir a continuación se enunciarán como el tipo *Ulmus-Zelkova*.

Tanto el género *Ulmus*, como el género *Zelkova*, presentan pólenes anemófilos, seguramente por esta razón y por la gran cantidad de restos foliares hallados asignados a *Zelkova*, no es extraño que este tipo polínico aparezca con frecuencia y en cantidades apreciables en todos los afloramientos de la depresión ceretana.

Descripción del material

Granos 4-5 zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; elípticos en vista ecuatorial; circulares, cuadrangulares o pentagonales en vista polar; P=45,4-26,3 μm ; E=36,6-24 μm ; poros con aperturas de 1,8-3,6 μm de luz; exina con unas 0,9 μm de espesor en los mesosporios y cerca de 2,9 μm alrededor de los poros; sexina y exina no se aprecian claramente; téctum completo; infratécum finamente columelado; superficie ondulotectada.

Observaciones

En el afloramiento del vertedero de Sampsor se han hallado algunos granos casi esféricos y de tamaño algo menor que los estudiados en el apartado anterior (P=24-20 μm), los cuales pueden relacionarse con los descritos en el género parataxónico *Ulmipollenites* Wolff.

Los palinomorfos con 4 poros y aspecto cuadrangular son idénticos a los que NAGY (1985), describió como *Zelkovaepollenites potonieii*. Esta especie fue hallada en Hungría por la autora anteriormente citada del Ottnangiense al Pannoniense.

Como ya hemos expresado, parece más adecuado incluir los palinomorfos que presentan la morfología descrita en el apartado anterior en el tipo *Ulmus-Zelkova*. Sin embargo, las citas de *Zelkova* realizadas por BESSEDIK (1985) para la minas de Sampsor y Sanavastre podrían ser válidas, aunque este autor no explica las características morfológicas que presentan los granos estudiados por él.

MACRORRESTOS

***Ulmus* sp.**

(Figs. 26 y 27; Lám. X, figs. 1 y 5)

1955 - *Ulmus braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97, lám. XXX, fig. 5.

Material

Se han estudiado 5 restos foliares y dos sámaras asignables al género *Ulmus*, conservados como impresiones y colectados en los afloramientos de Coll de Saig, Beders y camino de Balltarga a Bor.

Restos foliares: MGBV-10484, MGSB-31311, MGSB-481150, MNCNV-711, MNCNV-4513, MNCNV-

Sámaras: MNCNV-304 y MNCNV-4795.

Descripción del material

Restos foliares peciolados (Fig. 26; Lám. X, fig. 5); longitud del peciolo: 1,1-0,1 cm; lámina elíptica aunque también ovada y obovada; longitud del limbo: 3,75-1,6 cm; anchura máxima del limbo: 2,1-0,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,7-0,5 cm; ápice agudo; base redondeada; margen irregularmente aserrado, apareciendo dientes doblemente dentados; nerviación rectipinnada simple; 10-12 pares de nervios secundarios con curso derecho, ramificándose a veces en su zona apical; ángulo de divergencia agudo de 45° a 30°; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras redondeadas (Fig. 27; Lám. X, fig. 1) con un tamaño de 1,4-1,3 x 1,1 cm, no se encuentran en conexión orgánica con las hojas descritas; en su zona central presentan una semilla elíptica, que a veces se redondea en su parte distal; usualmente la semilla se prolongándose en su parte proximal, adelgazándose; anchura aproximada de la semilla en su parte media: 3,07 mm; longitud aproximada de la semilla (sin tener en cuenta la prolongación hacia la zona de inserción): 6,90 mm; un ala rodea totalmente a la semilla, encontrándose escotada en el polo opuesto a la zona de inserción con la planta; venación del ala irregularmente reticulada, surgiendo de la semilla con un patrón más o menos dicotómico; areolas fundamentalmente alargadas, a veces cuadrangulares o redondeadas.

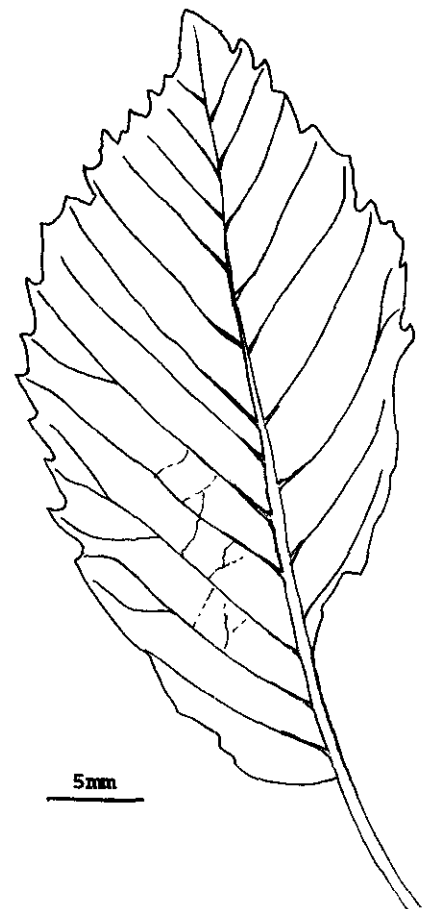


Fig. 26. *Ulmus* sp. MNCNV-4513

Observaciones

El género *Ulmus* fue primeramente citado en el Mioceno Superior de la Cerdaña por MENÉNDEZ AMOR (1955), quien describió y figuró un conjunto de frutos e inflorescencias como *U. braunii* Heer. Más adelante ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), citaron la especie *U. longifolia* Ung., sin especificar qué tipo de restos fueron los encontrados.

Teniendo en cuenta los restos foliares, en el Neógeno de Europa Occidental se han encontrado tres morfotipos diferentes de olmos:

1- similar al actual *U. minor* Mill., con 12 pares de nervios secundarios o menos, que se bifurcan insertándose en los dientes del margen. Esta especie no presenta en el margen foliar un número de dientes tan elevado como *U. glabra* Huds. y *U. americana* Mill. Además, estos dientes no tienen forma de gancho (MARTY, 1905).

2- similar al actual *U. glabra*, con unos 15 pares de nervios secundarios que no sufren bifurcación (MARTY, 1905). Nosotros, tras el análisis de olmos de esta especie, pudimos comprobar que el número de dientes presentado es mayor, pero que éstos también sufren bifurcaciones.

3- similar al actual *U. americana*, con forma lanceolada y unos 18 pares de nervios secundarios.

No obstante, los olmos presentan polimorfismo foliar, por lo que en un mismo semaforonte podemos encontrar hojas de estos tres morfotipos. También hemos podido comprobar que los restos foliares estudiados pueden compararse con las hojas de varias especies de olmos asiáticos (MELVILLE & HEYBROOK, 1971).

Por estas razones, pensamos que estos morfotipos no presentan validez taxonómica alguna, debiéndose su existencia a un fenómeno de polimorfismo foliar. Ya que los restos foliares estudiados por nosotros pueden relacionarse los tres tipos foliares mencionados, y dada la escasa cantidad de ejemplares colectados y su estado de conservación, que no es muy bueno, creemos conveniente considerar los restos foliares descritos en nomenclatura abierta.

Las sámaras son más escasas en los yacimientos terciarios europeos, debido quizás a un comportamiento diferente durante el proceso de fosilización.

Si consultamos la bibliografía, existen un buen número de citas de sámaras semejantes a las estudiadas por nosotros que han sido atribuidas a muy diversos géneros, algunos de ellos pertenecientes a familias muy alejadas filogenéticamente de Ulmaceae.

Por la nerviación, el tipo de sámara descrito recuerda al género *Cyclocarya* Iljinskaya

(Juglandaceae), en especial a las del Paleoceno de Dakota (CRANE et al., 1990). Sin embargo este género presenta semillas de mayor tamaño y alas sin escotaduras que las abarcan por completo.

Los frutos descritos también encuentran semejanzas con los de el género *Abronia* Juss. (Rutaceae), de los cuales se diferencian a causa de su nerviación. En este último género las venas se desarrollan por encima de la semilla, la cual en algunas ocasiones presenta restos del estilo que a veces presentan mayor longitud que el ala de la sámara. Ésto se puede observar en las figuras del trabajo de LAURENT (1904-1905).

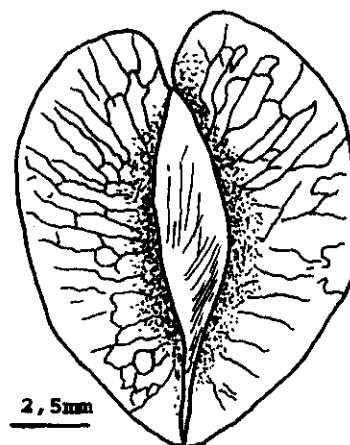


Fig. 27. *Ulmus* sp. MNCNV-304

El género *Ptelea* L. (Ulmaceae), presenta sámaras parecidas a las descritas en este trabajo, sin embargo los frutos colectados en la Cerdaña se diferencian bien de los de *Ptelea* ya que el ala de las sámaras de este género no se encuentra escotada y rodea totalmente a la semilla. También las sámaras colectadas difieren de las de algunos géneros de zigofiláceas que no presentan la semilla en posición central y poseen en el ala mallas irregulares de nervios.

La primera cita de este tipo de resto en los afloramientos ceretanos se debe a MENÉNDEZ AMOR (1955). Esta autora los atribuye a la especie *Ulmus braunii*, explicando que son muy parecidos a los de la especies actuales *U. ciliata* Ehr. y *Planera aquatica* Gm., ambos de Norteamérica.

Tras comparar nuestros restos con las figuras de NAVARRO & CASTROVIEJO (1993), concluimos que las sámaras halladas en la Cerdaña, deben asignarse sin lugar a duda al género *Ulmus*, al no encontrar diferencias apreciables con las que presentan hoy en día algunas de sus especies, por ejemplo, *U. minor*.

***Zelkova zelkovaefolia* (Unger) Bůžek et Kotlaba, 1963**

(Fig. 28; Lám. X, figs. 6, 7 y 8)

1847 - *Ulmus zelkovaefolia*, UNGER, págs. 94-95, lám. XXIV, figs. 7-12; lám. XXVI, figs. 7-8.

1855 - *Zelkova ungeri*, GOEPPERT, págs. 32, lám. XII, figs. 9-10.

1856 - *Zelkova ungeri*, KOVÁTS, págs. 27-29, lám. V, figs. 1-12, lám. VI, figs. 1-6.

1859 - *Planera ungeri*, HEER, págs. 60-61, lám. LXXX, figs. 1-23.

- 1859 - *Zelkova ungeri*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 217, 218, tav. XXI, figs. 1-5, 7, 11-17, 22-24; tav. XXXV, fig. 25; tav. XXXVI, fig. 14; tav. XXXVIII, fig. 14; tav. XLI, fig. 2-4.
- 1867 - *Planera ungeri*, SAPORTA, págs. 18, 72.
- 1867 - *Planera ungeri*, STUR, págs. 159-160.
- 1868 - *Planera ungeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 35.
- 1870-1872 - *Planera ungeri*, SCHIMPER, págs. 714-715.
- 1873 - *Zelkova crenata*, SAPORTA, págs. 219, 221.
- 1884-1885 - *Zelkova crenata*, RÉROLLE, págs. 280-282, lám. IX, figs. 10-11.
- 1884-1885 - *Zelkova subkeaki*, RÉROLLE, págs. 282-284, lám. IX, figs. 12-14.
- 1887 - *Planera ungeri*, BOULAY, pág. 20.
- 1890a - *Zelkova crenata*, BOULAY, pág. 35, lám. III, fig. 4.
- 1890b - *Zelkova crenata*, BOULAY, pág. 20, fig. 6.
- 1891 - *Zelkova protokeaki*, SAPORTA, págs. 77-78, lám. XVII, fig. 8; lám. XIX, figs. 8-10.
- 1891 - *Zelkova ungeri*, SAPORTA, págs. 75-77, lám. XIX, figs. 4-7.
- 1891 - *Planera* [*Zelkova* SPACH.] *ungeri*, ZITTEL, págs. 461-462, fig. 280, 14-15.
- 1892 - *Planera ungeri*, BOULAY, págs. 76-77, lám. VI, fig. 23; lám. X, fig. 8.
- 1892 - *Zelkova crenata*, BOULAY, págs. 76, lám. X, fig. 9.
- 1892 - *Planera ungeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 94.
- 1903 - *Planera ungeri*, MARTY, págs. 46-47, lám. IX, figs. 1-7.
- 1904-1905 - *Zelkova ungeri*, LAURENT, págs. 145-148, lám. X, fig. 5.0
- 1905 - *Zelkova* (*Planera*) *ungeri*, MARTY, págs. 10-12, lám. III, fig. 2.
- 1908 - *Zelkova ungeri*, LAURENT, pág. 41, lám. VI, fig. 4.
- 1922 - *Zelkova crenata*, DEPAPE, págs. 165-166, text-fig. 24, lám. IX, figs. 1-4.
- 1923 - *Zelkova acuminata*, LAURENT & MARTY, págs. 38-39, lám. XIII, fig. 5.
- 1936 - *Zelkova ungeri*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 24, lám. D, fig. 7.
- 1939 - *Zelkova ungeri*, MÄDLER, págs. 88-89, lám. 8, figs. 3-5.
- 1945 - *Zelkova crenata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V.
- 1945 - *Zelkova subkeaki*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. I.
- 1945 - *Zelkova ungeri*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350, lám. VIII.
- 1947 - *Zelkova crenata*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XII.
- 1947 - *Zelkova planera*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XII.
- 1948 - *Zelkova* (*Planera*) *crenata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 787, fig. 2b.
- 1950 - *Planera crenata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1950 - *Planera richardi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1950 - *Planera subkeaki*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Planera ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *crenata*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *protokeaki*, BATALLER, pág. 135.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *subkeaki*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *ungeri*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova crenata*, GRANGEON, págs. 94-95, pl-text. II, fig. 8-11.
- 1953 - *Zelkova ungeri*, GRANGEON, págs. 312-313, text-lám. I, fig. 4.
- 1954 - *Zelkova ungeri*, HANTKE, págs. 62-63, lám. VIII, figs. 1-2; lám. XV, fig. 11, 9.
- 1954 - *Zelkova crenata*, SUÑER, pág. 79.
- 1955 - *Rhus pyrrhae*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 145, lám. XLV, fig. 3.
- 1955 - *Zanthoxylon serratum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 144-145, lám. XLV, fig. 4.
- 1955 - *Zelkova ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97-102, lám. XXX, figs. 1-3.
- 1958 - *Zelkova ungeri* aff. *Z. crenata*, GRANGEON, pág. 130, lám.-text. XXI, figs. 6, 8, 9, 11-14, 16-17, 19-20, lám. II, fig. 14.
- 1958 - *Zelkova ungeri* aff. *Z. acuminata*, GRANGEON, págs. 131, 134, lám.-text. XX, fig. 4; pl-text. XXI, figs. 1-5, 7, 10, 15, 18; lám. I, fig. 22.
- 1958 - *Zelkova ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 139-140.
- 1959 - *Zelkova juglandina*, ANDREÁNSZKY, pág. 134, fig. 133, lám. XL, figs. 2, 7.
- 1959 - *Zelkova latissima*, ANDREÁNSZKY, pág. 133-134, fig. 132, lám. XLI, fig. 1.
- 1959 - *Zelkova palaeojaponica*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, fig. 131, lám. XXXIX, fig. 5.
- 1959 - *Zelkova praelonga*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, lám. XL, fig. 3.
- 1959 - *Zelkova rotundiloba*, ANDREÁNSZKY, pág. 134, lám. XLI, fig. 3.
- 1959 - *Zelkova ungeri*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, lám. XXIX, fig. 6, lám. XLI, fig. 2.
- 1963 - *Zelkova ungeri* (aff. *serrata*), TRALAU, págs. 21-32, lám. II, figs. 2-4, 5, 8-9.
- 1963 - *Zelkova ungeri* (aff. *carpinifolia*), TRALAU, págs. 21-32, lám. II, figs. 6-7.
- * 1963 - *Zelkova zelkovaefolia*, KOTLABA, págs. 59-62, lám. III, figs. 7-8.
- 1970 - *Zelkova ungeri*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 138-139, lám. II, fig. 1.
- 1971 - *Zelkova*, FERGUSON, págs. 109-111, fig. 19, F-H, lám. 3A.
- 1972 - *Zelkova crenata*, VILLALTA & VICENTE, pág. 125, lám. II, fig. 9.
- 1973 - *Zelkova zelkovaefolia*, GIVULESCU & OLOS, pág. 49, lám. XVII, fig. 3.
- 1974 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, págs. 36-40, fig. 2H.
- 1975 - *Zelkova ungeri* aff. *crenata*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 28, 31-32, lám. I, figs. 1-1a.
- 1976 - *Zelkova ungeri* KOV. aff. *crenata*, ILDEFONSE et al., pág. 901.

- 1977 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Zelkova ungeri*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 15, lám. 5, fig. 6.
 1980b - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, págs. 19-20, lám. II, fig. 16b.
 1981 - *Zelkova acuminata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Zelkova crenata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Zelkova acuminata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Zelkova crenata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Zelkova praelonga*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108, lám. II, fig. 2a.
 1981 - *Zelkova zelkovaefolia*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108.
 1981 - *Zelkova crenata*, ROIRON, págs. 29, 31, lám. II, fig. 2, lám. III, fig. 3.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ROIRON, pág. 35.
 1981 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 62, fig. 7.
 1982 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 9, lám. I, fig. 11.
 1983 - *Zelkova zelkovaefolia*, PAIS, pág. 135, fig. 5, lám. I, fig. 8.
 1983 - *Zelkova crenata*, ROIRON, págs. 694, 696, fig. 5, nº 1-4.
 1983 - *Zelkova praelonga*, UNGER, pág. 54, lám. 21, fig. 510.
 1983 - *Zelkova ungeri*, UNGER, pág. 54, lám. 10, fig. 235; lám. 16, fig. 363.
 1983 - *Zelkova zelkovaefolia*, UNGER, pág. 54, lám. 4, fig. 87; lám. 23, figs. 538, 540; lám. 25, fig. 586.
 1983 - *Zelkova* sp., UNGER, pág. 54, lám. 6, fig. 140/4; lám. 10, figs. 229, 239.
 1986 - *Zelkova zelkovaefolia*, PAIS, pág. 187, fig. 1.
 1986 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 7, lám. 3, fig. 5; lám. 8, fig. 5.
 1987 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 159, 162-163.
 1988 - *Zelkova ungeri*, AGUSTÍ et al., pág. 186, fig. 166.
 1988 - *Zelkova crenata*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, figs. 3-4.
 1988 - *Zelkova ungeri*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, figs. 5-6.
 1988 - *Zelkova zelkovifolia*, KNOBLOCH, págs. 5-6, lám. 6, fig. 2-8.
 1988 - *Zelkova zelkovaefolia*, VICENTE i CASTELLS, págs. 36-37, lám. II, fig. 12-15.
 1989 - *Zelkova zelkovaefolia*, SITÁR et al., págs. 46, 50-51, lám. XXVII, figs. 1-4, 6, 7; lám. XXXI, figs. 1-2.
 1989 - *Zelkova* spp., MELLER, págs. 94-95, lám. 15, figs. 2-8; lám. 16, fig. 1-2.
 1989-1990 - *Zelkova ungeri*, RAMOS-GUERRERO & ÁLVAREZ RAMIS, pág. 151.
 1990 - *Zelkova zelkovaefolia*, GIVULESCU, págs. 99-101, lám. 30, figs. 6-8.
 1990 - *Zelkova praelonga*, KNOBLOCH, pág. 266.
 1990 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH, pág. 266.

Material

Se han estudiado 255 ejemplares preservados como impresiones y compresiones de hojas sin cutícula preservada. En algunos casos se encuentran en excelente estado de conservación, aunque otras veces se han hallado ejemplares muy deteriorados. Se han colectado ejemplares de esta especie en todas las localidades de la Cerdaña en donde se han colectado macrofósiles. Las siglas de los especímenes estudiados son las siguientes:

CA-8953-1, CA-8953-2, CA-8953-3, CA-8954-1, CA-8954-2, CA-8954-3, CA-8954-4, CA-8954-5, CA-8954-6, CA-8954-7, CA-8954-8, CA-8954-9, CA-8954-10, CA-8954-11, CA-8954-12, CA-8954-13, MGBG-A-5, MGBG-A-15, MGBG-A-45, MGBG-A-66, MGBG-A-77, MGBG-A-103, MGBG-A-106, MGBG-A-119, MGBG-A-146, MGBG-A-152, MGBG-A-156, MGBG-A-157, MGBG-A-163, MGBG-A-164, MGBG-A-173, MGBG-A-181, MGBG-A-184, MGBG-A-185, MGBG-A-191, MGBG-A-192, MGBG-A-193, MGBG-A-201, MGBG-A-202, MGBG-A-208, MGBG-A-s.n, MGBV-9458, MGBV-9459, MGBV-9462, MGBV-9463, MGBV-9486, MGBV-9497, MGBV-9507, MGBV-9508, MGBV-9512, MGBV-9513, MGBV-9543, MGBV-9702, MGBV-9767, MGBV-9777, MGBV-9779, MGBV-9781, MGBV-9796, MGBV-9850, MGBV-9858, MGBV-9898, MGBV-10084, MGBV-10089, MGBV-10090, MGBV-10091, MGBV-10092, MGBV-10101, MGBV-10102, MGBV-10152, MGBV-10166, MGBV-10176, MGBV-10180, MGBV-10490, MGBV-10496, MGBV-10505, MGBV-10525, MGBV-10561, MGBV-11728, MGM-489M 2, MGM-962M, MGM-972M, MGM-975M, MGM-1067M, MGM-1068M, MGM-1069, MGM-1070M, MGM-1091, MGM-1092M I, MGM-1093M, MGSB-31215₁₋₃, MGSB-31348₁₋₄, MGSB-36196, MGSB-36201₁₋₃, MGSB-40315₁₋₃, MGSB-40409₁₋₃, MGSB-40410₁₋₆, MGSB-40430₁₋₃, MGSB-40438₁₋₈, MGSB-40453, MGSB-44465, MGSB-45462, MGSB-45463, MGSB-45464, MGSB-45465, MGSB-48117, MGSB-48120, MGSB-48123, MGSB-48143, MGSB-

48146, MGSB-48147, MGSB-48149, MGSB-48151, MGSB-48460, MNCNV-146, MNCNV-148, MNCNV-250, MNCNV-275, MNCNV-277, MNCNV-283, MNCNV-286, MNCNV-296, MNCNV-301, MNCNV-323, MNCNV-324, MNCNV-330, MNCNV-367, MNCNV-528, MNCNV-538, MNCNV-661, MNCNV-711, MNCNV-756, MNCNV-758, MNCNV-772, MNCNV-773, MNCNV-774, MNCNV-775, MNCNV-776, MNCNV-777, MNCNV-778, MNCNV-838, MNCNV-855, MNCNV-867, MNCNV-869, MNCNV-879, MNCNV-899, MNCNV-935, MNCNV-945, MNCNV-955, MNCNV-1216, MNCNV-3019, MNCNV-3053, MNCNV-3072, MNCNV-3084, MNCNV-3088, MNCNV-3555, MNCNV-3561, MNCNV-3563, MNCNV-3564, MNCNV-3596, MNCNV-3599, MNCNV-3619, MNCNV-3620, MNCNV-3667, MNCNV-3675, MNCNV-4258, MNCNV-4263, MNCNV-4465, MNCNV-4516, MNCNV-4517, MNCNV-4518, MNCNV-4519, MNCNV-4520, MNCNV-4521, MNCNV-4522, MNCNV-4523, MNCNV-4524, MNCNV-4525, MNCNV-4526, MNCNV-4527, MNCNV-4528, MNCNV-4529, MNCNV-4531, MNCNV-4532, MNCNV-4533, MNCNV-4534, MNCNV-4535, MNCNV-4536, MNCNV-4537, MNCNV-4538, MNCNV-4539, MNCNV-4540, MNCNV-4541, MNCNV-4542, MNCNV-4543, MNCNV-4544, MNCNV-4545, MNCNV-4644, MNCNV-4809, MNCNV-4858, MNCNV-4859, MNCNV-4860, MNCNV-4861, MNCNV-4862, MNCNV-4863, MNCNV-4864, MNCNV-4865, MNCNV-4866, MSB-31215, MSB-31222, MSB-31348, MSB-48117, MSB-48120, MSB-48123, MSB-481146, MSB-481149, MSB-481151, UCM-BED-001, UCM-BED-002, UCM-BED-004, UCM-CBEDERS-15, UCM-CBEDERS-34, UCM-CCS-20, UCM-CCS-23, UCM-CCS-29, UCM-CCS-35, UCM-CCS-42, UCM-CCS-74, UCM-CCS-84, UCM-CTV-012, UCM-CTV-013.

Diagnosis sic. UNGER, 1847

Foliis distichis brevi-petiolatis basi subaequalibus ovato-acuminatis grande-dentatis v. crenatis penninerviis. Perianthio campanulato. Samarae ala suborbiculari emarginata.

Descripción del material

Z. zelkovaefolia aparece fundamentalmente como restos foliares aislados, aunque es usual encontrar fragmentos apicales de ramas con unas 5-3 hojas insertadas en ellas.

Éstas son cortamente pecioladas; longitud del peciolo: 0,5-0,1 cm; limbos polimórficos, por lo general lanceolados, aunque también ovados, ancho ovados, elípticos y elíptico-estrechos; longitud del limbo: 11-1,5 cm; anchura máxima del limbo: 4,6-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,6-0,6 cm; ápice agudo, en muchas ocasiones con su extremo redondeado; base por lo general redondeada, aunque también obtusa y truncada, en algunas ocasiones asimétrica; margen regularmente aserrado; nerviación rectipinnada simple; de 10-4 pares de nervios secundarios uniformemente curvados, a veces los nervios más basales se curvan dirigiéndose hacia la base de la hoja; ángulo de divergencia de unos 45° o, en ocasiones, algo mayor; existencia habitual de dicotomías en los nervios secundarios; en algunas ocasiones dos nervios secundarios nacen muy próximos uno del otro en la misma mitad foliar, orientándose el superior hacia el ápice y el inferior hacia la base; ramificación de los nervios secundarios en su zona más distal, estas ramificaciones mueren en el ángulo apical de los dientes del margen; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho y en algunas ocasiones ahorquillado, que

forma ángulos rectos con los nervios secundarios; neriación de menor rango reticulada ortogonalmente, formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Frutos en drupa, pequeños, de unos 3 mm de diámetro y con un pedúnculo muy corto, casi inapreciable; forma esferoidal, con su extemo apical algo apuntado, seguramente aquí se insertaba el estigma de la flor. Se encuentran situados en la axila de las hoja, un fruto por cada hoja, al final de ramillas (Fig. 28c; Lám. X, fig. 6).

Observaciones

La especie fue descrita a partir de restos foliares y frutos por KOTLABA (1963), aunque éste no da una diagnosis ya que parece aceptar la expuesta por UNGER (1847). No obstante, *Z. zelkovaefolia* no presenta sámaras, éstas le fueron atribuidas erróneamente por UNGER (1847), dado el desconocimiento botánico que se tenía de *Zelkova* a mediados del siglo pasado. Por su parte, KOTLABA (1963), describió perfectamente los frutos de la especie que nos ocupa sin enmendar la diagnosis en este punto.

Esta especie exhibe un elevado polimorfismo foliar siendo usual encontrar los siguientes morfotipos:

a) hojas lanceoladas con dientes cóncavo convexos, de modo semejante a las que presenta la especie actual *Z. serrata* (Thunb.) Makino del Este de Asia.

b) hojas de limbos lanceolados y dentición acuminada-convexa, del mismo modo que la especie actual *Z. carpinifolia* (Pall.) K. Koch. del Cáucaso.

c) ejemplares con caracteres mixtos entre a) y b) que en muchas ocasiones presentan un ápice desarrollado y redondeado en su extremo.

Destaquemos que el tipo b), comparable con *Z. carpinifolia*, es el que aparece más abundante en los afloramientos ceretanos.

TRALAU (1963), del mismo modo que MENÉNDEZ AMOR (1955), apuntó la enorme variabilidad que se observa en los restos foliares colectados, lo que le llevó a preguntarse si realmente vivieron en el Neógeno europeo especies distintas de *Zelkova*. Finalmente, concluyó que la existencia de estos dos tipos foliares y de sus formas mixtas, seguramente era debido a un caso de polimorfismo.

Posiblemente *Z. zelkovaefolia* sustituyó a otras especies de *Zelkova*, como las descritas por HEER (1868) y BURNHAM (1986a), las cuales se desarrollaron durante el Paleógeno en el Hemisferio Norte. Éstas pudieran ser más fácilmente relacionadas con las especies actuales

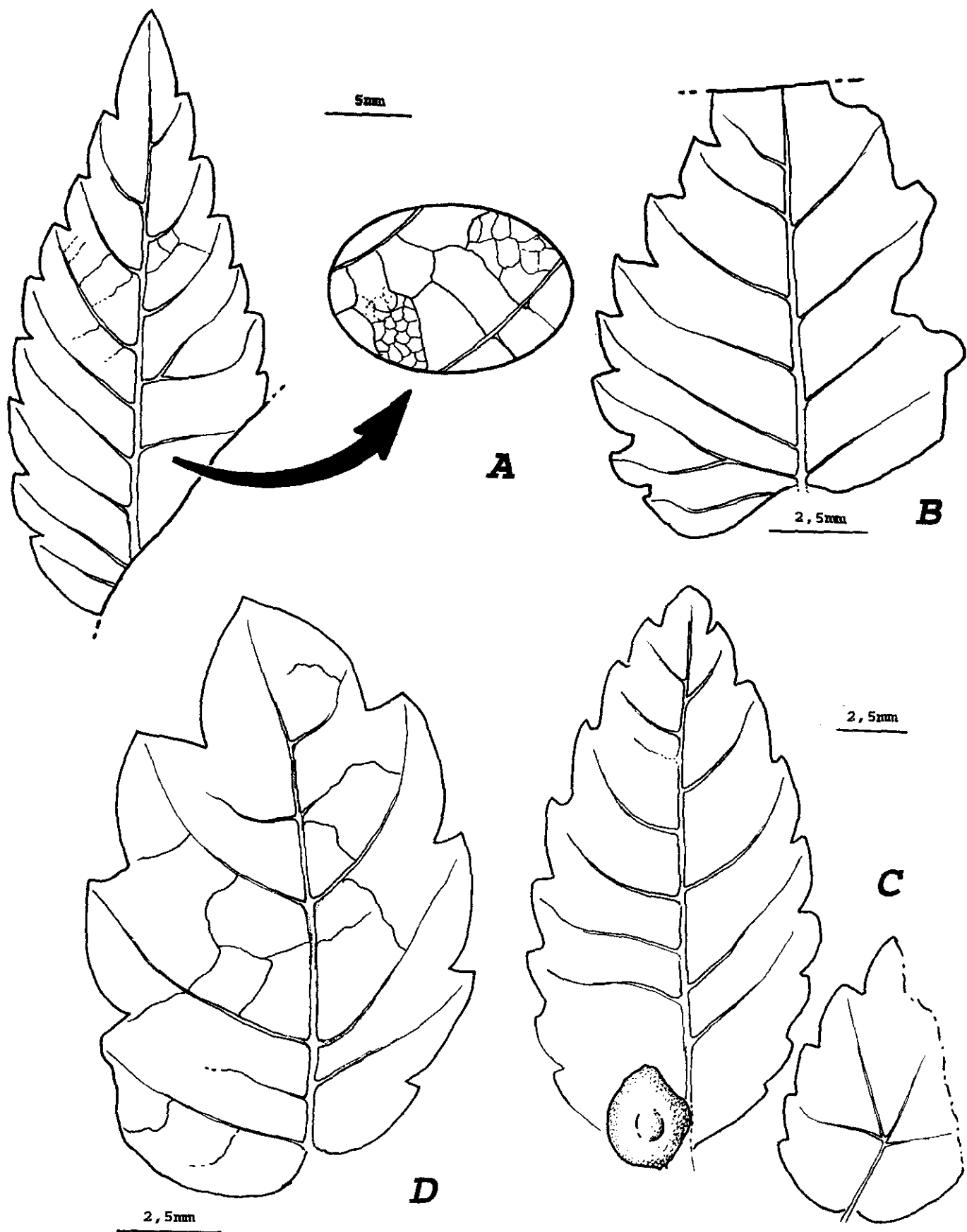


Fig. 28. *Zelkova zelkovaefolia*:

A) MNCNV-4523. B) MGBV-10166. C) MNCNV-4525. D) MGBV-9458

de Asia oriental, que con *Z. carpinifolia* y *Z. abelicea* (Lam.) Boiss. Como indica DEPAPE (1932), el tipo de *Z. serrata* ya existía en Asia Oriental durante el Neógeno.

A finales del Plioceno, debido al enfriamiento de las condiciones climáticas, el género *Zelkova* empezó a desaparecer de Europa (FOLLIERI et al., 1986). Sin embargo, este género sobrevivió en Italia hasta el Cuaternario, quedando relegado a puntos de Asia Occidental, hace unos 31.000 años (FOLLIERI, 1964; FOLLIERI et al., 1986).

Parece ser que *Z. zerkovaefolia* pudiera ser el antepasado de las especies actuales *Z. carpinifolia*, *Z. abelicea* y *Z. sicula* di Pasquale, Garfi & Quèzel, las cuales evolucionaron por aislamiento geográfico durante el Cuaternario en Asia Menor, Creta y Sicilia respectivamente.

Ésta es la primera vez que se cita la especie *Z. zerkovaefolia* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Oligoceno medio. Peguera, niveles de mamíferos Heimersheim y Antoingt, Palma de Mallorca, España (RAMOS-GUERRERO & ÁLVAREZ RAMIS, 1989-1990).

-Stampiense. Saint Zacharie, Var, Céreste, Manosque, Francia (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Chatiense. Bonnieux, Vaucluse, Francia (SAPORTA, 1867); Monod, Hohe Rhonen y Rothenthurn, Suiza (VICENTE i CASTELLS, 1988); Wetterau, Alemania (ETTINGSHAUSEN, 1868); la cita de Sotzka (Austria) realizada por ETTINGSHAUSEN (1858), necesitaría ser confirmada.

-Oligoceno superior. Pirskenberges, Checoslovaquia (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Inferior. Radoboj, Yugoslavia (SANZ DE SIRIA, 1974); Locle y Schangnau, Suiza; Häring, Austria; Bilin, Checoslovaquia (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Burdigaliense. Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1979).

-Aquitaniense. Lausanne y Eriz, Suiza; Manosque, Francia (SANZ DE SIRIA, 1974); Krezau, Alemania (FERGUSON, 1971).

-Sarmatiense. Oehningen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1859; VICENTE i CASTELLS, 1988); Erdobénye, Tállya, Bánhorváti, Felsotárkány, Balaton y Szelecsi-Tales, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959); Sarzanello, Piamonte, Italia; Lehotka, Turiec-Beckens, Checoslovaquia; Timpa (Huneodara), Slatiolara (Valcea) y Paun-lasi, Rumanía (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense inferior o Tortiense superior. Bory, Eslovaquia, Checoslovaquia (KOTLABA,

1963).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Aragoniense. Región de Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1986); Manisa-Soma-Denis, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Tortoniense. Parschlug, Styria, Austria (UNGER, 1847); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988); Taylla, Hungría (STUR, 1867); Erdöbénye, Zemplén, Hungría (KOVÁTS, 1856).

-Vallesiense. Sprendligen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Vale de Coelheiros, Grândola-formação de Marateca, Portugal (PAIS, 1983); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GANGLEAUD, 1936); Gourgouras, Mont Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1953, 1958); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887); Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Gleichemberg, Estiria, Austria (STUR, 1867).

-Pannoniense. Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Delureni, Bihor, Rumanía (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Superior. Frías, Burgos, España (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); la Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970); Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855); Pinicíná, Turquía (SITÁR et al., 1989); Śosnica, Wrocław, Polonia (LANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Vegora, Likudi, Prosilion, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987).

-Pontiense-Senosiense. Bricckyard, Baviera Inferior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Plaisanciense. Niac y Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia (LAURENT, 1908; VICENTE i CASTELLS, 1988); Varennes-lac-Chambon y Mont-Doré, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892; SANZ DE SIRIA, 1974); Saint-Marcel, Ardèche, Francia (DEPAPE, 1922); Saint-Vicent-La Sabie, Francia (LAURENT, 1904-1905); Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno Superior. Hajnacka, Turquía (SITÁR et al., 1989); Sośnica, Wrocław, Silesia, Polonia (ŁANCUCKA-ŚRODONIOWA et al., 1981).

Además *Z. zelkovaefolia* se encuentra citada en el Plioceno de: Fankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Pichegu, Francia (ROIRON, 1981); Les Clausades, Francia (MARTY, 1905); Chiuzbaia, Transylvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); y Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault, Francia (ILDEFONSE *et al.*, 1976; VERNET, 1981); Crespià, Gerona, España (VILLALTA & VICENTE, 1972; ROIRON, 1983).

-Villafranquiense. Ceyssac, Francia (GRANGEON, 1951).

Orden Juglandales

Familia Juglandaceae A. Richard ex Kunth, 1824

Esta familia se encuentra incluida dentro del orden Juglandales, el cual presenta una discutida posición taxonómica, ya que unos autores lo incluyen dentro de la subclase Hamamelidae (CRONQUIST, 1981), y otros en Rosidae (WOLFE, 1973; HEYWOOD, 1985).

Los antecesores de las Juglandales parece que fueron las plantas que producían parte de los palinomorfos integrables en el complejo *Normapolles* Pf., del Cretácico Superior (WOLFE, 1973; FRIIS & CRANE, 1989); y, quizás, las que poseían hojas atribuibles al género-forma *Dryophyllum* Deb. ex Sap. (JONES *et al.*, 1988).

Los primeros restos asignables a la familia Juglandaceae son palinomorfos del Campaniense inferior (posiblemente Santoniense) incluidos dentro de la especie *Momipites fragilis* Frederik & Christopher (MULLER, 1981).

Actualmente esta familia está compuesta por 8 géneros y alrededor de 60 especies (MANCHESTER & DILCHER, 1982), que se distribuyen por zonas templadas y subtropicales del Hemisferio Norte, Sudamérica e islas del Suroeste del Pacífico (CRONQUIST, 1981).

En la depresión ceretana se han detectado a partir de granos de polen los géneros: *Carya* Nutt., *Engelhardia* Leschen ex Bl., *Juglans* L., *Platycarya* Sieb. & Zucc. y *Pterocarya* Kunth. También se han colectado restos foliares que no se han podido determinar a nivel genérico.

MANCHESTER (1987), supone que el género *Carya* evolucionó en el Paleoceno temprano a partir de plantas que producían granos de polen del tipo *Momipites* Wodehouse. *Carya* se detectó por primera vez en el Paleoceno tardío del Centro de los Estados Unidos

a partir de palinomorfos que se describieron como: *Caryapollenites prodromus* (MULLER, 1981), y en el Paleoceno Superior del Oeste de Europa (MANCHESTER, 1987). En el Eoceno de Londres y Anjou se han hallado frutos con características intermedias entre *Carya* y *Juglans*, que se incluyeron en el género-forma *Juglandicarya* Reid & Chandler (VAUDOIS-MIÉJA, 1978). El género *Carya* presenta hoy en día unas 20 especies que se distribuyen por Norteamérica, México, China e Indochina (HUTCHINSON, 1967).

Los primeros registros del género *Engelhardia* están referidos a granos de polen del Maastrichtiense del Golfo de México y del Oeste del Centro de Estados Unidos (MULLER, 1981). En Europa la primera cita es *Triatriopollenites engelhartioides* del Paleoceno de Francia, apareciendo en Europa Central durante el Paleoceno Medio (MULLER, 1981). Los primeros frutos asignables a *Engelhardia* aparecen registrados en el Eoceno inferior de Norteamérica (DILCHER *et al.*, 1976). El género *Engelhardia* en la actualidad está representado por 7 especies que viven en zonas tropicales y subtropicales como constituyentes de bosques lluviosos de montaña y sabanas, en Asia Oriental y Sumatra (MANCHESTER, 1987).

Los primeros restos asignables a *Juglans* son palinomorfos que datan del Eoceno medio de Norteamérica. El polen de este género se encontraba ya extendido en el Oligoceno por Siberia, Oeste de Europa, Este de Estados Unidos y Columbia Británica, pero parece haber estado ausente hasta el Oligoceno tardío o Mioceno en América Central y Sudamérica (MANCHESTER, 1987). El género *Juglans* posee en la actualidad unas 12 especies y una extensa distribución geográfica que abarca todo el Hemisferio Norte y América del Sur (MANCHESTER, 1987).

Los primeros registros del género *Platycarya* son granos de polen procedentes del límite Paleoceno-Eoceno, o justo por debajo de este límite (WING & HICKEY, 1984), habiéndose detectado tanto en el Sur de Carolina en Norteamérica, como en la Cuenca Anglo-Parisina en Europa (MULLER, 1981). Restos de inflorescencias, frutos y hojas son abundantes en las localidades correspondientes al principio del Eoceno en el Hemisferio Norte (WING & HICKEY, 1984). El género *Platycarya* presenta en la actualidad una única especie que vive en bosques esclerófilos de hoja ancha y bosques mesófilos del Este de China y Japón.

Finalmente, palinomorfos que recuerdan superficialmente a los que posee el género *Pterocarya* se han obtenido en sedimentos Maastrichtienses del Ártico Ruso, del Sur de

Dakota y del Noreste de Montana. Difieren de los granos actuales por su pequeña talla y su superficie psilada. A partir del Eoceno este género estaba bien distribuido por el Hemisferio Norte encontrándose representado por pólenes, hojas y frutos (MANCHESTER & DILCHER, 1982). El género *Pterocarya* hoy en día presenta 5 especies, una en el Cáucaso, otra en Norteamérica y el resto en el Suroeste de Asia y Japón (MANCHESTER, 1987).

MICRORRESTOS

Carya sp.

(Lám. X, figs. 10 y 11a y b)

Polen atribuible a este género aparece en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referible a la especie parataxónica *Caryapollenites simplex* (R. Pot.) Raatz. Ésta ha sido detectada en el Karpatiense, Badeniense y Pannoniense superior de Hungría (NAGY, 1985), Ottangiense de los Cárpatos, Mioceno Inferior del Norte de Bohemia, Mioceno Medio y Tardío de Baviera, Mioceno Medio de la región de Oder (Alemania), Ottangiense, Eggeburgiense, Karpatiense y Badeniense del Sur de Eslovaquia, y Badeniense tardío y Sarmatiense de la Depresión de Inner-Cárpatos (PLANDEROVÁ, 1990).

Los granos estudiados, por su tamaño, deben ser referidos a la subespecie *simplex* de *C. simplex* y al tipo *Carya cordiformis* (Wang.) K. Koch, descrito por BOS & PUNT (1991).

El género *Carya* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; esferoidales, a veces con aspecto subtriangular; E=39.09-46.36 μm ; poros circulares; diámetro de los poros $\approx$ 2,72-3,63 μm ; exina con variación de grosor de 1,81 a 0,9 μm ; sexina siempre más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie ligeramente escábrida al M. O. y equinulada al M. E. B. (Lám. X, fig. 11 a y b).

Engelhardia sp.

(Lám. X, fig. 9)

El tipo de polen estudiado es relacionable con la especie parataxónica: *Engelhardtiodites microcoryphaeus* R. Pot., apareciendo de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sampsor

y Sanavastre.

NAGY (1985), expresa que esta paraespecie, que fue descrita en el Egeriense, se va hallando de forma cada vez más escasa a lo largo del Mioceno, siendo su última cita del Pannoniense superior en Hungría.

El género *Engelhardia* presenta una dispersión anemófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; pequeños; triangulares con contorno plano en vista polar; no se han observado en visión ecuatorial; $E \approx 19-22,5 \mu\text{m}$; poros reondeados con unos $2,5 \mu\text{m}$ de luz; exina de aproximadamente $1-1,25 \mu\text{m}$; sexina unas cuatro veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum al M. O. sin columelas; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

Juglans sp.

(Lám. XI, figs. 1 y 2)

El polen estudiado se puede relacionar con el tipo *Juglans regia* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987) y BOS & PUNT (1991). Se ha encontrado en todos los afloramientos estudiados de una forma más o menos puntual, menos en el de Can Vilella.

Este género presenta polinización anemófila.

Descripción del material

Pólenes pantoporados; esféricos; $E \approx 51,81-36,36 \mu\text{m}$; de 14 a 9 poros con unas $2,72-3,63 \mu\text{m}$ de luz, bordeados por un anillo; exina con $\approx 1,36 \mu\text{m}$ en los mesoporios y $2,7 \mu\text{m}$ alrededor de los poros; sexina=nexina; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

Observaciones

Según NAGY (1985), por el tamaño, número y disposición de los poros se pueden distinguir dos tipos de polen:

-El primero (Lám. XI, fig. 2) es referible a *Juglanspollenites maculosus* (R. Pot.) Nagy, el cual presenta un tamaño de $39-58 \mu\text{m}$ y poros con un anillo patente.

-El segundo tipo (Lám. XI, fig. 1) lo es a *Juglanspollenites verus* Raatz, el cual presenta menor tamaño ($35-46 \mu\text{m}$) y menor número de poros sin anillo, que la especie

anterior.

En los sedimentos de la Cerdaña hemos hallado estos dos tipos, amén de morfologías intermedias entre ellos. Es posible que pudieran pertenecer a dos especies diferentes, pero también pudiera haber ocurrido que la especie presentara polimorfismo en los granos de polen. Esto ocurre en la actualidad en *J. regia* y en *J. nigra* L., las cuales según los granos presentan de 6 a 23 poros (BOS & PUNT, 1988). Estas dos especies se diferencian en que la segunda presenta un número más constante de poros (14-16) hundidos de forma diferente (LIEUX, 1980). Si pudiéramos demostrar, al hallar inflorescencias masculinas con granos de polen preservados, que existió una especie de *Juglans* con dos tipos diferentes de palinomorfos, las dos especies parataxónicas citadas carecerían de valor taxonómico.

J. maculosus ha sido registrado en el Egeriense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense inferior de Hungría, mientras que *J. verus* lo ha sido en el Egeriense, y del Ottnangiense al Pannoniense superior de Hungría (NAGY, 1985), en el Mioceno de Polonia, en el Mioceno Tardío de los Cárpatos y en el Sarmatiense del Suroeste de Eslovaquia (PLANDEROVÁ, 1990). Esta última especie ha sido comparada con *J. regia* y *J. cinerea* (NAGY, 1985).

***Platycarya* sp.**

(Lám. XI, fig. 8)

El tipo de pólenes hallados son relacionables con la especie parataxónica *Platycaryapollenites miocaenicus* Nagy, habiéndose detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, riu de Santa María y en las minas de Sampsor y Sanavastre.

P. miocaenicus se ha encontrado desde el Egeriense hasta el Pannoniense en los yacimientos de Hungría, apareciendo durante el Karpatiense y el Badeniense en mayor cantidad (NAGY, 1985).

MANCHESTER (1987), explica que el género *Platycarya* presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; triangulares con contorno plano en vista polar; no se han

observado en vista ecuatorial; $E \approx 24 \mu\text{m}$; poros redondeados con unas $2,5 \mu\text{m}$ de luz; presencia de un pseudocolpo con forma de cruz en vista polar; exina delgada de aproximadamente $0,4 \mu\text{m}$, no distinguible en sexina y nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

***Pterocarya* sp.**

(Lám. XI, fig. 9)

Pólenes referibles a este género se encuentran en mayor o menor cantidad en todos los afloramientos estudiados, siendo referibles a *Pterocaryapollenites stellatus* (R. Pot.) Thierg. Esta especie parataxónica ha sido citada en Hungría en el Egeriense y del Ottnangiense al Pannoniense (NAGY, 1985); en Alemania, del Oligoceno al Mioceno tardío; en el Norte de Bohemia, en el Mioceno; en Polonia, en el Mioceno Inferior y Medio; y en el Suroeste de Eslovaquia, en el Egeriense-Eggeburgiense, Mioceno Medio y Sarmatiense (PLANDEROVÁ, 1990).

El género *Pterocarya* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 4-8-zonoporados; elípticos; de circular-angulares a poligonales en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E \approx 33,63-39,09 \mu\text{m}$; poros aspidados con unas $3,63 \mu\text{m}$ de luz; exina de los mesoporios con $\approx 1,36 \mu\text{m}$ de grosor, aquí la sexina=nexina; en los poros la sexina se hace muy gruesa ($\approx 2,72 \mu\text{m}$) y la nexina adelgaza haciéndose muy fina (unas $0,9 \mu\text{m}$); ornamentación de psilada a ligeramente escábrida al M. O.

Observaciones

Entre los pólenes estudiados encontramos algunos granos con forma poligonal y la estructura de los poros bien conservada, y otros con una morfología más redondeada y la estructura de los poros no perfectamente conservada. Quizás esto se deba al proceso de fosilización, el cual no ha sido soportado de forma idéntica por todos los granos de polen, provocando que algunos de ellos aparezcan deformados.

MACRORRESTOS

Juglandaceae

(Fig. 29; Lám. XI, fig. 4)

- 1945 - *Pterocarya denticulata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 348, lám. III.
- 1950 - *Pterocarya denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1955 - *Pterocarya denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 91.
- 1977 - *Pterocarya denticulata*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1977 - *Pterocarya fraxinifolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1981 - *Pterocarya castaneaeifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Pterocarya denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Pterocarya fraxinifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Pterocarya castaneaeifolia*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 35-36.

Material

Se han estudiado 9 ejemplares foliares en mal estado de conservación, en forma de compresión sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos del torrente de Vilella y Beders:

MGBG-A-218, MGBG-A-223, MGBV-9500, MGBV-9865, MGBV-10109, MGBG-A-218, MGBG-A-233, MNCNV-4596, MNCNV-4597, MNCNV-4598, MNCNV-4599, MNCNV-4600.

Descripción del material

Hojas compuestas imparipinnadas con 3-5 foliolos cortamente peciolulados; peciólulos de aproximadamente 0,6 cm; foliolos elípticos; longitud del limbo: 6-4,8 cm; anchura máxima del limbo: 2,3-1,16 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,9-2,2 cm; ápice agudo; base cuneada; margen irregularmente aserrado en todo su perímetro; gran cantidad de dientes pequeños con ángulo apical agudo; nerviación semilazada; 8-9 pares de nervios secundarios curvados abruptamente, con ángulo de divergencia $>45^\circ$ ó recto; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria mal preservada por lo general, percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y oblicuos con el nervios medio; nerviación con rango inferior a la terciaria no visible.

Observaciones

Los restos estudiados, por sus características morfológicas, no pueden relacionarse en concreto con ningún género de la familia. Además, su preservación no es especialmente buena, ya que únicamente se han colectado impresiones que no conservan en su totalidad la nerviación marginal. Ésta, según algunos autores consultados como GRANGEON (1958) y

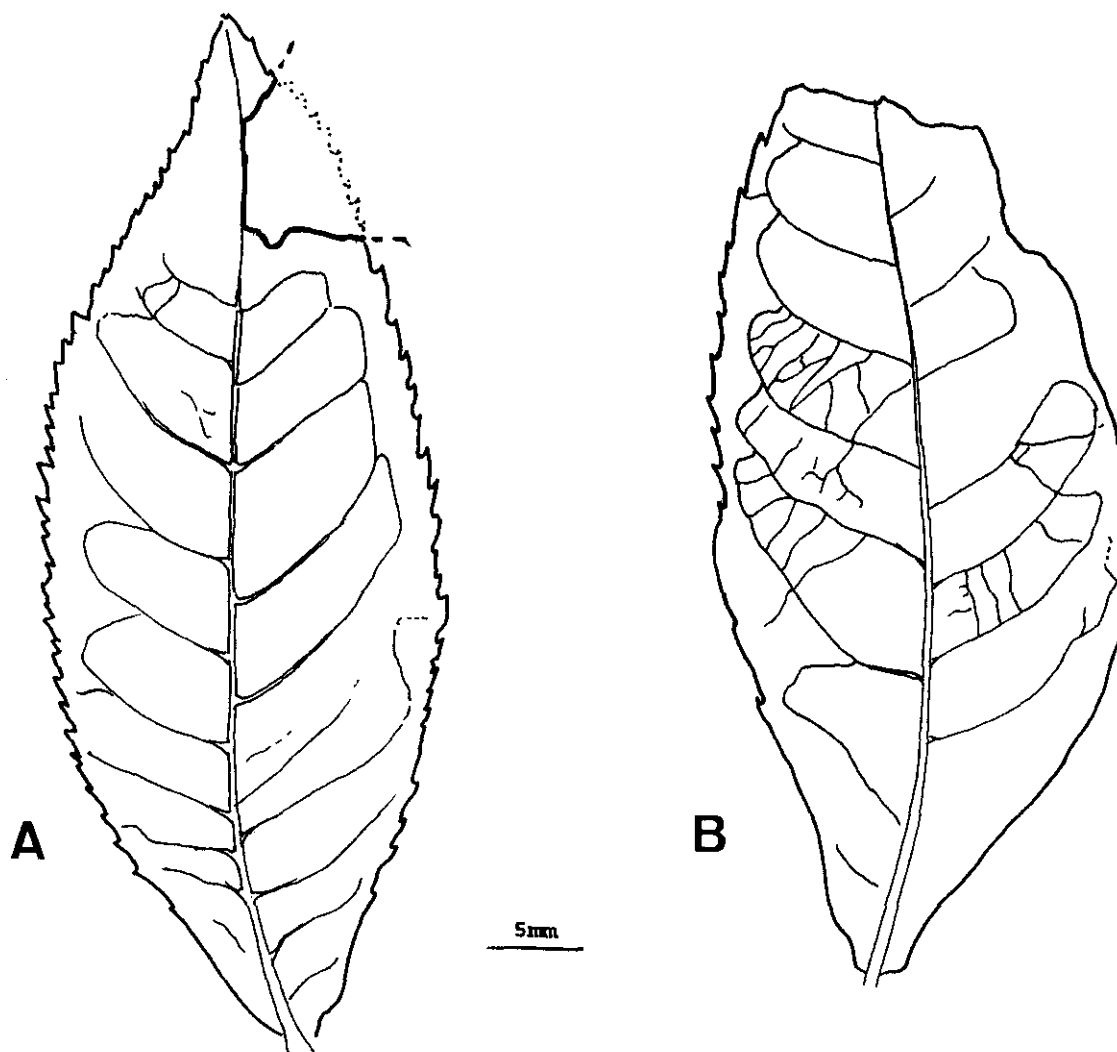


Fig. 29. Juglandaceae:

A- MNCNV-4600

B- MNCNV-4598

ROIRON (1981), es esencial para la determinación de los ejemplares a nivel genérico.

En el Neógeno de Europa Occidental y Central, ejemplares con morfologías semejantes a las aquí descritas se han determinado como *Carya minor* Sap. & Mar., *Juglans minor* Sap. & Mar., *Pterocarya denticulata* (O. Webb.) Heer y *Pterocarya fraxinifolia* Spach. (SAPORTA & MARION, 1873; BOULAY, 1887, 1892; LAURENT, 1904-1905; DE LA VAULX & MARTY, 1920; DEPAPE, 1922; MARTY & GLANGEAUD, 1936; ARAMBOURG et al., 1953; GRANGEON, 1953, 1958; KOTLABA, 1963; KNOBLOCH, 1969; BALLESTIO et al., 1979; ROIRON, 1981, 1983).

MANCHESTER (1987), expresa que la arquitectura y anatomía foliar de *Carya* a veces se solapa con la de *Cyclocarya*, *Juglans*, y *Pterocarya*. Además, según este último

autor, los foliolos de *Cyclocarya* son idénticos a los de *Pterocarya*.

Tras revisar el material fósil procedente de los afloramientos de la Cerdaña, y compararlo con material de herbario, hemos de concluir que estamos de acuerdo con las apreciaciones de MANCHESTER (1987). Las hojas y foliolos hallados pertenecen sin lugar a dudas a algún género de la familia Juglandaceae, sin poder especificar a cuál.

Orden Myricales

Familia Myricaceae Blume, 1829

Esta familia es la única que integra el orden Myricales, el cual según unos autores (CRONQUIST, 1981; HEYWOOD, 1985), debe incluirse dentro de la subclase Hamamelidae, y según otros (THORNE, 1973), debe considerarse junto con Juglandales en la subclase Rosidae, próximo a Rutales y Sapindales.

Del mismo modo que Juglandaceae, parece que los antepasados de esta familia también producían polen del tipo *Normapolles* (FRIIS & CRANE, 1989). Los primeros registros polínicos de esta familia se remontan al Santoniense (MULLER, 1981).

Aunque se han asignado a esta familia distintos macrorrestos procedentes de materiales cretácicos, parece que los registros más antiguos son hojas asignables al género *Camptonia* L'Heriter, procedentes del Eoceno Medio de Republic (Washington, Estados Unidos) (WOLFE & WEHR, 1987).

En la actualidad la familia Myricaceae es más o menos cosmopolita, a excepción de algunas regiones cálidas y templadas del Viejo Mundo y Australia (HEYWOOD, 1985), estando compuesta por tres géneros y unas 50 especies (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado tanto palinomorfos como restos foliares asignables al género *Myrica* L.

Los primeros restos fósiles que quizás puedan relacionarse con este género son granos de polen del Santoniense del Este de Estados Unidos, determinados como "*aff. Triatriopollenites* sp." (MULLER, 1981). Leños de *Myrica* han sido hallados en los depósitos eocenos de Yellowstone (Estados Unidos) (CRONQUIST, 1981).

En la actualidad el género *Myrica* se encuentra distribuido por casi todo el mundo, presentando unas 40 especies (HUTCHINSON, 1967).

MICRORRESTOS

Myrica sp.

(Lám. XI, fig. 3)

Granos de polen asignables a este género se han detectado en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en el de Prats y en el de Camino al Serrat de Nas, siendo asignable al género parataxónico *Myricipites* Wodehouse. Algunos de los granos estudiados, por su morfología, parecen poder identificarse con *M. bituitus* (R. Pot.) Nagy, del Egeriense de Hungría, aunque los ceretanos presentan un tamaño ligeramente mayor.

El género *Myrica* posee palinomorfos con dispersión anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; isopolares, radialmente simétricos; triangulares de contorno plano en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E \approx 27-29 \mu\text{m}$; diámetro de los poros $\approx 4,5 \mu\text{m}$; exina de unas $2-1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina, ambas se desdoblán en los poros, quedando la nexina separada de la sexina la cual se desarrolla sin engrosarse formando un atrium, la nexina se encuentra ausente de esta zona; tectum completo; infratectum sin columelas; superficie psilada al M. O.

MACRORRESTOS

Myrica lignitum (Unger) Saporta, 1865

(Fig. 29; Lám. XI, fig. 5)

- 1847 - *Quercus lignitum*, UNGER, pág. 113, lám. XXXI, figs. 5-7.
- * 1865 - *Myrica lignitum*, SAPORTA, pág. 102-103, lám. V, fig. 10.
- 1870-1872 - *Myrica lignitum*, SCHIMPER, pág. 541-542.
- 1884-1885 - *Quercus weberi*, RÉROLLE, págs. 275-276, lám. IX, figs. 6-7.
- 1891 - *Myrica lignitum*, ZITTEL, pág. 446, fig. 274, 1-3.
- 1903 - *Quercus phillyreoides*, MARTY, págs. 38-39, lám. VI, fig. 12.
- 1903 - *Quercus tenerrima*, MARTY, págs. 35-36, lám. VI, fig. 1-5.
- 1903 - *Quercus weberi*, MARTY, págs. 36-37, lám. VI, fig. 6-8.
- 1922 - *Myrica* aff. *cerifera*, DEPAPE, págs. 163-164, lám. IX, fig. 7.
- 1923 - *Pterocarya denticulata*, LAURENT & MARTY, págs. 139-140, lám. XIII, figs. 6-8.
- 1939 - *Myrica lignitum*, LAURENT & MARTY, pág. 113, lám. II, fig. 11.
- 1945 - *Quercus weberi*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1945 - *Sapindus undulatus*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. ??, lám. IX.
- 1950 - *Quercus weberi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Quercus weberi*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Berberis rhopalodes*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 120-121, lám. XXXIX, fig. 2.
- 1955 - *Callicoma microphylla*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 121, lám. XXXVIII, fig. 5.
- 1955 - *Fraxinus gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 170-171, lám. XXXVI, fig. 1.
- 1955 - *Gleditschia wesseli*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 121, lám. XXXVII, fig. 3.
- 1955 - *Mimosites haeringianus*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 136-137, lám. XLVIII, fig. 4.
- 1955 - *Quercus weberi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 86.
- 1980b - *Myrica hakeaefolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 14, lám. I, fig. 22.
- 1981 - *Quercus weberi*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Sapindus undulatus*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557, 559.

- 1981 - *Quercus weberi*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Sapindus undulatus*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Myrica sagoriana*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 97, lám. VIII, figs. 5-6.
 1988 - *Quercus lonchitis*, VICENTE i CASTELLS, págs. 26-27, lám. 1, fig. 23.

Material

Se han estudiado 160 ejemplares foliares en muy diverso estado de conservación (algunos de ellos se encuentran muy deteriorados, mientras que otros están en un excelente estado), en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares. Los especímenes analizados provienen de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella, Coll de Saig, Can Pilbre, Pedrá, Prats, barranco de Salanca y Santa Eugenia, siendo su listado el que sigue:

CA-8966-1, CA-8966-2, MGBG-A-49, MGBG-A-78, MGBG-A-82, MGBG-A-115, MGBG-A-122, MGBG-A-183, MGBG-A-214, MGBV-9497, MGBV-9501, MGBV-9765, MGBV-9846, MGBV-9855, MGBV-9873, MGBV-9892, MGBV-10054, MGBV-10086, MGBV-10099, MGBV-10156, MGBV-10169, MGBV-10175, MGBV-93481, MGBV-93493, MGBV-10558, MGSB-31312, MGSB-31350_{1,2}, MGSB-36191_{1,2}, MGSB-36200, MGSB-40318, MGSB-40420_{1,2}, MGSB-40436_{1,3}, MGSB-40441, MGSB-47040, MGSB-48120, MGSB-48131, MGSB-48163_{1,2}, MGSB-48164, MGSB-48169, MGSB-48171, MGSB-48177, MGSB-48180_{1,2}, MGSB-48465_{1,3}, MGSB-49383, MNCNV-265, MNCNV-267, MNCNV-272, MNCNV-277, MNCNV-278, MNCNV-282, MNCNV-299, MNCNV-435, MNCNV-438, MNCNV-439, MNCNV-468, MNCNV-469, MNCNV-472, MNCNV-473, MNCNV-474, MNCNV-475, MNCNV-476, MNCNV-477, MNCNV-478, MNCNV-479, MNCNV-480, MNCNV-481, MNCNV-484, MNCNV-486b, MNCNV-488, MNCNV-491, MNCNV-492, MNCNV-493, MNCNV-495, MNCNV-496, MNCNV-497, MNCNV-498, MNCNV-501, MNCNV-504, MNCNV-527, MNCNV-530, MNCNV-539, MNCNV-657, MNCNV-666, MNCNV-675, MNCNV-679, MNCNV-800, MNCNV-835, MNCNV-867, MNCNV-871, MNCNV-903, MNCNV-917, MNCNV-990, MNCNV-1001, MNCNV-3033, MNCNV-3067, MNCNV-3586, MNCNV-3594, MNCNV-3629, MNCNV-3637, MNCNV-3640, MNCNV-3641, MNCNV-3650, MNCNV-3654, MNCNV-3674, MNCNV-3676, MNCNV-3677, MNCNV-3679, MNCNV-4326, MNCNV-4452, MNCNV-4456, MNCNV-4547, MNCNV-4548, MNCNV-4549, MNCNV-4550, MNCNV-4551, MNCNV-4552, MNCNV-4553, MNCNV-4554, MNCNV-4555, MNCNV-4556, MNCNV-4557, MNCNV-4558, MNCNV-4559, MNCNV-4560, MNCNV-4561, MNCNV-4562, MNCNV-4563, MNCNV-4564, MNCNV-4565, MNCNV-4566, MNCNV-4567, MNCNV-4568, MNCNV-4569, MNCNV-4570, MNCNV-4571, MNCNV-4572, MNCNV-4573, MNCNV-4574, MNCNV-4575, MNCNV-4790, MNCNV-4874, MNCNV-4875, MNCNV-4876a, MNCNV-4876b, MNCNV-4877, UCM-BLL-006, UCM-CBEDERS-22, UCM-CBEDERS-36, UCM-CCS-25, UCM-CCS-48, UCM-CBIII-001, UCM-CTV-002, UCM-CTV-011, UCM-CTV-5.

Diagnosis original (SAPORTA, 1865)

M. foliis coriaceis, lanceolatis vel lanceolato-linearibus, basi in petiolum longe sensim attenuatis, apice acuminatis, dentatis vel integerrimis; nervis secundariis manifestis valde obliquis areolatis, tertiariis prominulis, in rete subtiliter venosum sotutis. Amentis masculis 1 centim. longis, cylindricis, obtusis e squamis adpresse imbricatis conflatis.

Descripción del material

Restos foliares polimórficos; cortamente peciolados; peciolo: 0,75-0,1 cm; limbos lanceolados, oblanceolados, elíptico estrechos, obovados y estrecho oblongos; longitud del

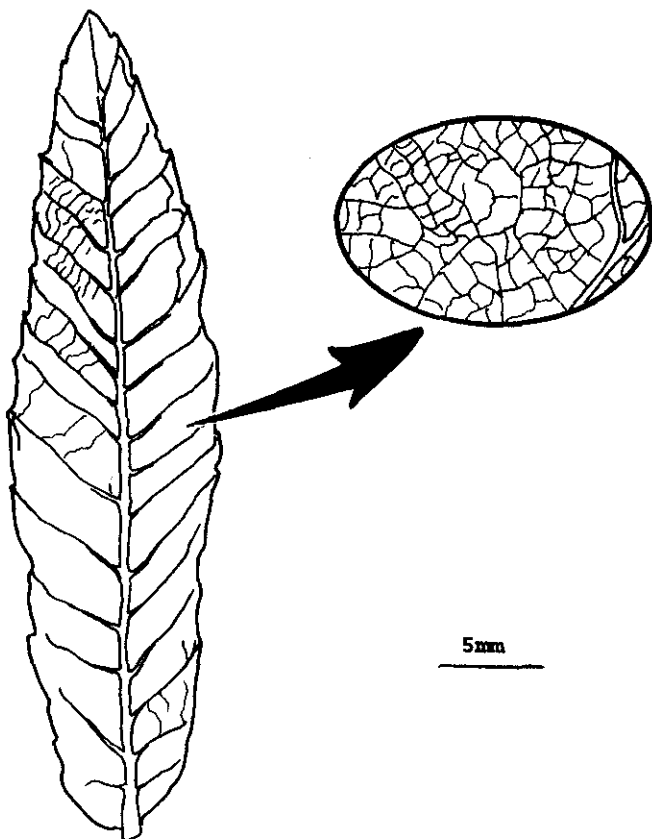


Fig. 30. *Myrica lignitum* MNCNV-4558

limbo: 6-1,6 cm; anchura máxima del limbo: 1,7-0,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,4-0,4; ápice agudo; base de cuneada a redondeada; margen por lo general aserrado, aunque también liso, siendo en este caso en algunas ocasiones ondulado; si se encuentra aserrado, los dientes por lo general se atenúan hacia la base, siendo estrechos y siguiendo usualmente un curso paralelo al margen del limbo; si el margen es liso, se presenta con sinuosidades. Nerviación por lo general rectipinnada simple, en toda su extensión menos en la zona basal, pues al no presentar dientes aparece

curvipinnada simple; si el ejemplar presenta el margen liso, la nerviación es pinnada, curvipinnada simple o, incluso, lazada; de 17 a 9 pares de nervios secundarios opuestos o alternos con curso derecho o curvado uniformemente, a veces dicotomizados; ángulo de divergencia agudo moderado, aunque aparecen hojas con ángulos de divergencia agudos anchos y rectos; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos foliares atribuibles a *M. lignitum* colectados en los diferentes afloramientos de la Cerdaña, fueron primeramente incluidos en la especie *Q. weberi* Heer, del Sarmatiense de Oehningen (RÉROLLE, 1884-1885). Más adelante, VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955) los determinaron bajo diferentes denominaciones, como se puede observar en la bibliografía previa. Quizás ésto haya sido debido al alto grado de

polimorfismo foliar que presenta *M. lignitum*.

Desde un punto de vista morfológico, una especie muy parecida a la que nos ocupa es *M. zacharensis* Lesq., del Eoceno superior de la Formación Jackson Ark, Estados Unidos (BERRY, 1924). Quizás se debieran considerar sinónimas de *M. lignitum* a *M. linearis* Sap., *M. sagoriana* Ett. y *M. laevigata* (Heer) Sap., del Oligoceno superior de Brognon y Sagor y del Mioceno Inferior de Aix-en-Provence respectivamente (SAPORTA, 1862; SCHIMPER, 1870-1872; KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).

M. elongata Sap., del Estampiense de Saint-Zacharie, presenta la forma de su limbo muy parecida a la de *M. lignitum*, pero la denticulación de especie oligocena es irregular, siendo su nerviación totalmente diferente (SAPORTA, 1863).

También hemos de destacar que algunas especies de quercíneas descritas en el Mioceno Superior de la Baja Renania como: *Quercus rottensis* O. Web., *Q. tenerrima* O. Web., *Q. lonchitis* Ung., *Q. tenuinervis* Wess. y, posiblemente, *Q. ettingshauseni* Wess. (WEBER, 1851; WESSEL & WEBER, 1855), debieran considerarse sin valor taxonómico, incluyéndose en *M. lignitum*.

La especie que nos ocupa es morfológicamente muy parecida a *M. arborea* Hutch., especie actual de Guinea Ecuatorial. La forma, la disposición y aspecto de las denticulaciones y la nerviación secundaria son iguales a las de *M. lignitum*, aunque los limbos de las hojas de la especie africana son más anchos.

Del mismo modo, *M. lignitum* presenta una morfología muy parecida a la de *M. conifera* Burm., de Tanganica, aunque la nerviación de ésta presenta un patrón diferente.

Algunos ejemplares pequeños con margen ondulado de la especie fósil, recuerdan a *M. faya* L.

Esta es la primera vez que se cita a *M. lignitum* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Estampiense.** Bois d'Assom, Manosque, Francia (SCHIMPER, 1870-1872).
- Chatiense.** Peyrac, Francia; Monod y Hohe Rhonen, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).
- Estampiense.** Puy-Saint-Jean, Puy-de-Dôme, Francia (LAURENT & MARTY, 1939).
- Aquitaniense.** Armissant, Francia; Rallingen y Laussanne, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).
- Burdigaliense.** Seifhennersdorf, Sajonia, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Karpatiense.** Umgebung von Tamsweg, Niedere Tauern, Austria (KNOBLOCH &

KVAČEK, 1981).

-Tortoniense. Parschlug, Styria, Austria (SCHIMPER, 1870-1872); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).

-Plaisanciense. Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).

Además se encuentra citada esta especie en el Plioceno de Saint-Marcel, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922).

***Myrica marginalis* Heer, 1881**

(Fig. 31; Lám. XI, fig. 6)

- * 1881 - *Myrica marginalis*, HEER, pág. 26, lám. XXVI, fig. 3-5.
- 1945 - *Salix tenera*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. III.
- 1950 - *Salix tenera*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1955 - *Conospermum macrophyllum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 108, lám. XXXIII, fig. 6.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 179, lám. L, fig. 1.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 181, lám. LI, fig. 2.
- 1988 - *Salix tenera*, GÓMEZ-ALBA, pág. 32, lám. 16, fig. 7.

Material

Se han estudiado únicamente tres ejemplares, dos de ellos de Coll de Saig y uno de Beders: MGBV-9523, MGM-1086m, MNCNV-361.

Diagnosis original (HEER, 1881)

M. foliis coriaceis, linearibus, sublobatis, lobis parvis, inaequalibus, brevissimis, extus rotundatis, nervo medio debili, nervis secundariis numerosis, subtilis, nervo marginali conjunctis.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; peciolo robusto de 0,6-0,2 cm; limbo lanceolado u oblanceolado; longitud del limbo: 5-4,3 cm; anchura máxima del limbo: 1,9-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3-1,1 cm; ápice agudo; base cuneada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; más de 18 pares de nervios secundarios se curvan abruptamente formando un ángulo de divergencia agudo-ancho o recto; presencia de

nervios intersecundarios; nerviación terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Por sus características morfológicas, pensamos que los ejemplares ceretanos descritos deben ser relacionados con el género *Myrica*, y en particular, con la especie del Mioceno Superior de Portugal, *M. marginalis* (HEER, 1881). Éstos fueron asignados a *S. tenera* Heer y *Conospermum macrophyllum* Ett., por VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), seguramente por no realizar un análisis de su nerviación secundaria.

No estamos de acuerdo con las consideraciones que hace HEER (1881), al comparar a *M. marginalis* con *M. laharpii* Heer y *M. obtusiloba* Heer, descritas en el Sarmatiense de Suiza (HEER, 1856), ya que éstas presentan hojas lobuladas, a diferencia de los ejemplares de *M. marginalis* figurados por este autor en 1881, los cuales no se encuentran lobulados, sino deformados, seguramente a causa de los procesos de fosilización sufridos.

Nosotros pensamos que la especie descrita se asemeja morfológicamente a *M. vera* Berry, *M. rostrata* De Candolle y *M. worthenii* (Lesq.) Berry, descritas por BERRY (1916) en el Eoceno Inferior del Sureste de Norteamérica.

Tras el estudio de pliegos de herbario, pensamos que la especie que nos ocupa puede ser comparada con *M. rubra* A. Cheval, especie actual del Japón, aunque los nervios secundarios de *M. marginalis* presentan menor distancia de separación que los de la especie japonesa.

Esta es la primera vez que se cita *M. marginalis* en el Mioceno superior de la Cerdaña, así como en el conjunto del Terciario español, siendo la segunda cita de esta especie que se hace en el Terciario después de la de HEER (1881).

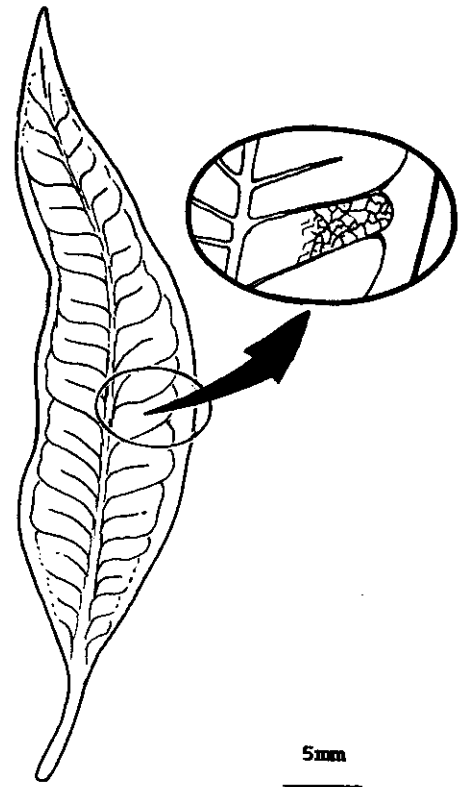


Fig. 31. *Myrica marginalis* MGBV-9523

Descripción estratigráfica y geográfica

-**Aquitaniense.** Campo Grande, Portugal (HEER, 1881).

-**Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.

Orden Fagales

Familia Fagaceae Dumortier, 1829

Los primeros restos verdaderamente atribuibles a la familia Fagaceae proceden del Maastrichtiense de Australia, tratándose de palinomorfos asignables al género *Nothofagus* Bl. (WOLFE, 1973; CRONQUIST, 1981). Este hecho parece indicar que las fagáceas se originaron a partir del Campaniense (CRONQUIST, 1981).

Esta familia en la actualidad está compuesta por 8 géneros y alrededor de 800 especies de distribución cosmopolita, a excepción de África Tropical y del Sur (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos de la Cerdaña hemos detectado la presencia de macro y microrrestos de dos géneros de esta familia: *Fagus* L. y *Quercus* L. Debiendo apuntar con duda la presencia del género *Castanea* Mill., ya que se describe a partir de restos foliares que bien podrían ser asignados al género *Quercus*.

Aunque han sido asignados al género *Fagus* restos de distinto tipo colectados en materiales cretácicos y paleocenos (WATELET, 1866; LESQUEREUX, 1874; NEWBERRY, 1898), los primeros datos fiables de la existencia de este género que nos ocupa datan del Paleoceno Superior, siendo restos macroscópicos colectados en Rusia (JONES, 1986). Según MULLER (1981, 1984), los primeros granos de polen asignables al género *Fagus* fueron descritos en el Oligoceno inferior de Canadá.

En la actualidad el género *Fagus* presenta de 9 a 14 especies que habitan en Europa, Asia Menor, Este de China, Japón, Taiwan y Este de Norteamérica. Éstas fueron divididas por TRALAU (1962) en dos grupos según la morfología de sus hojas. KVAČEK & WALTHER (1991), consideran que las especies del género *Fagus* deben repartirse en cuatro grupos teniendo en cuenta tanto las características epidérmicas de sus hojas como las morfológicas de sus cúpulas.

Los restos fósiles más antiguos atribuibles al género *Quercus* son inflorescencias colectadas en el Eoceno medio de la Formación Claiborne, USA (JONES, 1986), maderas, hojas y frutos del Eoceno medio de la Formación Clarno, USA (MANCHESTER, 1983); y maderas del Bartonense del Oeste de Francia (VAUDOIS-MIÉJA, 1985).

Palinomorfos asignables al género *Quercus* no han sido encontrados en sedimentos más antiguos del Oligoceno, estando representado en esta época por *Tricolporopollenites asper* Thoms. & Pf., en Europa, y por *Q. shiabensis* Muller en América del Norte (MULLER, 1981).

En la actualidad, el género *Quercus* se encuentra representado por unas 200 especies, que habitan en todo el Hemisferio Norte, a excepción de las regiones polares y desérticas, e Indonesia, en el Hemisferio Sur (HUTCHINSON, 1967).

CAMUS (1936-1954) y JONES (1986), están de acuerdo en dividir a este género en dos subgéneros, en base a caracteres foliares, frutales y florales: *Cyclobalanus* (Öerst.) Schn. y *Euquercus* Hickel & A. Camus. Estos dos subgéneros son divididos a su vez en varias secciones y subsecciones.

El registro más antiguo del género *Castanea* son palinomorfos procedentes de los yacimientos santoniense-campanienses del Oeste de Canadá, y se integran dentro del género *Tricolporopollenites* Pf. & Thom. Desgraciadamente, como comenta MULLER (1981), varios géneros de fagáceas actuales presentan este mismo tipo polínico, por lo que la presencia de éste ni nos confirma ni nos niega la existencia del género *Castanea* a finales del Cretácico.

Restos florales conservados en ámbar procedentes del mar Báltico, prueban la existencia del género que nos ocupa tal y como lo conocemos hoy en día en el límite entre el Eoceno y el Oligoceno (JONES, 1986).

El género *Castaneophyllum* Jones & Dilcher del Eoceno de Norteamérica, parece encontrarse estrechamente relacionado con *Castanea* (JONES & DILCHER, 1988). En Europa los registros fiables del género *Castanea* a partir de restos foliares hay que buscarlos en el Neógeno (KVAČEK & WALTHER, 1989).

Hay que esperar hasta el Plioceno para encontrar cúpulas de *Castanea* tal y como se desarrollan actualmente (JONES, 1986).

El género *Castanea* vive en la actualidad en el Reino Holártico, donde se encuentra representado por nueve especies agrupadas en tres secciones (CAMUS, 1929).

MICRORRESTOS

Fagus sp.

(Lám. XI, figs. 10 y 11; Lám. XII, fig. 1)

Palinomorfos asignables al género *Fagus* aparecen frecuentemente en todos los

afloramientos estudiados de la Cerdaña. En algunas localidades como barranco de Salanca, torrente de Vilella y Beders, se han hallado en gran cantidad frente a otros géneros de angiospermas.

El género *Fagus* presenta una plonización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; esferoidales o subprolados, en vista ecuatorial; circulares en vista polar; diámetro: 45-35 μm ; colpos estrechos con 2-1 μm de anchura, que recorren longitudinalmente todo el grano sin fusionarse en los polos; poros lalongados de 4-5 μm de diámetro; exina con $\approx 1,6$ μm de espesor; sexina algo más gruesa que la nexina; sobre los poros, la exina se separa de la intina formando un reborde; en algunos ejemplares se observa un engrosamiento interno de la exina alrededor de los colpos (Lám. XI, fig. 11); téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida al M.O; al M. E. B. la ornamentación (también denominada escábrida por BENTHEM et al. 1984) se encuentra elongada, ramificada con ápices redondeados, hallándose estas estructuras parcialmente fusionadas entre sí (Lám. XII, fig. 1b).

Observaciones

La mayoría de los granos estudiados son atribuibles a la especie parataxónica *Faguspollenites gemmatus* Nagy, la cual, según NAGY (1985), es relacionable con la especie actual *F. orientalis* Lipsky. Esta paraespecie se ha encontrado en el Egeriense, Eggeburgiense, Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense inferior y superior de Hungría (NAGY, 1985).

Hay que hacer mención de otro tipo de grano de polen (Lám. XI, fig. 11), morfológicamente diferente de *F. gemmatus* a causa del aumento del grosor interno de la exina de sus colpos. Según PONS (1964), los granos que lo presentan son comparables a los de algunas especies de *Fagus* del Este de Asia como *F. japonica* Maxim.

***Quercus* sp.**

Granos de polen asignables a este género han sido detectados en mayor o menor cantidad en todos los afloramientos muestreados. Éstos son muy variables en cuanto aspecto, habiéndose encontrado varios tipos característicos y formas de transición entre ellos. En este

trabajo se describen 5 tipos. Es de suponer que pertenecieran a las diferentes especies de quercíneas que poblaron la Cerdaña. Sin embargo, al ser pólenes anemófilos es posible que también provengan de lugares alejados y de especies no presentes en el área de estudio.

En la confección de los diagramas polínicos hemos agrupado todos estos tipos de granos como *Quercus* sp. y como *Quercus* tipo *ilex-coccifera* siguiendo el patrón utilizado por SUC (1980).

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XIII, fig. 3 y 8): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; triangular-anguloaperturados con contorno lobulado en vista polar; $P=40,9-33,6\ \mu\text{m}$; $E=23,6-25,45\ \mu\text{m}$; colpos con forma de barca adelgazados hacia los polos donde no se fusionan entre sí; máxima anchura de los colpos $7-5,45\ \mu\text{m}$; exina de aproximadamente $1\ \mu\text{m}$ de grosor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; ornamentación escábrida o escábrido-verrucada (Lám. XIII, fig. 8b).

Este tipo de polen ha sido determinado en todos los afloramientos de la Cerdaña, y es referible al grupo de *Q. robur* L. propuesto por BENTHEM *et al.* (1984), y a las especies parataxónicas: *Quercopollenites granulatus* Nagy y *Quercopollenites robur typus*; quizás también a *Quercopollenites petraea typus*.

Q. granulatus se ha hallado en el Egeriense, Eggeburgiense, Badeniense y Pannoniense de Hungría; *Q. robur typus* ha aparecido en los sedimentos del Egeriense, Karpatiense Sarmatiense y Pannoniense inferior de Hungría; y *Q. petraea typus* en el Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense, y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

Posiblemente pudiera relacionarse con *Q. hispanica* RÉR., especie descrita en la Cerdaña basandose en restos foliares como veremos más adelante, ya que morfológicamente se asemeja a la especie actual *Q. humilis* Mill., incluida dentro del grupo de *Q. robur* por BENTHEM *et al.* (1984).

b) tipo 2 (Lám. XIII, fig. 2): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; esférico-aperturados con contorno lobulado en vista polar; $P\approx 34,5\ \mu\text{m}$; $E\approx 24,5\ \mu\text{m}$; colpos en forma de barca adelgazados hacia los polos donde no se fusionan entre sí; máxima anchura de los colpos de aproximadamente $6\ \mu\text{m}$; exina $\approx 1\ \mu\text{m}$ de grosor; nexina=sexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie de ligeramente escábrida a psilada.

Este tipo de polen aparece de forma puntual en casi todos los afloramientos de la Cerdaña destacando el del barranco de Salanca y el del torrente de Vilella, siendo referible a la especie parataxónica *Tricolporopollenites asper* (Th. et Pf.) W. Kr.

Esta paraespecie se ha encontrado en el Eggeburgiense, Karpatiense y Badeniense de Hungría (NAGY, 1985). PALDEROVÁ (1990) dice que esta especie es común en todo el Mioceno, sobre todo en el Mioceno Superior de Europa.

c) tipo 3: Granos 3-zonocolporoidados; de prolato-esferoidales a subprolotos en vista ecuatorial; esferoidales con contorno lobulado en vista polar; $P=28,18-22,7\ \mu\text{m}$; $E=23,63-22,72\ \mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,3-1\ \mu\text{m}$, a menudo geniculados; no se aprecia adelgazamiento progresivo de los colpos hacia los polos, donde no se fusionan entre sí; exina de alrededor de $0,9\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; ornamentación escábrida granulada; gránulos muy pequeños.

Estos palinomorfos se pueden comparar a los de algunos *Quercus* actuales de Asia Oriental y de Norteamérica descritos por LIEUX (1980) y JARVIS et al. (1992): *Q. virginiana* Mill., *Q. rhederiana* Hanz.-Mass. y *Q. senescens* Hanz.-Mass. Se han determinado, aunque de forma no muy numerosa, en todos los afloramientos de la Cerdaña.

d) tipo 4 (Lám. XIII, fig. 4): Granos 3-zonocolpados; esférico-subprolotos en vista ecuatorial; esféricos con contorno lobulado en vista polar; $P=28-75,25\ \mu\text{m}$; $E=25-23,75\ \mu\text{m}$; colpos geniculados de aproximadamente $2,5\ \mu\text{m}$ que no se adelgazan ni se fusionan entre sí en los polos; presencia de poroides en algunos ejemplares; exina de unas $2\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; ornamentación escábrida.

Estos pólenes aparecen de forma puntual en algunos afloramientos como el barranco de Salanca y la mina de Sanavastre, y son referibles al tipo *ilex-coccifera*, ya que es el que presentan las especies actuales *Q. ilex* L. y *Q. coccifera* L. Quizás pudieran ser relacionados con *Q. mediterranea* Ung., especie detectada a partir de restos foliares en los afloramientos de la Cerdaña, como se verá más adelante. Esta especie según KVAČEK & WALTHER (1989), se encuentra relacionada filogenéticamente con *Q. coccifera*. Se mencionan pólenes de *Q. coccifera* en el Villafranquiense, y de *Q. ilex* en el Cuaternario medio (PONS & VERNET, 1971).

e) tipo 5 (Lám. XIII, fig. 5): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; esféricos con contorno lobulado en vista polar; $P \approx 24,5 \mu\text{m}$; $E \approx 15,9 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, presentando su zona de máxima anchura en el ecuador, aproximadamente $3,6 \mu\text{m}$; no existe fusión de los colpos en los polos; a veces colpos geniculados; en algunas ocasiones existencia de poroide; exina de $\approx 1-0,6 \mu\text{m}$ de espesor; nexina=sexina; téctum completo; superficie psilada o levemente escábrida.

Estos pólenes aparecen de forma puntual en algunos afloramientos como los del barranco de Salanca y torrente de Vilella. Son relacionables con *Tricolpopollenites microhenrici* (R. Pot.) W. Kr.

Esta paraespecie se ha hallado en todo el Neógeno, apareciendo en Hungría picos de abundancia del Egeriense al Mioceno Medio, también se ha encontrado en bajas cantidades en el Sarmatiense y en el Pannoniense inferior (NAGY, 1985). PLANDEROVÁ (1990), dice que *T. microhenrici* se ha hallado en el Mioceno Inferior de los Cárpatos, en el Mioceno Medio de la región de Oder, y en Silesia, Polonia, del Eoceno al Plioceno.

MACRORRESTOS

cf. *Castanea* sp.

(Lám. XI, fig. 7)

- 1884-1885 - *Castanea palaeopumilla*, RÉROLLE, págs. 264-265, lám.V, fig. 8.
- 1945 - *Castanea palaeopumila*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, figs. I, VII.
- 1947 - *Castanea palaeopumila*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XI.
- 1951 - *Castanea palaeopumila*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Castanea paleopumila*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 76-77, lám.XXV, fig.3.
- 1981 - *Castanea palaeopumilia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Castanea palaeopumilia*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1988 - *Castanea palaeopumilla*, GÓMEZ-ALBA, pág.30, lám.15, fig.11.
- 1989 - *Castanea sativa*, BARRÓN, págs. 23-25.
- 1991 - *Castanea sativa*, BARRÓN, págs. 49-63, lám.II, figs. 1-2, lám. III, fig. 1.

Material

Se han estudiado 24 ejemplares foliares usualmente en buen estado de conservación, colectados como impresiones o compresiones sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos de Beders, Coll de Saig, El Pedró, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa y barranco de Salanca:

CMV-s/n, MGBV-9457, MGBV-9474, MGBV-10158, MGBV-28724, MGM-1061M, MGSB-4037, MGSB-31016,

MBSB-31217, MGSB-48154, MNCNV-302, MNCNV-1541, MNCNV-1542, MNCNV-3073, MNCNV-3117, MNCNV-3118, MNCNV-3122, MNCNV-3140, MNCNV-3551, MNCNV-3569, MNCNV-4489, MNCNV-4490, UCM-BII-008, UCM-CTV-36.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,8-0,2 cm; forma del limbo de elíptico a lanceolado; longitud: 10,59-6,86 cm; anchura máxima: 5,5-2,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 6-2,16 cm; ápice atenuado en los limbos más grandes y agudo en los más pequeños; base simétrica o asimétrica, si es simétrica varía de aguda a redondeada; margen aserrado con ángulo apical agudo o recto, si los dientes marginales están muy desarrollados, a veces este ángulo es redondeado y forma una especie de seno, en algunos ejemplares aparecen dientes con diferentes ángulos apicales, sin que se observe variación de estos ángulos sobre el margen del limbo hacia la base o hacia el ápice; en algunas ocasiones dientes mucronados; nerviación rectipinnada simple; 12-17 pares de nervios secundarios paralelos entre sí, con curso derecho, aunque en algunos ejemplares se curvan uniformemente; ángulo de divergencia de 45° que suele variar siendo más agudo en el ápice que en la base; en algunas ocasiones, dicotomías de los nervios secundarios; nervios terciarios percurrentes, con curso derecho o ahorquillado, respecto a los secundarios son alternos y opuestos formando un ángulo recto, frente al nervio medio son oblicuos con curso convexo; nerviación de rango inferior a la terciaria, reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

La diferenciación entre las hojas de las distintas especies del género *Castanea* y de algunas especies incluidas en las secciones *Cerris* Öerst., *Mesobalanus* A. Camus y en la subsección *Prinoideae* Trel., de la sección *Lepidobalanus* Endl., del género *Quercus*, es problemática, ya que presentan morfologías idénticas.

Según KVAČEK & WALTHER (1989), la única característica morfológica diferencial entre las hojas de *Castanea* y de *Quercus*, es la presencia en este último género de nervios fimbriales. Desde un punto de vista epidérmico, también es difícil distinguir las hojas de estos dos géneros, ya que presentan patrones similares (KVAČEK & WALTHER, 1989).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña, RÉROLLE (1884-1885), colectó un conjunto de restos foliares oblongo-lanceolados con pequeños dientes en el margen, los cuales comparó

con los descritos en el Pontiense de Senigalia (Italia) como *C. palæopumilla* And.

C. palæopumilla fue descrita en el Mioceno Medio de Thalheim (Rumanía), a partir de restos foliares idénticos a *Q. kubinyi* (Kov.) Czecczot, por lo que no presenta valor taxonómico (TRALAU, 1963). Hasta el momento, en Europa no se ha descrito ningún resto foliar verdaderamente relacionable con la especie actual *C. pumila* (L.) Mill., del Este de Norteamérica.

Los especímenes descritos en Senigalia como *C. palæopumilla*, morfológicamente no presentan ninguna afinidad con *Q. kubinyi*, ya que esta especie tiene dientes marginales aristados. Por las mismas razones, creemos que los ejemplares ceretanos tampoco poseen ninguna afinidad con esta última especie.

Posteriormente a RÉROLLE (1884-1885), en la Cerdaña se colectaron restos foliares que se alejan del patrón descrito por este autor. Se trata de hojas de limbos anchos con dientes marginales muy patentes, triangulares y, algunos, con ángulos apicales rectos. Estos restos son comparables a los de la especie *C. forilivii* Mass., descrita en Senigalia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859). Ejemplares con estas características procedentes de la Cerdaña, fueron incluidos en *C. palæopumilla* por VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955).

También han sido colectados en los afloramientos ceretanos ejemplares con limbos asimétricos y nervios secundarios uniformemente curvados y poco espaciados (ejemplar MGBV9457). Esta morfología se puede referir a la especie *Q. licudensis* descrita por KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), en la flora del Mioceno Superior de Likudi (Grecia). Sobre todo encontramos un gran parecido con el ejemplar figurado en la lám. 3, fig. 9, del trabajo anteriormente citado.

Pensamos que los restos foliares procedentes de la Cerdaña, tanto los descritos como *C. palæopumilla* como los comparables con *C. forilivii* y con *Q. licudensis*, pertenecen a la misma especie, siendo este un caso patente de polimorfismo foliar, usual en los representantes de la familia Fagaceae.

Al tratar de relacionar los restos foliares del tipo descrito con los géneros *Castanea* o *Quercus*, hemos contrastado las características de nuestros ejemplares con la descripción de diferentes especies fósiles, llegando a las siguientes conclusiones:

a) No podemos relacionar la especie en estudio con *Q. czecczotiae* Hummel descrita por STRIEGLER (1992), en el Mioceno Medio de Polonia, ni con *Q. pontica miocenica*

Kubat encontrada por MELLER (1983), en el Vallesiense de Sprendlingen, ya que, aunque presentan una forma muy semejante a la de nuestros ejemplares, poseen nervios secundarios ramificados en su zona terminal.

b) Los ejemplares ceretanos poseen los dientes del margen sin aristas. Por esta razón no se pueden relacionar con las especies neógenas: *Q. kubinyi*, *Q. schoetzii* Knobl., *Q. gregori* Knobl. y *Q. latifolia* (Sord.) Knobl.

c) *Q. licudensis* pudiera ser relacionado con algunos de nuestros ejemplares. KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), destacan que *Q. licudensis* presenta un número de pares de nervios secundarios que oscila entre 21 y 17, además aseguran que este número es constante. Creemos que estos autores no deberían haber realizado esta afirmación de un modo tan taxativo, ya que la muestra, como ellos mismos reconocen era insuficiente.

Los ejemplares ahora asignados a *Q. licudensis* lo fueron primeramente a *C. sativa* Mill. Para argumentar esta nueva atribución taxonómica KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), explican que los especímenes de Likudi presentan una densa nerviación secundaria y terciaria, y el ángulo apical redondeado. No obstante, los individuos de las distintas especies de los géneros *Quercus* y *Castanea* pueden tener, según las características del medio donde vivan hojas con nerviación más compacta que otras. En los ejemplares de la Cerdaña sólo podemos considerar como "densa" la nerviación del ejemplar MGBV-9457. En cuanto al ángulo apical, tanto en *Castanea* como en *Quercus* existen individuos con hojas que presentan varios tipos de ángulo apical, como ocurre en el ejemplar CMV-s/n, luego la atribución de los ejemplares de Likudi al género *Quercus* por las razones expuestas carece de base. Pensamos que no se puede rechazar totalmente el que éstos puedan volver a asignarse al género *Castanea*.

d) La especie que en principio se identifica más directamente con los ejemplares ceretanos es *C. atavia* Ung., considerada sinónima "pro parte" por PAMALAREV (1989), junto con *C. sativa fossilis*, de *C. pliosativa* Kolak. Ejemplares con una morfología similar a los colectados en la depresión Ceretana han sido descritos en el Tortoniense de Esbarrondadoiro (TEIXEIRA, 1952a), en el Mioceno Superior de Charay y Rochessauve (GRANGEON, 1958), en el Pannoniense de Moravia y Bavaria (KNOBLOCH, 1969; UNGER, 1983) y en el Plioceno de Montijo y del Valle de Samtarém (TEIXEIRA, 1947, 1952b).

BARRÓN (1989, 1991), atribuye los restos foliares de la especie que nos ocupa a *C.*

sativa, aduciendo que, aunque no se han podido realizar estudios cuticulares, por una parte, sus morfologías foliares son idénticas, y por otra, los ejemplares ceretanos no presentan los nervios fimbriales puestos de manifiesto por KVAČEK & WALTHER (1989), característicos del género *Quercus*.

Sin embargo, es posible que la carencia de estos nervios en las hojas fósiles sea debida a una pérdida de información durante el proceso de fosilización.

El género *Castanea* fue mencionado a partir de granos de polen procedentes de las minas de Sanavastre y Sampsor por JELSGERMA (1957) y BESSEDIK (1985). Por el contrario, tanto BALTUILLE *et al.* (1992), como nosotros no hemos hallado ni un sólo grano asignable a este género. Es posible que la ausencia de palinomorfos de este tipo sea debida a que *Castanea* presenta una polinización entomófila, sin embargo este género produce gran cantidad de granos de polen y es extraño que en los sedimentos estudiados aparezcan restos foliares y ni un sólo palinomorfo. Posiblemente, el polen de tipo *Castanea* sea más fácilmente destruido que otros tipos polínicos. Sin embargo, en la Cerdaña se han hallado pólenes de plantas acuáticas considerados frágiles frente a los procesos de fosilización. A diferencia de los pólenes de tipo *Castanea*, los palinomorfos asignables al género *Quercus* son muy abundantes.

Teniendo en cuenta la ausencia de pólenes de tipo *Castanea* así como y lo incierto de la preservación de nervios fimbriales en la hojas colectadas, atribuimos los restos foliares castaniformes de fagáceas ceretanas a cf. *Castanea* sp., esperando que en el futuro se puedan coleccionar frutos o restos florales en conexión orgánica a ramas con hojas que puedan ratificar o no la asignación de estos restos al género *Castanea*.

***Fagus gussonii* Massalongo, 1859**

(Figs. 32 y 33; Lám. XII, figs. 2 y 3; Lám. XIII, fig. 1)

- * 1859 - *Fagus gussonii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 202-203, lám. XXV, figs. 2, 5.
- 1859 - *Fagus deucalionis*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 203-204, lám. XXX, fig. 9.
- 1859 - *Fagus marsilii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 201-202, lám. IX, fig. 19.
- 1884-1885 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 258-263, lám. V, figs. 1-7.
- 1888 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, SAPORTA, pág. 154.
- 1891 - *Fagus ceretana*, SAPORTA, pág. 61, fig. 1.
- 1891 - *Fagus sylvatica* L. var. *ceretana*, ZITTEL, págs. 804, 822.
- 1892 - *Fagus pliocenica*, BOULAY, pág. 13.
- 1903 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 32-33, lám. V, figs. 5-7.
- 1905 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 8-9, fig. 15.
- 1931 - *Fagus pliocenica*, MARTY, pág. 184, lám. IX, figs. 11-12, lám. VII, figs. 1-2.
- 1936 - *Fagus pliocenica*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. B, fig. 3, lám. C, fig. 1.

- 1945 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, láms. I, VII.
 1947 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XIV.
 1950 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1951 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, BATALLER, pág. 140.
 1952b - *Fagus plicenica*, TEIXEIRA, pág. 56, lám. VI, fig. 7-7a.
 1955 - *Colutea macrophylla*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 130, lám. XLVII, fig. 1.
 1955 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 72-74, lám. XXIV, figs. 1-2.
 1955 - *Castanea ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 75-76, lám. XXV, fig. 2.
 1957 - *Fagus plicenica*, GRANGEON, pág. 187.
 1958 - *Fagus plicenica*, DEPAPE & GRANGEON, págs. 155, 164, 166.
 1958 - *Fagus plicenica*, GRANGEON, págs. 71, 74-75, lám.-text. VII, figs. 5-13.
 1958 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 8-9.
 1959 - *Fagus latissima*, ANDREÁNSZKY, pág. 96, fig. 80, lám. XXV, fig. 7.
 1959 - *Fagus* cfr. *orientalis*, ANDREÁNSZKY, pág. 97.
 1970 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 134-135.
 1974 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, págs. 27-31, lám. II, fig. 2d.
 1977 - *Fagus plicenica* var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, pág. 46, lám. I, fig. 2.
 1980b - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, págs. 11-12, lám. I, fig. 16a.
 1981 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 36.
 1981 - *Fagus plicenica*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 13.
 1982 - *Fagus plicenica*, SANZ DE SIRIA, pág. 6, lám. I, fig. 4.
 1986 - *Fagus gussonii*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 9-10, lám. 2, figs. 2-4, 6-8, lám. 5, fig. 11, lám. 6, fig. 5.
 1987 - *Fagus plicenica*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1987 - *Fagus gussonii*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 161-163, lám. 1, fig. 5.
 1987 - *Fagus orientalis* LIPSKY *fossilis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 159.
 1988 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, AGUSTÍ et al., pág. 179, ilustr. 160.
 1988 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, fig. 10.
 1989 - *Fagus plicenica*, TUREK et al., pág. 112, fig. 2.
 1991 - *Fagus orientalis*, BARRÓN, págs. 78-94, lám. III, figs. 2-4.
 1994 - *Fagus gussonii*, BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 24, 28, fig. 2, 3-4, fig. 3, 4-5, fig. 5, fig. 6, 6.

Material

Se han colectado 261 ejemplares foliares en todos los afloramientos de macroflora de la Cerdaña. Éstos se han preservado en forma de impresiones o compresiones sin trazas cuticulares. Únicamente se ha hallado un ejemplar que conserva restos cuticulares sobre su nervio medio. El estado en que se encuentran los especímenes colectados es muy diverso dada la gran cantidad analizada: muchos de ellos se encuentran en un excelente estado de conservación, algunos están muy deteriorados. El listado de ejemplares estudiados es el siguiente:

CA-8958-1, CA-8958-2, CA-8958-3, CA-8958-4, CA-8958-5, CMV-916, CMV-923, MGB-29359, MGB-29361, MGBG-A-84, MGBG-A-172, MGBG-A-179, MGBG-A-195, MGBG-A-200, MGBG-A-209, MGBG-A-210, MGBG-A-211, MGBG-A-214, MGBG-A-217, MGBG-A-221, MGBG-A-225, MGBG-A-241, MGBV-9460, MGBV-9515, MGBV-9698, MGBV-9699, MGBV-9703, MGBV-9715, MGBV-9739, MGBV-9740, MGBV-9741, MGBV-9753, MGBV-9764, MGBV-9802, MGBV-9805, MGBV-9845, MGBV-9853, MGBV-9902, MGBV-10029, MGBV-10036, MGBV-10040, MGBV-10041, MGBV-10042, MGBV-10055, MGBV-10134, MGBV-10135, MGBV-10555, MGBV-10564, MGM-57M, MGM-348M, MGM-365M, MGM-399M, MGM-447M, MGM-448M, MGM-456M, MGM-483M, MGM-484M, MGM-492M, MGM-497M, MGM-497M, MGM-958M, MGM-963M, MGB-1040M, MGM-1043M, MGM-1044M, MGM-1045M, MGM-1048M, MGM-1057M, MGM-1058M, MGM-1059M, MGM-1083M 2, MGSB-31010, MGSB-31012, MGSB-31019, MGSB-31020, MGSB-31021, MGSB-31209, MGSB-31370₁₋₂, MGSB-31382, MGSB-40403, MGSB-40418, MGSB-40423₁₋₂, MGSB-40432₁₋₆, MGSB-40433₁₋₄, MGSB-40434, MGSB-40447, MGSB-47028, MGSB-47036, MGSB-48121, MGSB-48122, MGSB-48146, MGSB-48152, MNCNV-245a, MNCNV-

245b, MNCNV-245c, MNCNV-247, MNCNV-261, MNCNV-289, MNCNV-298, MNCNV-317, MNCNV-320, MNCNV-340, MNCNV-351, MNCNV-367, MNCNV-665, MNCNV-681, MNCNV-683, MNCNV-693, MNCNV-710, MNCNV-712, MNCNV-721, MNCNV-722, MNCNV-724, MNCNV-725, MNCNV-727, MNCNV-740, MNCNV-756, MNCNV-772, MNCNV-788, MNCNV-801, MNCNV-809, MNCNV-812, MNCNV-813, MNCNV-825, MNCNV-833, MNCNV-834, MNCNV-837, MNCNV-839, MNCNV-842, MNCNV-843a, MNCNV-843b, MNCNV-844, MNCNV-853, MNCNV-865, MNCNV-872, MNCNV-916, MNCNV-925, MNCNV-928, MNCNV-930, MNCNV-931, MNCNV-932a, MNCNV-932b, MNCNV-936, MNCNV-937a, MNCNV-937b, MNCNV-939, MNCNV-940, MNCNV-942, MNCNV-943, MNCNV-944, MNCNV-948, MNCNV-950, MNCNV-952, MNCNV-965, MNCNV-966, MNCNV-967, MNCNV-977, MNCNV-993, MNCNV-995, MNCNV-997, MNCNV-1008, MNCNV-1009, MNCNV-1010a, MNCNV-1010b, MNCNV-1012, MNCNV-3023, MNCNV-3025, MNCNV-3038, MNCNV-3043, MNCNV-3044, MNCNV-3049, MNCNV-3050, MNCNV-3051, MNCNV-3052, MNCNV-3053, MNCNV-3055, MNCNV-3059, MNCNV-3066, MNCNV-3066, MNCNV-3067, MNCNV-3068, MNCNV-3120, MNCNV-3123, MNCNV-3130, MNCNV-3131, MNCNV-3132, MNCNV-3147, MNCNV-3148, MNCNV-3507, MNCNV-3510, MNCNV-3511, MNCNV-3512, MNCNV-3514, MNCNV-3518, MNCNV-3520, MNCNV-3524, MNCNV-3531, MNCNV-3534, MNCNV-3541, MNCNV-3562, MNCNV-3588, MNCNV-3624, MNCNV-3655, MNCNV-4403, MNCNV-4404, MNCNV-4405, MNCNV-4406, MNCNV-4411, MNCNV-4412, MNCNV-4413, MNCNV-4415, MNCNV-4416, MNCNV-4417, MNCNV-4418, MNCNV-4419, MNCNV-4420, MNCNV-4422, MNCNV-4424, MNCNV-4266, MNCNV-4425, MNCNV-4431, MNCNV-4432, MNCNV-4433, MNCNV-4434, MNCNV-4436, MNCNV-4437, MNCNV-4438, MNCNV-4439, MNCNV-4442, MNCNV-4443, MNCNV-4444, MNCNV-4445, MNCNV-4446, MNCNV-4447, MNCNV-4832, MNCNV-4833, MNCNV-4834, MNCNV-4835, UCM-BED-003, UCM-BED-005, UCM-BED-006, UCM-BED-008, UCM-BED-009, UCM-BLL-008, UCM-CBEDERS-21, UCM-CBEDERS-29, UCM-CBEDERS-37, UCM-CCS-2, UCM-CCS-63, UCM-CCS-70, UCM-TV-018.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

F. foliis petiolatis, oblongo-ovatis obliquis, utrinque attenuatis, acuminatis penninerviis, margine undulatis mucronato-serratis, basi inæqualibus, costa valida, nervis secundariis sub angulo 45 gr. orientibus, alternis parallelis, rectis, rete venoso inconspicuo.

Descripción del material

Hojas con peciolo corto y robusto de 8-1,6 mm; limbo usualmente con forma elíptica, aunque existen ejemplares ovales y obovados (MGBV-9845); longitud del limbo: 10-3 cm; anchura máxima: 6-2 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 6,2-1,5 cm; ápice siempre agudo; base redondeada, obtusa o aguda; margen liso y por lo general, más o menos ondulado, a veces aserrado en su mitad superior; nerviación adaptada a las características del margen: si es liso curvipinnada simple (Fig. 33), si es aserrado rectipinnada y curvipinnada a la misma vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973); entre (7)10-12 pares de nervios secundarios con curso derecho y ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; nerviación terciaria percurrente con curso recto y ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de menor orden reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales; células epidérmicas que se desarrollan encima de los nervios medio y secundarios, rectangulares y cuadrangulares (Lám. XIII, fig. 1), con 5-4 μm de longitud y 5-4

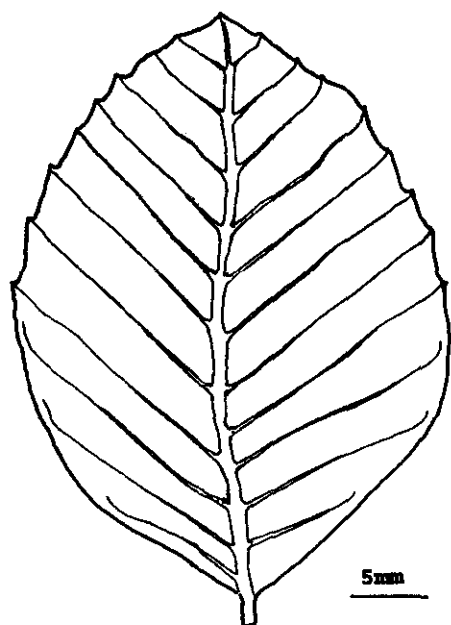


Fig. 32. *Fagus gussonii* MGBV-1041

µm de anchura; pared celular ocasionalmente engrosada en algunas zonas a lo largo de su longitud, alrededor de 1,28 µm de grosor; contornos de las células rectos, nunca sinuosos; orientación de las células longitudinal a la dirección del nervio que recubren; conexión lateral de las células siempre paralela a la zona de máxima longitud de éstas.

Observaciones

Los ejemplares estudiados coinciden con la descripción dada por RÉROLLE (1884-1885), para su variedad *ceretana* de *F. pliocenica*. Anteriormente, MASSALONGO & SCARABELLI (1859), describieron *F. gussonii* a partir de restos foliares colectados en el Messiniense de Senigalia (Italia). Este material es idéntico al descrito por RÉROLLE (1884-1885). Considerando el principio de prioridad, la variedad descrita por RÉROLLE debe ser considerada sinónima de *F. gussonii*. Del mismo modo lo deben ser: *F. ceretana* Sap., la variedad *ceretana* de *F. sylvatica* y *Fagus latissima* (SAPORTA, 1891; ZITTEL, 1891, ANDREÁNSZKY, 1959).

Las características morfológicas de *F. gussonii* son idénticas a las de la especie actual *F. orientalis*. Creemos del mismo modo que KNOBLOCH & VELITZELOS (1987) y BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), que ambas especies se encuentran estrechamente relacionadas desde un punto de vista filogenético. La presencia en el Mioceno Superior de la Cerdaña de un haya cercanamente emparentada con *F. orientalis*, queda corroborado por la aparición de granos de polen de *Faguspollenites gemmatus*, que como hemos dicho anteriormente son relacionables con los de la especie actual.

Las dos especies de hayas que habitan hoy en día Europa: *F. orientalis* y *F. sylvatica* L., parecen encontrarse también estrechamente relacionadas filogenéticamente, ya que ambas presentan estomas ciclocíticos (BANDULSKA, 1924), y son capaces de hibridar dando origen a formas con hojas de características intermedias (*F. moesiaca* (K. May) Czech., *F. taurica* Polám.). Un dato a tener en cuenta es la existencia de restos foliares de *F. gussonii* sin diferencias morfológicas apreciables con las hojas de *F. sylvatica* (Lám. XII, fig. 3). Este polimorfismo no sólo ocurre en estado fósil, sino que es corriente en la actualidad en

ejemplares vivientes: existen especímenes de *F. sylvatica* con hojas indiferenciables de las de *F. orientalis* (LAURENT & MARTY, 1939), y viceversa. Indiquemos que *F. sylvatica* presenta hojas de menor superficie que *F. orientalis* debido a la adaptación de esta especie a vivir en zonas con condiciones climáticas más rigurosas.

Si, como expone MAI (1989), los datos palinológicos nos indican que *F. sylvatica* tiene un origen cuaternario postglacial, esta especie tuvo que evolucionar a

partir de un antecesor por aislamiento genético en algunas zonas del Sur de Europa. Como ya expresaron BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), coincidiendo con KVACEK & WALTHER (1991) este antecesor bien pudo ser *F. gussonii*.

Estamos de acuerdo con ROIRON (1981), al considerar que *F. orientalis* y *F. sylvatica* han evolucionado a partir de un antepasado común. Sin embargo, nosotros creemos que este debió ser *F. gussonii*, y no *F. pliocenica* como explica el autor anteriormente citado.

Un dato que apoya esta teoría, es la existencia de hayedos circunmediterráneos de *F. sylvatica*, fenológica, genética y florísticamente diferentes a los del resto de Europa Occidental (GAUSSEN, 1978; THIEBAUT, 1982), donde las hayas presentan hojas más anchas, a veces con márgenes aserrados de la misma manera que *F. orientalis* y una foliación más tardía en las áreas de solana que en las de umbría, no comprobable, lógicamente, este

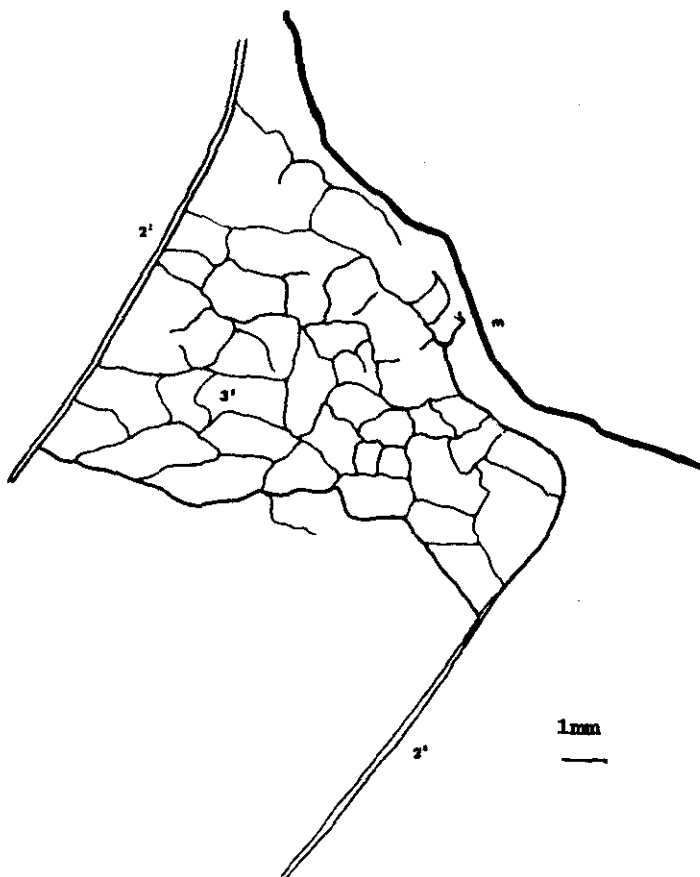


Fig. 33. Detalle de nerviación de *Fagus gussonii* MNCNV-320
m=margen; 2°=nervio secundario; 3°=nervio terciario

último punto en los ejemplares fósiles.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Sarmatiense. Erdobénye y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Aubrac, Coiron, Charay, Pourchères y Privas, Ardèche, Francia; Aubepin, Alto Loira, Francia; Joursac y Les Clausades, Cantal, Francia (MARTY, 1905; GRANGEON, 1957, 1958; DEPAPE & GRANGEON, 1958).

-Mioceno Superior. Bois de Sainte-Baume, Provenza, Francia (SAPORTA, 1888); Vegora y Likudi, Grecia (KNOBOCH & VELITZELOS, 1986, 1987) .

-Plaisanciense. Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno medio. Checoslovaquia (TUREK et al., 1989).

Además esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

***Fagus pristina* Saporta, 1867**

(Figs. 34 y 35; Lám. XII, figs. 4 y 5)

- * 1867 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 69-70, lám. VI, figs. 1-3.
- 1867 - *Fagus castaneaefolia?*, SAPORTA, págs. 70-71, lám. V, fig. 7.
- 1870-1872 - *Fagus pristina*, SCHIMPER, pág. 604, lám. LXXXVI, fig. 29.
- 1879 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 282, 362.
- 1884 - *Fagus pliocenica*, SAPORTA, págs. 88-97, lám. VI, figs. 1-6.
- 1885 - *Fagus pristina*, SAPORTA & MARION, pág. 200.
- 1887 - *Fagus pristina*, BOULAY, pág. 17.
- 1888 - *Fagus pristina*, SAPORTA, pág. 152.
- 1891 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 60-63, lám. XVI, figs. 1-5.
- 1891 - *Fagus pristina*, ZITTEL, pág. 415.
- 1905 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 8-9, lám. 11, 13.
- 1931 - *Fagus pristina*, MARTY, pág. 184, lám. IX, fig. 11.
- 1945 - *Fagus (Castanea?) cf. castaneaefolia*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 347, láms. V-VII.
- 1947 - *Fagus (Castanea?) castaneaefolia*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XIV.
- 1951 - *Fagus (Castanea?) castaneaefolia*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Fagus pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 75, lám. XXIV, figs. 3-4.
- 1955 - *Fagus (Castanea) castaneaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 74-75, lám. XXV, fig. 1.
- 1958 - *Fagus pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 8.
- 1970 - *Fagus pristina*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 135-136, lám. I, fig. 4.
- 1975 - *Fagus pristina?*, GARCÍA et al., pág. 574.
- 1975 - *Fagus pristina*, VICENS, pág. 16.

- 1977 - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 47, lám. I, fig. 3.
 1980b - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 12, lám. I, fig. 17a.
 1981 - *Fagus pristina*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Fagus pristina*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1987 - *Fagus pristina*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1988 - *Fagus pristina*, AGUSTÍ et al., pág. 189, ilustr. 170.
 1990 - *Fagus attenuata*, GIVULESCU, págs. 77-79, lám. 17, 6-7, lám. 22, fig. 3, 13, lám. 30, fig. 1, lám. 38, fig. 4, lám. 42, fig. 1, lám. 43, fig. 5-6.
 1991 - *Fagus pristina*, BARRÓN, págs. 95-107, lám. IV, figs. 1-5.
 1993 - *Fagus pristina*, KVÁČEK et al., págs. 60-61, lám. 2, figs. 1-3.
 1994 - *Fagus pristina*, BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 23-25, fig. 2, 1-2, fig. 3, 1-3, fig. 4.

Material

Se han analizado 152 ejemplares foliares en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares. Éstos se encuentran en un estado de conservación muy diverso, existen algunos ejemplares muy deteriorados y otros en un estado óptimo de preservación. Esta especie se ha recogido en todos los afloramientos en donde se han colectado macrorrestos en la Cerdaña. El listado de ejemplares estudiados es el siguiente:

CMV-688, CMV-689, MGBG-A-48, MGBG-A-56, MGBG-A-57, MGBG-A-58, MGBG-A-59, MGBG-A-61, MGBG-A-62, MGBG-A-63, MGBG-A-64, MGBG-A-65, MGBG-A-67, MGBG-A-71, MGBG-A-215, MGBV-9478, MGBV-9479, MGBV-9454, MGBV-9683, MGBV-9685, MGBV-9693, MGBV-9694, MGBV-9702, MGBV-9707, MGBV-9709, MGBV-9712, MGBV-9714, MGBV-9718, MGBV-9724, MGBV-9726, MGBV-9786, MGBV-9773, MGBV-10104, MGM-443M 2, MGM-444M, MGM-446M, MGM-450M, MGM-451M, MGM-477M, MGM-482M, MGM-764M, MGM-1060M, MGSB-31013, MGSB-31014_{1,2}, MGSB-31017_{1,2}, MGSB-31018, MGSB-31203_{1,2}, MGSB-31209, MGSB-31214, MGSB-31219, MGSB-31220, MGSB-31221, MGSB-31223, MGSB-31309, MGSB-31319, MGSB-31324, MGSB-31326, MGSB-40416, MNCNV-261, MNCNV-316, MNCNV-367a, MNCNV-367b, MNCNV-387, MNCNV-451, MNCNV-452, MNCNV-453, MNCNV-456, MNCNV-541, MNCNV-710, MNCNV-723, MNCNV-726, MNCNV-745, MNCNV-766, MNCNV-767, MNCNV-769, MNCNV-770, MNCNV-771, MNCNV-781, MNCNV-782, MNCNV-783, MNCNV-784, MNCNV-785, MNCNV-786, MNCNV-789, MNCNV-790, MNCNV-791, MNCNV-792, MNCNV-797, MNCNV-803, MNCNV-804, MNCNV-806, MNCNV-807, MNCNV-808, MNCNV-810, MNCNV-823, MNCNV-824, MNCNV-826, MNCNV-827, MNCNV-831, MNCNV-832, MNCNV-853, MNCNV-854, MNCNV-856, MNCNV-872, MNCNV-874, MNCNV-884, MNCNV-909, MNCNV-916, MNCNV-925, MNCNV-977, MNCNV-2843, MNCNV-2844, MNCNV-3041, MNCNV-3045, MNCNV-3056, MNCNV-3061, MNCNV-3065, MNCNV-3141, MNCNV-3142, MNCNV-3143, MNCNV-3144, MNCNV-3145, MNCNV-3548, MNCNV-3552, MNCNV-3556, MNCNV-3648, MNCNV-3652, MNCNV-4407, MNCNV-4408, MNCNV-4414, MNCNV-4421, MNCNV-4423, MNCNV-4426, MNCNV-4427, MNCNV-4430, MNCNV-4435, MNCNV-4440, MNCNV-4441, MNCNV-4448, MNCNV-4816, UCM-BI-001, UCM-BI-002, UCM-CBEDERS-18, UCM-CBEDERS-24, UCM-CBEDERS-25, UCM-CBI-2, UCM-CBI-3, UCM-CBI-5, UCM-CSE-2.

Diagnosis original (SAPORTA, 1867)

F. foliis tenuiter membranaceis, brevissime sed distincte petiolatis, ovato-lanceolatis, parce simpliciterque serratis, basi rotundatis vel obtusissime attenuatis, apice breviter acuminatis; nervis secundariis utrinque 16-18, tenuibus, rectis, parallelis, alternis vel suboppositis, sub angulo 45 gr. emissis, in dentes marginales vix excisas pergentibus, venulis subtilibus transversis.

Descripción del material

Hojas cortamente pecioladas (pecíolo de aproximadamente 5 mm); limbo lanceolado o estrecho ovado (MNCNV-316); longitud del limbo: 8,7-3,5 cm; anchura máxima: 3-1,5 cm;

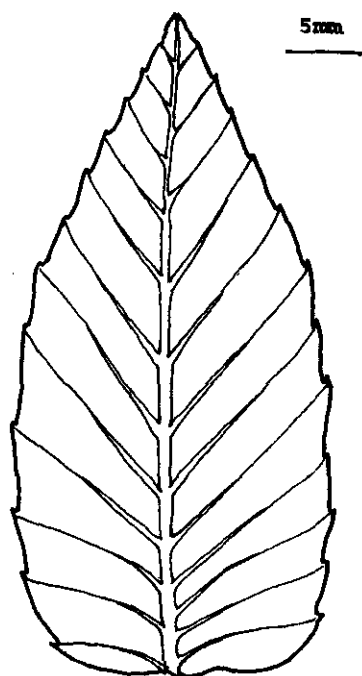


Fig. 34. *Fagus pristina* MNCNV-316

distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,7-0,9 cm; ápice agudo; base de aguda a redondeada; margen aserrado a veces algo sinuoso, con dientes pequeños de ángulo apical agudo; nerviación rectipinnada; 12-14 pares de nervios secundarios (aunque en algunas ocasiones presenten 18-20 pares), con curso derecho, a veces son recurvados en la zona basal, y ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

SAPORTA describió por primera vez a la especie que nos ocupa en 1867, a partir de restos exclusivamente foliares procedentes del Mioceno Inferior de Bois d'Asson. Con posterioridad, este mismo autor describe en el Plioceno de Cantal restos foliares idénticos, como *F. pliocenica* (SAPORTA, 1873). Debido a la inexistencia de diferencias entre estas dos especies, y de acuerdo con el principio de prioridad del **Código Internacional de Nomenclatura Botánica**, *F. pliocenica* debe ser considerada sinónima de *F. pristina*.

En 1885, GOEPPERT describió la especie *F. attenuata* a partir de restos foliares procedentes de Silesia (Polonia). Tras revisar el material tipo de esta especie, WALTHER & ZASTAWNIAK (1991), invalidaron esta especie adscribiendo los ejemplares tipo a *Alnus julianiformis* (Sternb.) Kvaček & Holý. Estos autores en el material de Sośnica y Malczyce (Silesia), también encuentran especímenes asignables al género *Fagus* a partir de los cuales describen la especie *F. silesiaca*, en base tanto a morfología como a anatomía foliar.

Desde un punto de vista morfológico, *F. silesiaca* presenta características idénticas a *F. pristina*, lo cual según el principio de prioridad, invalidaría a *F. silesiaca*. Sin embargo,

no existe ningún estudio cuticular de *F. pristina* por lo cual no podemos, por el momento, invalidar esta especie. En tanto no se realice este estudio, consideramos apropiado usar la especie *F. pristina* para el material consistente en impresiones sin trazas de cutícula conservada, como expresan BARRÓN & DIÉGUEZ (1994).

Este mismo caso ocurre con las especies *F. saxonica* del Oligoceno superior de Alemania y con *F. menzelii* del Mioceno Medio de Alemania, descritas por KVAČEK & WALTHER (1991).

El primero en citar *F. pristina* en el Mioceno Superior de la Cerdaña fue MENÉNDEZ AMOR (1955). Anteriormente VILLALTA & CRUSAFONT (1945), señalaron un conjunto de ejemplares asignables a la especie que nos ocupa como *F. (Castanea?) cf. castaneaefolia*. Esta confusión en la determinación se debió seguramente a que SAPORTA (1967), describió erróneamente bajo el nombre de *F. castaneaefolia* Ung., un resto foliar de Bois d'Asson que, de acuerdo con el mismo autor (1891), debería ser atribuido a *F. pristina*.

Con respecto a la morfología foliar, *F. pristina* puede ser relacionada con la especie fósil del Mioceno de Clarkia (Norte de Idaho, USA): *Pseudofagus idahoensis* Smiley & Huggins, y con la especie actual *F. grandifolia* Ehr. (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

P. idahoensis presenta estomas actinocíticos rodeados por un anillo de células subsidiarias (SMILEY & HUGGINS, 1991), y *F. grandifolia* estomas anomocíticos, por lo que debe ser incluida en el segundo grupo de hayas propuesto por JONES (1986), y en el cuarto propuesto por KVAČEK & WALTHER (1991).

Descartamos la inclusión de nuestros ejemplares en el género *Pseudofagus* ya que éste

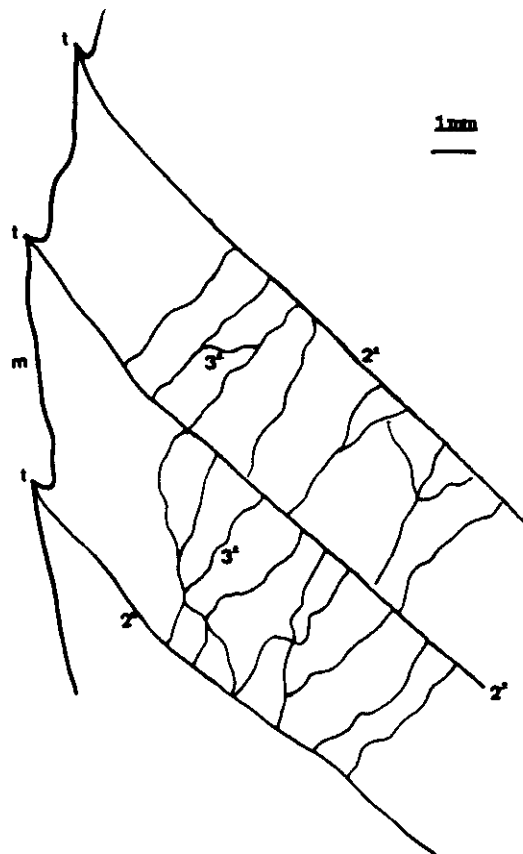


Fig. 35. Detalle de nerviación de *Fagus pristina* MNCNV-4426
m=margen, 2º=nervio secundario, 3º=nervio terciario

es endémico de Norteamérica. La inclusión de *F. pristina* en uno u otro grupo de hayas dependerá de la obtención de ejemplares con cutícula preservada. Hemos de destacar que las especies *F. silesiaca*, *F. saxonica* y *F. menzelii*, presentan características cuticulares que las relacionan con hayas asiáticas y no con *F. grandifolia* (KVAČEK & WALTHER, 1989, 1991).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Oligo-Mioceno. Cuenca de Kizilcahaman, Turquía (Vicens, 1975).

-Mioceno Inferior. Miljevina, Bosnia, Yugoslavia (KVAČEK et al., 1993).

-Aquitaniense. Bois d'Asson, Francia (SAPORTA, 1967); Manosque, Francia (SAPORTA, 1891).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pontiense. Aubrac, Pourchères y Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887); Les Clausades, Cantal, Francia (MARTY, 1905).

-Mioceno Superior. Buñol y Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970; ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGUER, 1981).

-Plaisanciense. Cantal, Francia (SAPORTA, 1884).

***Fagus* sp.**

(Lám. XII, fig. 6)

1884-1885 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 258-263, lám. V, fig. 7.

1948 - *Punica granatum* var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 786.

1955 - *Punica granatum* L. var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 138, lám. XLVI, fig. 4.

1994 - *Fagus* sp., BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 24, 28, fig. 6, 2.

Material

Se ha estudiado un única impresión de cúpula en mal estado de conservación procedente del afloramiento de Coll de Saig: MNCNV-140.

Descripción del material

Cúpulas pedunculadas con de 2 cm de longitud y 1,7-1,5 cm de anchura; pedúnculo

más corto que la longitud de la cúpula (6-5 mm); dos valvas visibles, redondeadas o apuntadas en su zona apical, que terminan de forma decurrente en el pedúnculo; ornamentación escasa, espinas pequeñas y dispersas.

Observaciones

El primero en señalar la existencia de cúpulas en el Mioceno de la Cerdaña fue RÉROLLE (1884-1885), quien las atribuyó a *F. pliocenica* var. *ceretana*. Este autor opina que esta variedad es la precursora de *F. sylvatica*, basándose en las características de las cúpulas por él colectadas.

Como explican BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), las cúpulas encontradas en los sedimentos miocenos de la Cerdaña no se pueden asignar con seguridad a ninguna de las dos especies anteriormente descritas basandose en restos foliares, en primer lugar porque no se encuentran en conexión orgánica con ellas, y en segundo, porque al aparecer en forma de impresiones, no se pueden analizar con claridad sus valvas (sóamente se observan dos de las tres o cuatro que deberían poseer). Quizás por esta razón, MENÉNDEZ AMOR (1948, 1955), consideró a estas cúpulas botones florales de *Punica granatum* L. var. *planchoi* Sap.

Por otra parte, su ornamentación es escasa, y esto puede ser debido tanto a que los semaforontes a los que pertenecieron éstas presentaran cúpulas poco ornamentadas, como a una degradación tras la abscisión o durante los procesos de fosilización. No obstante, las cúpulas encontradas son comparables a las halladas en el Neógeno del Oeste de los Cárpatos por BIALOBRZESKA & TRUCHANOWICZÓWNA (1983). Estas autoras las atribuyen a *F. aff. grandifolia*, estando de acuerdo con lo enunciado por RÉROLLE (1884-1885). Según KVAČEK & WALTHER (1989), cúpulas de este tipo también se han hallado en terrenos oligocenos y neógenos de Europa Central, describiéndose como *F. deucalionis* Ung., en Bohemia y Estiria (UNGER, 1847), y como *F. decurrens* Reid & Reid, en Polonia (ŚRODON, 1985). En la descripción de *F. deucalionis*, UNGER (1847), engloba restos foliares de características intermedias entre *F. sylvatica* y *F. grandifolia*, y cúpulas y frutos, aunque éstos no se encuentran en conexión con este tipo de hojas. Teniendo en cuenta todo esto, es posible que como *F. deucalionis* se hayan descrito restos foliares de distintas especies de hayas. *F. decurrens* se describió a partir de cúpulas y frutos que, posiblemente, se puedan relacionar tanto con las nuestras como con las del Neógeno del Oeste de los Cárpatos.

***Fagus* sp.**

(Lám. XII, fig. 7)

Material

Se ha estudiado un único ejemplar procedente del afloramiento de San Salvador: MNCNV-4428.

Descripción del material

Fruto de forma casi circular, algo piriforme; longitud: 0,9 cm; anchura: 0,8 cm; ángulo apical del fruto, donde debía encontrarse el estilo de la flor, de 120°; ángulo de la zona de inserción del fruto con la cúpula, de 180°; existencia de un pequeño pliegue en esta zona; presencia de dos grandes pliegues que se inician en la zona apical y recorren longitudinalmente el fruto.

Observaciones

El hayuco colectado en la Cerdaña aparece en forma de impresión, es decir, en dos dimensiones. Por lo que no podemos observar en él ningún carácter diferencial que nos permita atribuirle a una u otra especie.

Tras revisar el trabajo de BIALOBRZESKA & TRUCHANOWICZÓWNA (1983), quienes realizan un análisis biométrico de cúpulas y frutos actuales y fósiles del género *Fagus*, podemos relacionar con duda a nuestro hayuco con los frutos del Mioceno de Koniówka (Polonia), y con las especies actuales: *F. japonica*, *F. engleriana* Seem., *F. longipetiolata* Seem., *F. lucida* Ehr. y *F. grandifolia*. No obstante, creemos que ésto no debe tomarse al pie de la letra, ya que nuestro fruto se encuentra deformado, a causa de los procesos de fosilización, por lo que su anchura y ángulo apical son mayores. Además no podemos tener en cuenta para la comparación el radio del fruto, pues al ser una impresión, como ya hemos mencionado, presenta sólo dos dimensiones.

***Quercus drymeja* UNGER, 1847**

(Fig. 36; Lám. XIII, fig. 7; Lám. XIV, figs. 1 y 2)

- * 1847 - *Quercus drymeja*, UNGER, pág. 113, lám. XXXII, figs. 1-4.
- 1850 - *Quercus drymeja*, UNGER, pág. 400.
- 1851 - *Quercus ungeri*, WEBER, pág. 132, lám. XXI, fig. 11.
- 1855 - *Quercus ungeri*, WESSEL & WEBER, pág. 170, lám. XIX, fig. 3.

- 1859 - *Quercus drymeja*, GAUDIN & STROZZI, pág. 45, lám. IV, figs. 3, 6-7, lám. V, figs. 1-4, 6-9.
 1859 - *Quercus drymeja* UNGER var. *ungeri*, GAUDIN & STROZZI, pág. 45, lám. IV, fig. 1.
 1859 - *Quercus laharpii*, GAUDIN & STROZZI, pág. 44, lám. III, figs. 5-10.
 1859 - *Quercus drymeja*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 186-187, lám., XXIV, fig. 7, lám. XLII, fig. 10.
 1867 - *Quercus drymeja*, STUR, pág. 154.
 1870-1872 - *Quercus drymeja*, SCHIMPER, págs. 638-639.
 1884-1885 - *Quercus praeilex*, RÉROLLE, págs. 265-267, lám. IX, fig. 1.
 1887 - *Quercus drymeja*, BOULAY, págs. 17-18.
 1888 - *Quercus drymeja*, SAPORTA, pág. 166.
 1889 - *Quercus drymeja*, ETTINGSHAUSEN, pág. 92.
 1891 - *Quercus drymeja*, ZITTEL, págs. 427-428, fig. 269.
 1892 - *Quercus drymeja*, ETTINGSHAUSEN, pág. 92.
 1894 - *Quercus drymeja*, ALMERA, pág. 328.
 1903 - *Quercus drymeja*, MARTY, págs. 37-38, lám. VI, figs. 9-10.
 1922 - *Quercus drymeja*, DEPAPE, págs. 145-147, fig-text. 17, lám. VI, figs. 10-13.
 1945 - *Quercus drymeja*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, láms. III, VIII.
 1945 - *Quercus praeilex*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1945 - *Salix tenera*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. VIII.
 1947 - *Quercus drymeja*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XIII.
 1947 - *Salix tenera*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XV.
 1950 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1950 - *Quercus praeilex*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Quercus drymeja*, BATALLER, págs. 136, 140, 144.
 1951 - *Quercus praeilex*, BATALLER, pág. 140.
 1952 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, pág. 53.
 1953 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 306-307, text-lám. II, figs. 5-8.
 1955 - *Andromeda protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165, lám. XXXVII, fig. 3.
 1955 - *Dryandroides aff. banksiaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 105-106, lám. XXXIII, fig. 3.
 1955 - *Ficus lanceolata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 103-104, lám. XXXII, fig. 2.
 1955 - *Mahonia malheurensis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 119-120, lám. XXIX, fig. 1.
 1955 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 78-79, lám. XXVIII, fig. 4.
 1955 - *Quercus praeilex*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 84-85, lám. XXVIII, fig. 3.
 1955 - *Salix tenera*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 96, lám. XXIX, fig. 1.
 1955 - *Sapindus dubius*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 146-147, lám. XLIII, fig. 2.
 1956 - *Quercus drymeja*, ARÈNES & DEPAPE, pág. 17.
 1957 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 187-189, fig. 2, n° 12.
 1958 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 92-93, 96, pl-text. XI, figs. 19, 21, lám. III, fig. 8.
 1958 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1977 - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - cf. *Quercus drymeja*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 13, lám. 4, fig. 6.
 1980b - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, págs. 12-13.
 1981 - *Quercus drymeja*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Quercus drymeja*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1982 - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, págs. 6-7.
 1986 - *Quercus cf. drymeja*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 10, lám. 3, figs. 2-4, 7-8, lám. 4, figs. 3, 6, lám. 5, figs. 2, 7-8.
 1987 - *Quercus drymeja*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1987 - *Quercus cf. drymeja*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 161-163.
 1988 - *Quercus drymeja*, GÓMEZ-ALBA, lám. 15, fig. 13; lám. 16, fig. 1.
 1990 - *Quercus drymeja*, BARRÓN, pág. 8.
 1991 - *Quercus drymeja*, BARRÓN, págs. 128-149, lám. IV, figs. 6-8, lám. V, figs. 1-5.
 1991 - *Quercus hispanica*, BARRÓN, pág. 166, lám. VII, fig. 1.

Material

Se han estudiado 365 ejemplares procedentes de los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, Coll de Saig y camino de Balltarga a Bor. Éstos aparecen en forma de impresión y compresión con y sin restos cuticulares, encontrándose en un estado de conservación diverso (existen algunos perfectamente preservados y otros muy deteriorados). Los especímenes analizados son los siguientes:

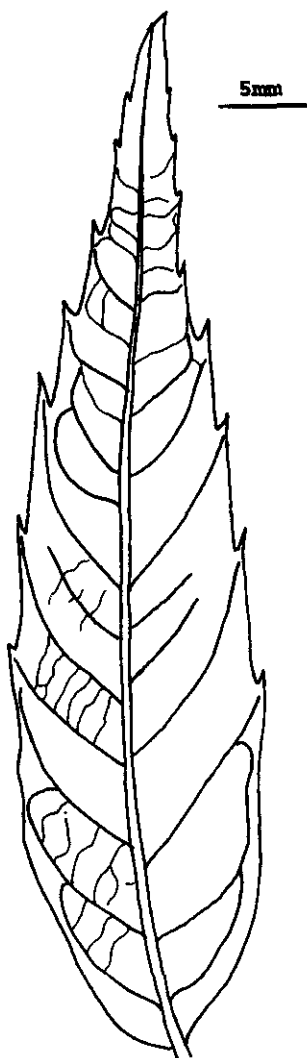


Fig. 36. *Quercus drymeja* MNCNV-4294

CA-8955, CA-8956-1, CA-8956-2, CA-8956-3, CA-8956-4, CA-8956-5, CA-8956-6, CA-8956-7, CA-8956-8, CMV-s/n, MGB-29295, MGB-29309, MGB-s/n, MGB-s/n6, MGBG-A-10, MGBG-A-12, MGBG-A-22, MGBG-A-32, MGBG-A-34, MGBG-A-52, MGBG-A-81, MGBG-A-83, MGBG-A-90, MGBG-A-93, MGBG-A-96, MGBG-A-105, MGBG-A-108, MGBG-A-112, MGBG-A-114, MGBG-A-130, MGBG-A-141, MGBG-A-142, MGBG-A-143, MGBG-A-144, MGBG-A-145, MGBG-A-151, MGBG-A-153, MGBG-A-161, MGBG-A-166, MGBG-A-167, MGBG-A-169, MGBG-A-170, MGBG-A-171, MGBG-A-174, MGBG-A-175, MGBG-A-178, MGBG-A-197, MGBG-A-198, MGBG-A-199, MGBG-A-203, MGBG-A-205, MGBG-A-213, MGBG-A-219, MGBG-A-222, MGBG-A-227, MGBG-A-228, MGBG-A-234, MGBG-A-236, MGBG-A-237, MGBG-A-240, MGBG-A-242, MGBV-9461, MGBV-9484, MGBV-9520, MGBV-9521, MGBV-9522, MGBV-9697, MGBV-9715, MGBV-9716, MGBV-9754, MGBV-9756, MGBV-9763, MGBV-9844, MGBV-9846, MGBV-9851, MGBV-9860, MGBV-9864, MGBV-9866, MGBV-9867, MGBV-9871, MGBV-9875, MGBV-9881, MGBV-9888, MGBV-9891, MGBV-9900, MGBV-9905, MGBV-10047, MGBV-10049, MGBV-10069, MGBV-10073, MGBV-10085, MGBV-10087, MGBV-10088, MGBV-10096, MGBV-10097, MGBV-10106, MGBV-10107, MGBV-10108, MGBV-10159, MGBV-10164, MGBV-10172, MGBV-10178, MGBV-10466, MGBV-10467, MGBV-10469, MGBV-10473, MGBV-10476, MGBV-10477, MGBV-10478, MGBV-10497, MGBV-10562, MGBV-10575, MGBV-11708, MGM-48M, MGM-440M, MGM-443M, MGM-449M, MGM-452M, MGM-478M, MGM-487M, MGM-489M, MGM-973M, MGM-1064M, MGM-1095M, MGSB-21767, MGSB-21774, MGSB-31199, MGSB-31200₁₋₆, MGSB-31207, MGSB-31308, MGSB-31317, MGSB-31325, MGSB-31350, MGSB-31371, MGSB-31383, MGSB-36191, MGSB-36202, MGSB-40320₁₋₂, MGSB-40402₁₋₂, MGSB-40403₁₋₂, MGSB-40404₁₋₂, MGSB-40408, MGSB-40417₁₋₃, MGSB-40421, MGSB-40425₁₋₂, MGSB-40427, MGSB-40431, MGSB-40436₁₋₅, MGSB-40442₁₋₁₀, MGSB-40443, MGSB-40446, MGSB-40453, MGSB-44388₁₋₃, MGSB-44389₁₋₂, MGSB-45478, MGSB-47030, MGSB-48118, MGSB-48125₁₋₂, MGSB-48148, MGSB-48157, MGSB-48159₁₋₂, MGSB-48160, MGSB-48165, MGSB-48183, MGSB-48459₁₋₄, MNCNV-147, MNCNV-267, MNCNV-294, MNCNV-297, MNCNV-308, MNCNV-322, MNCNV-336, MNCNV-341, MNCNV-356, MNCNV-357, MNCNV-382, MNCNV-383, MNCNV-386, MNCNV-434, MNCNV-440, MNCNV-441, MNCNV-442, MNCNV-443, MNCNV-455, MNCNV-457, MNCNV-458, MNCNV-472, MNCNV-514, MNCNV-523, MNCNV-528, MNCNV-529, MNCNV-530, MNCNV-535, MNCNV-538, MNCNV-539, MNCNV-658, MNCNV-673, MNCNV-675, MNCNV-676, MNCNV-692, MNCNV-694, MNCNV-699, MNCNV-707, MNCNV-720, MNCNV-738, MNCNV-757, MNCNV-847, MNCNV-849, MNCNV-862, MNCNV-847, MNCNV-892, MNCNV-910, MNCNV-938, MNCNV-949, MNCNV-951, MNCNV-962, MNCNV-988, MNCNV-1003, MNCNV-3022, MNCNV-3031, MNCNV-3032, MNCNV-3034, MNCNV-3036, MNCNV-3037, MNCNV-3047, MNCNV-3054, MNCNV-3057, MNCNV-3058, MNCNV-3060, MNCNV-3065, MNCNV-3069, MNCNV-3075, MNCNV-3080, MNCNV-3081, MNCNV-3116, MNCNV-3124, MNCNV-3125, MNCNV-3126, MNCNV-3127, MNCNV-3128, MNCNV-3129, MNCNV-3139, MNCNV-3144, MNCNV-3502, MNCNV-3505, MNCNV-3509, MNCNV-3519, MNCNV-3521, MNCNV-3522, MNCNV-3536, MNCNV-3537, MNCNV-3540, MNCNV-3578, MNCNV-3607, MNCNV-3642, MNCNV-3647, MNCNV-3657, MNCNV-3665, MNCNV-3666, MNCNV-3668, MNCNV-3678, MNCNV-3681, MNCNV-4256, MNCNV-4256, MNCNV-4260, MNCNV-4261, MNCNV-4262, MNCNV-4264, MNCNV-4265, MNCNV-4268, MNCNV-4269, MNCNV-4270, MNCNV-4279, MNCNV-4280, MNCNV-4282, MNCNV-4289, MNCNV-4290, MNCNV-4293, MNCNV-4294, MNCNV-4297, MNCNV-4300, MNCNV-4302, MNCNV-4305, MNCNV-4308, MNCNV-4313, MNCNV-4315, MNCNV-4316, MNCNV-4318, MNCNV-4319, MNCNV-4320, MNCNV-4321, MNCNV-4329, MNCNV-4330, MNCNV-4333, MNCNV-4334, MNCNV-4335, MNCNV-4336, MNCNV-4337, MNCNV-4338, MNCNV-4339, MNCNV-4340, MNCNV-4840, MNCNV-4878, UABT-Z6a, UABT-Z6b, UABT-1, UCM-CBEDERS-14, UCM-CBEDERS-19, UCM-CBEDERS-20, UCM-CBEDERS-26, UCM-CBEDERS-32, UCM-CBLL-8, UCM-CBLL-9, UCM-CCS-26, UCM-CCS-39, UCM-CCS-45, UCM-CCS-49, UCM-CCS-58, UCM-CCS-59, UCM-CCS-61, UCM-CCS-64, UCM-CCS-68, UCM-CCS-75, UCM-CCS-79, UCM-CCS-83, UCM-CCS-85, UCM-

Diagnosis original (UNGER, 1847)

Q. foliis longe petiolatis oblongo-lanceolatis utrinque attenuatis cuspidato-dentatis glabris penninervis.

Descripción del material

Quercus drymeja aparece normalmente como restos foliares aislados, aunque en el afloramiento de Coll de Saig, ocasionalmente aparecen fragmentos apicales de ramas con unas 5-4 hojas insertadas en ellas (Lám. XIV, fig. 1).

Esta especie presenta hojas coriáceas lauriformes largamente pecioladas; peciolo recto y largo de hasta 2 cm; limbos polimórficos, predominando los lanceolados, sin embargo, también se han hallado formas elíptico estrechas, ovadas y más raramente, oblanceoladas; longitud del limbo: 10-4 cm; anchura máxima del limbo: 3,5-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,1-0,6 cm; ápice siempre agudo, pudiendo encontrarse acuminado; base de aguda a cordada; margen generalmente aserrado en su tercio superior (aunque aparecen ejemplares con un mayor grado de serración, siendo la base por lo general lisa), con sólo 1 ó 2 dientes en posición apical o, en algunas ocasiones, liso; dientes del margen con ángulo apical agudo encontrándose siempre algo distanciados los unos de los otros, esta distancia siempre se reduce hacia el ápice; nerviación rectipinnada en la zona apical y curvipinnada en la basal (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973), aunque a causa de la morfología del margen aparecen ejemplares rectipinnados simples (si el limbo se encuentra dentado en todo su perímetro) y curvipinnados simples (si el limbo presenta el margen liso); nervio central robusto y derecho; (7)10-15 pares de nervios secundarios con curso derecho y/o uniformemente curvado (si terminan en los dientes del margen), y/o abruptamente curvado (si el nervio se une con el inmediatamente superior en camptodromía); ángulo de divergencia usualmente de $\approx 45^\circ$, aunque aparecen ejemplares con ángulos de divergencia agudos $>45^\circ$ y rectos (esto último acaece en ejemplares con limbos muy anchos); generalmente variación del ángulo de divergencia hacia el ápice, donde se hace más estrecho, y hacia la base, donde éste se agranda, no obstante se han colectado ejemplares con esta característica al revés; nervios intersecundarios en los ejemplares con el margen liso o casi liso; nerviación terciaria percurrente con curso ahorquillado o recto, que forma ángulos rectos

con los nervios secundarios, siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Hojas glabras, subestomáticas; estomas anomocíticos (Lám. XIII, fig. 7), rodeados por células de morfologías muy diferentes, distribuidos al azar, de aproximadamente 32-28x24-20 μm . Células epidérmicas algo más grandes que las del haz; forma de las células cuadrangular, rectangular, trapezoidal o poligonal; predominan las células cuadrangulares; ángulos que forman las células al conectar las unas con las otras, en muchas ocasiones redondeados; pared celular de alrededor de 1 μm de espesor; presencia de punteaduras con aproximadamente 0,5 μm de luz; no se observan diferencias entre las paredes anticlinales y las periclinales de las células epidérmicas; diferenciación de células epidérmicas que recubren los nervios por la adquisición de una forma rectangular muy patente; pared celular de estas últimas células más engrosada que la del resto de las células epidérmicas del envés, con unas 2 μm de espesor; en la porción de epidermis del envés que recubrió los nervios foliares no se desarrollaron estomas.

Células epidérmicas del haz de aproximadamente 30x40-150 μm ; disposición y forma idéntica a las del envés; pared celular de unas 2 μm ; contorno celular recto o con una única ondulación; presencia de punteaduras con abertura próxima a 0,60 μm ; células epidérmicas del haz que sobremontan los nervios secundarios, en algunas ocasiones, más alargadas que el resto de células, sin embargo lo normal es que sigan manteniendo la forma anteriormente descrita y se dispongan en filas; pared de las células del margen foliar muy gruesa ($\approx 4 \mu\text{m}$), todas cuadrangulares o rectangulares; las células epidérmicas del haz no se encuentran a nivel de los nervios tan diferenciadas como las del envés lo que ratifica que *Quercus drymeja* presentaba las hojas coriáceas.

Observaciones

Q. drymeja es una especie que se conoce únicamente en estado fósil a partir de restos foliares, aunque GRANGEON (1958), atribuye a esta especie una cúpula que no se encuentra en conexión orgánica con las hojas por él estudiadas, y que compara con la especie actual *Q. serrata* Thunb. En los afloramientos ceretanos por el momento no se ha hallado ninguna cúpula asignable al género *Quercus* que pueda ratificar las observaciones de GRANGEON (1958).

Los primeros en citar la especie en estudio en el Mioceno Superior de la Cerdaña fueron VILLALTA & CRUSAFONT (1945), sin embargo no tuvieron en cuenta su marcado polimorfismo foliar citando erróneamente a la especie *Salix tenera* Al. Br., a partir de ejemplares con márgenes lisos.

Con anterioridad, RÉROLLE (1884-1885), había citado la especie *Q. praeilex* Sap., a partir de especímenes ancho ovados asignables tanto a *Q. mediterranea* Ung., como a la especie que estamos estudiando.

También erróneas son las citas de MENÉNDEZ AMOR (1955), de *Andromeda protogaea* Ung., *Dryandroides* aff. *banksiaefolia* Heer, *Ficus lanceolata* Heer, *Mahonia malheurensis* Arnold y *Sapindus dubius* Ung., ya que fueron hechas a partir de ejemplares ceretanos atribuibles a *Q. drymeja*.

Especies sinónimas de *Q. drymeja* son *Q. ungeri* (WEBER, 1851; WESSEL & WEBER, 1855), especie invalidada y considerada como la variedad *ungeri* de *Q. drymeja* por GAUDIN & STROZZI (1959); y *Q. laharpui* Gaud., también invalidada y constituida en variedad de *Q. drymeja* por BOULAY (1887). Este último autor enuncia otra variedad de *Q. drymeja*, la var. *integribasis*. Nosotros pensamos que las variedades de *Q. drymeja* no tienen valor taxonómico ya que se basan únicamente en valores morfológicos debidos a un alto grado de polimorfismo foliar.

Una especie fósil que quizás pueda relacionarse con la especie que nos ocupa es *Q. consimilis* Newb., del Mioceno de Bridge Creek (Oregón, USA), descrita a partir de restos foliares y frutos (NEWBERRY, 1898). Desgraciadamente, no existen estudios cuticulares de la especie americana y no hemos encontrado frutos en la Cerdaña que puedan por el momento asegurar la existencia de una verdadera relación filogenética entre estas dos especies. La cita de *Q. drymeja* en el Mioceno de Castello's Ranch (Colorado, USA) realizada por LESQUEREUX (1878), pudiera realmente referirse a *Q. consimilis*.

Debemos señalar que *Q. drymeja* fue citado de forma errónea por HEER (1861, 1868, 1878), en el Paleógeno del Ártico a partir de restos foliares que no se pueden relacionar con la especie miocena (GRANGEON, 1958). También hay que destacar que las citas de *Q. drymeja* en yacimientos europeos del Oligoceno superior y Mioceno Inferior y Medio realizadas por UNGER (1850), DEPAPE & FALLOT (1928) y ARENES & DEPAPE (1956), las cuales no se pueden considerar seguras al no venir acompañadas por figuras.

Q. drymeja fue relacionado por UNGER (1850), con *Q. xalapensis* Humb. & Bond.,

encina que vive actualmente en Sierra Madre (México); con *Q. lancifolia* Schlecht. y *Q. sartorii* Liemb., también de México, por ARENES & DEPAPE (1956); y con *Q. serrata* Thumb. y *Q. sinensis* Burge, de China y Japón, por DEPAPE & FALLOT (1928), ARENES & DEPAPE (1956) y GRANGEON (1952, 1958).

Nosotros después de revisar la bibliografía de CAMUS (1936-1954) y de analizar pliegos de las colecciones del *Jardin des Plantes* de París y del *Royal Botanical Gardens of Kew*, por sus características morfológicas creemos que *Q. drymeja* se encuentra relacionado con las encinas del Extremo Oriente incluidas en el subgénero *Cyclobalanus*, en especial con *Q. salicina* Bl., del Japón; *Q. bambusaefolia* Hance y *Q. myrsinaefolia* Bl., de China; y *Q. chapensis* Hickel et Camus, de Indochina.

Hemos conseguido realizar preparaciones de epidermis foliar de un ejemplar de *Q. myrsinaefolia* que crece en los jardines de Kew (Lám. XIII, fig. 6), y la hemos comparado con la obtenida de *Q. drymeja*.

Las dos epidermis presentan ausencia de tricomas en haz y envés, siendo la disposición celular idéntica en las dos especies. Sin embargo *Q. drymeja* posee punteaduras a diferencia de *Q. myrsinaefolia*, que tiene las células epidérmicas del haz siempre poligonales y sin ondulaciones.

Además, *Q. myrsinaefolia* presenta estomas redondeados, seguramente es debido a que en la hoja fósil se encuentran obliterados a causa de la fosilización. Observamos también que las células de la especie actual son más pequeñas no sólo en tamaño sino también en grosor de la pared, que las de la especie fósil. Ésto puede ser debido a varias razones:

- 1- a los procesos de fosilización sufridos por las hojas.
- 2- a un distinto estado de madurez de la hoja. Ésto mismo debemos expresar al considerar la mayor cantidad de estomas por área que presentan las hojas estudiadas de *Q. myrsinaefolia* (80 estomas por mm²).

Concluyendo, si la estructura general de la epidermis fuera suficiente para establecer una relación filogenética, creemos que *Q. drymeja* debería incluirse dentro del subgénero *Cyclobalanus* del género *Quercus*. Sin embargo, pensamos que sería importante realizar estudios cuticulares del resto de las especies mencionadas y hallar cúpulas en estado fósil en conexión orgánica con restos foliares para poder relacionar filogenéticamente a esta especie de una forma más verosímil.

Posiblemente *Q. drymeja* descendiera de quercíneas tropicales o subtropicales que

durante el Paleógeno habitaron en la región Tetiana, y que evolucionaron posteriormente, adaptándose al cambio climático del Neógeno.

Hemos de destacar que en este trabajo se describe por primera vez la epidermis de *Q. drymeja*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Tortonense. Erdöbeny, Zemplén, Hungría (STUR, 1867); Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1847).

-Aragoniense. Sahinali, Aydin, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Sarmatiense. Val d'Arno, Italia (GAUDIN & STROZZI, 1859).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (VILLATA & CRUSAFONT, 1945).

-Pontiense. Aubépin, Alto Loira, Francia (GRANGEON, 1952); Gourgouras, Privas y Rochessauve, Francia (BOULAY, 1887, GRANGEON, 1953); Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Pavia, Italia (UNGER, 1850); Attsattel, Austria (HEER, 1861); Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987); Baja Renania, Alemania (WEBER, 1851); Weis, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).

-Plaisanciense. Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Torrente de Espluges de Llobregat, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

***Quercus hispanica* Rérolle, 1884-1885**

(Fig. 37; Lám. XIV, figs. 3 y 4)

- * 1884-1885 - *Quercus hispanica*, RÉROLLE, págs. 268-274, lám. VI, figs. 1-11.
- 1888 - *Quercus hispanica*, SAPORTA, pág. 177.
- 1892 - *Quercus etymodris*, BOULAY, pág. 65, lám. V, fig. 8.
- 1892 - *Quercus hispanica*, BOULAY, pág. 68.
- 1892 - *Quercus scilliana*, BOULAY, pág. 68, lám. III, fig. 4.
- 1922 - "Serie del *Quercus hispanica*", DEPAPE, págs. 152-155, fig. 19 1, fig. 20, lám. VII, figs. 5-10.
- 1931 - *Quercus hispanica*, MARTY, pág. 184, lám. VIII, figs. 3-4.
- 1936 - *Quercus hispanica*, MARTY & GLANGEAUD, págs. 21-22, lám. A, figs. 11-12, lám. B, fig. 1.
- 1945 - *Quercus hispanica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 44, lám. I.
- 1947 - *Quercus hispanica*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XIV.
- 1950 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Quercus hispanica*, BATALLER, pág. 140.
- 1952b - *Quercus hispanica*, TEIXEIRA, pág. 57; lám. VIII, figs. 1-1a; lám. XIV, figs. 1-1a.
- 1953 - *Quercus hispanica*, GRANGEON, pág. 307, lám. II, figs. 10-11.
- 1955 - *Myrica vindobonensis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 88, lám. XX, fig. 2.

- 1955 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 80-82, lám. XXVI, figs. 1-4.
 1957 - *Quercus hispanica*, GRANGEON, pág. 187.
 1958 - *Quercus hispanica*, DEPAPE & GRANGEON, págs. 154, 158, 164.
 1958 - "Serie del *Quercus hispanica*", GRANGEON, págs. 75, 78-79, 82-83, 86, pl-text. VII, figs. 1-2, pl-text. X, 2-7,
 1958 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1977 - *Quercus hispanica*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980b - *Quercus hispanica*, SANZ DE SIRIA, pág. 13, lám. I, fig. 19a.
 1981 - *Quercus hispanica*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus hispanica*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Quercus hispanica* aff. *Q. faginea*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 15.
 1981 - *Quercus hispanica* aff. *Q. sessiliflora*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 16.
 1987 - *Quercus hispanica*, IBÁÑEZ, págs. 198, 200.
 1988 - *Quercus hispanica*, AGUSTÍ et al., pág. 189, ilustr. 170.
 1988 - *Quercus hispanica*, GÓMEZ-ALBA, págs. 30, lám. 16, figs. 3-4.
 1991 - *Quercus hispanica*, BARRÓN, págs. 150-167, lám. VI, figs. 1-5.

Material

Se han estudiado 309 ejemplares foliares en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, siendo el estado de conservación de los especímenes muy diverso, como en el caso de *Q. drymeja*. La especie que nos ocupa se ha colectado en todos los afloramientos con macroflora de la zona de estudio. Los ejemplares analizados son los siguientes:

CA-8957-1, CA-8957-2, CA-8957-3, CA-8957-4, CA-8957-5, CA-8957-6, CA-8957-7, CA-8957-8, MGB-28730, MGB-29357, MGB-29545, MGB-s/n1, MGB-s/n2, MGB-s/n3, MGB-s/n4, MGB-s/n5, MGBG-A-6, MGBG-A-7, MGBG-A-18, MGBG-A-19, MGBG-A-20, MGBG-A-21, MGBG-A-24, MGBG-A-50, MGBG-A-53, MGBG-A-54, MGBG-A-72, MGBG-A-80, MGBG-A-91, MGBG-A-98, MGBG-A-100, MGBG-A-121, MGBG-A-124, MGBG-A-138, MGBG-A-162, MGBG-A-182, MGBG-A-228, MGBG-A-229, MGBG-A-231, MGBV-9475, MGBV-9511, MGBV-9516, MGBV-9518, MGBV-9708, MGBV-9731, MGBV-9732, MGBV-9742, MGBV-9766, MGBV-9768, MGBV-9848, MGBV-9879a, MGBV-9879b, MGBV-9907, MGBV-10030, MGBV-10033, MGBV-10034, MGBV-10039, MGBV-10043, MGBV-10051, MGBV-10132, MGBV-10148, MGBV-10152, MGBV-10464, MGBV-10470, MGBV-10471, MGBV-10472, MGBV-10474, MGBV-10475, MGBV-10485, MGBV-10517, MGBV-10523, MGBV-10565, MGM-349M, MGM-390M, MGM-439M, MGM-441M, MGM-442M, MGM-971M 1, MGM-1046M, MGM-1062M, MGM-1063M, MGM-1096M, MGSB-21772₁₋₃, MGSB-31015, MGSB-31201, MGSB-31202₁₋₂, MGSB-31313, MGSB-31322, MGSB-31375, MGSB-31384₁₋₂, MGSB-36191, MGSB-40314, MGSB-40316₁₋₃, MGSB-40404, MGSB-40411₁₋₃, MGSB-40424₁₋₃, MGSB-40426₁₋₂, MGSB-40443₁₋₇, MGSB-40446, MGSB-44390₁₋₂, MGSB-45467, MGSB-45468, MGSB-45469, MGSB-47031, MGSB-47034, MGSB-47038, MGSB-48134, MGSB-48155, MGSB-48161₁₋₂, MGSB-48164, MGSB-48170, MGSB-48461₁₋₂, MNCNV-276, MNCNV-327, MNCNV-376, MNCNV-378, MNCNV-379, MNCNV-381, MNCNV-384, MNCNV-385, MNCNV-442, MNCNV-444, MNCNV-445, MNCNV-446, MNCNV-447, MNCNV-448, MNCNV-449, MNCNV-450, MNCNV-451b, MNCNV-470, MNCNV-524, MNCNV-525, MNCNV-526, MNCNV-527, MNCNV-529, MNCNV-531, MNCNV-532, MNCNV-533, MNCNV-534, MNCNV-535, MNCNV-536, MNCNV-537, MNCNV-540, MNCNV-541, MNCNV-542, MNCNV-663, MNCNV-666, MNCNV-668, MNCNV-671, MNCNV-672, MNCNV-678, MNCNV-683, MNCNV-728, MNCNV-774, MNCNV-847, MNCNV-946, MNCNV-2544a, MNCNV-3017, MNCNV-3018, MNCNV-3019, MNCNV-3020, MNCNV-3021, MNCNV-3024, MNCNV-3026, MNCNV-3027, MNCNV-3029, MNCNV-3030, MNCNV-3035, MNCNV-3039a, MNCNV-3039b, MNCNV-3040, MNCNV-3048, MNCNV-3064, MNCNV-3076, MNCNV-3077, MNCNV-3078, MNCNV-3079, MNCNV-3082, MNCNV-3113, MNCNV-3114, MNCNV-3115, MNCNV-3119, MNCNV-3133, MNCNV-3134, MNCNV-3135, MNCNV-3136, MNCNV-3137, MNCNV-3138, MNCNV-3146, MNCNV-3500, MNCNV-3506, MNCNV-3508, MNCNV-3516, MNCNV-3517, MNCNV-3523, MNCNV-3530, MNCNV-3532, MNCNV-3533, MNCNV-3535, MNCNV-3538, MNCNV-3544, MNCNV-3554, MNCNV-3556, MNCNV-3568, MNCNV-3680, MNCNV-3683, MNCNV-4250, MNCNV-4251, MNCNV-4252, MNCNV-4253, MNCNV-4254, MNCNV-4259, MNCNV-4260, MNCNV-4263, MNCNV-4266, MNCNV-4272, MNCNV-4273, MNCNV-4274, MNCNV-4275, MNCNV-4276, MNCNV-4277, MNCNV-4278, MNCNV-4283, MNCNV-4286, MNCNV-4287, MNCNV-4288, MNCNV-4291, MNCNV-4292, MNCNV-4295, MNCNV-4296, MNCNV-4298, MNCNV-4304,

MNCNV-4306, MNCNV-4307, MNCNV-4309, MNCNV-4310, MNCNV-4311, MNCNV-4314, MNCNV-4317, MNCNV-4320, MNCNV-4322, MNCNV-4323, MNCNV-4324, MNCNV-4325, MNCNV-4327- MNCNV-4328, MNCNV-4331, MNCNV-4332, MNCNV-4341, MNCNV-4399, MNCNV-4426, MNCNV-4436, MNCNV-4532, MNCNV-4588, MNCNV-4606, MNCNV-4607, MNCNV-4806, MNCNV-4807, MNCNV-4837, MNCNV-4838, MNCNV-4839, MNCNV-5044, UABT-2?, UABT-Z2, UABT-s/n, UCM-CCS-7, UCM-CCS-10, UCM-CCS-33, UCM-CCS-43, UCM-CCS-46, UCM-CCS-73, UCM-CS-010, UCM-CS-012, UCM-CS-014, UCM-CBEDERS-13, UCM-CBEDERS-11, UCM-CBEDERS-12, UCM-CBEDERS-17, UCM-CBEDERS-23, UCM-CBEDERS-35, UCM-CBII-15, UCM-CTV-001, UCM-CTV-003, UCM-CTV-008, UCM-CTV-009, UCM-CTV-015, UCM-CTV-017, UCM-CTV-019, UCM-CTV-44.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

Q. foliis vel submembranaceis, sat breviter petiolatis, oblongo-ellipticis v. obovatis, basi obtusatis v. subauriculatis, v. in petiolum attenuatis, apice plus minus longe cuspidatis, margine parce crenato-dentatis v. sublobulatis, nervis secundariis utrinque 7-10 in dentes productis, nervulis rete subtile efformantibus.

Descripción del material

Hojas recortadas (según la terminología de CAMUS, 1936-1954); pecioladas, peciolo de hasta 0,8 cm de longitud; forma del limbo elíptica, elíptico-estrecha, ovada (estrecho-ovada y lanceolada) u obovada (oblanceolada, ancho-obovada y estrecho-obovada); longitud del limbo: 8,8-2,5 cm; anchura máxima: 3,3-1,3 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 5,8-0,9 cm; ápice de agudo a redondeado, a veces truncado; base aguda, cuneada, obtusa o cordada, siendo a veces asimétrica; margen aserrado con dientes grandes y redondeados, por esta razón esta especie ha sido calificada de sublobulada; presencia de mucrones en el ápice de los dientes; 3-7 dientes en cada lado del margen del limbo dependiendo del tamaño de éste; en algunos ejemplares el margen es liso en el tercio basal, en las hojas no oblanceoladas es liso en la zona apical; nerviación recti y curvipinnada a la vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973); nervio medio robusto; 7-10 nervios secundarios curvados abruptamente en las zonas de margen liso

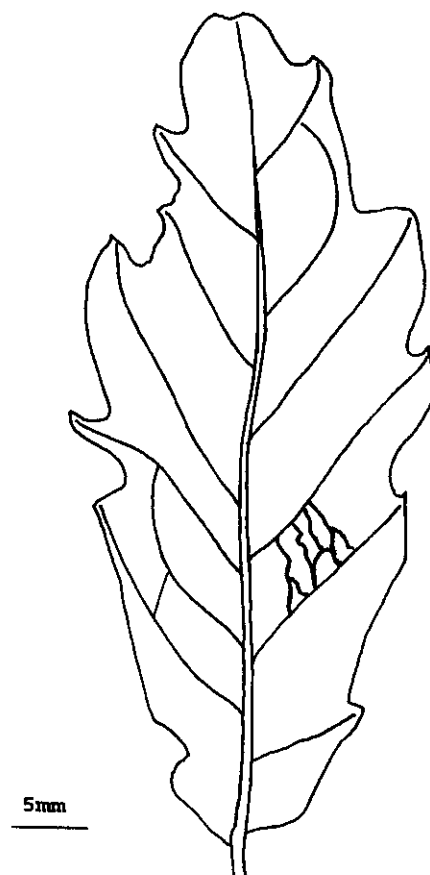


Fig. 37. *Quercus hispanica* MNCNV s/n

(base y ápice) y uniformemente curvados o derechos en el resto de la hoja; ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$, aunque los nervios secundarios más basales pueden tenerlo $>45^\circ$ e incluso recto; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de orden inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

El primero en describir esta especie fue RÉROLLE (1884-1885), haciéndolo a partir de impresiones colectadas en la Cerdaña. Este autor analizó detalladamente su morfología describiendo a su vez tres variedades según la forma que presentaba el limbo de sus ejemplares. Éstas son:

- a) variedad *genuina*, con forma elíptica u obovada.
- b) variedad *cuspidata*, con ápices muy desarrollados y de margen liso, sobresaliendo de forma patente por encima de las zonas dentadas de la hoja.
- c) variedad *expansa*, con forma oblanceolada.

Consideramos a estas tres variedades sin valor taxonómico debido al marcado polimorfismo foliar al que hemos aludido. Además, se han colectado ejemplares con contornos redondeados y ápice truncado y ejemplares elíptico estrechos, los cuales no se pueden encasillar morfológicamente en ninguna de estas tres variedades (MNCNV-276 y MGBV-9516).

En su trabajo de 1884-1885, RÉROLLE asemejaba a *Q. hispanica* con la variedad *canonica* Mass., de *Q. etymodrys* Ung., descrita en el Mioceno Superior de Senigalia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859). Pensamos que RÉROLLE, en el citado trabajo, pasó por alto el ya mentado polimorfismo del que hace gala el género *Quercus*, pues esta variedad no es más que un tipo morfológico de una especie de roble que también debería incluir las especies descritas en Senigalia por MASSALONGO & SCARABELLI (1859): *Q. pseudocastanea* Goepp., *Q. etymodrys* var. *entelea* Mass., *Q. etymodrys* var. *amphypsia* Mass., *Q. etymodrys* var. *microdonta* Mass., *Q. cornaliae* Mass., *Q. cardanii* Mass., *Q. cardanii* var. *latifolia* Mass., *Q. colonæ* Mass., *Q. faloppiana* Mass., *Q. senogalliensis* Mass. y *Q. venturii* Mass.

Más adelante, BOULAY (1892), en el Plioceno de Mont Dôre, cometió el mismo error que MASSALONGO & SCARABELLI (1859), al describir seis especies de robles a partir

de restos foliares polimórficos. En estas localidades seguramente no se debería haber descrito más que una, o a lo sumo dos especies de roble.

DEPAPE (1912), describió como *Q. mirbeckii* (= *Q. canariensis* Willd.), a un conjunto de restos foliares procedentes del Plaisanciense de Saint Marcel (Francia). Utilizando caracteres meramente morfológicos el autor anteriormente citado considera especies análogas a *Q. mirbeckii*: *Q. mirbeckii* var. *antiqua* Sap. (*Q. amplifolia* Sap.), *Q. lucumorum* Gaud., *Q. scilliana* Gaud., *Q. pseudocastanea*, *Q. parlatorii* Gaud., *Q. etymodrys*, *Q. cardanii*, *Q. roburoides* Gaud., *Q. senogalliensis*, *Q. furuhjelmi* Heer y *Q. hispanica*. DEPAPE (1912), no dió ninguna razón acerca de por qué relacionaba a todas estas especies con la especie actual *Q. canariensis*, ya que muchas de ellas presentan características morfológicas diferentes.

En 1922, DEPAPE cambió de opinión tras consultar el texto de VAULX & MARTY (1920). Estos autores consideraban arriesgado relacionar todos estos tipos foliares sólo con *Q. canariensis*, agrupando todos los restos foliares fósiles de robles con hojas sublobuladas o recortadas en un grupo al que denominaron "la serie del *Q. hispanica*", donde se incluyeron ejemplares con características morfológicas similares al ya mencionado *Q. canariensis*, y a las especies *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl. (= *Q. sessiliflora* Sm.) y *Q. faginea* Lamk. (= *Q. lusitanica* Webb). Esta misma opinión fue mantenida por GRANGEON (1953, 1958). Sin embargo, no estamos de acuerdo en asignar a esta "serie" los ejemplares figurados por este último autor (lám.-text. IX, figs. 1,3), ya que parecen representar otro tipo de quercínea.

Debemos expresar que, dado el polimorfismo que presentan las especies del género *Quercus*, no es difícil, al analizar restos foliares asignables a robles con hojas lobuladas o recortadas procedentes del Mioceno Superior o Plioceno de Europa, encontrar ejemplares semejantes a los descritos en la Cerdeña como *Q. hispanica*.

Tras analizar los ejemplares ceretanos, pensamos que *Q. hispanica* es comparable en parte con *Q. canariensis*. Sin embargo, esta última especie, además de presentar algunas hojas semejantes a las de la especie que nos ocupa, posee otras hojas con margen lobulado y mayor número de nervios secundarios que la especie fósil (de 8 a 14 pares). Algunos autores como PAMALAREV (1989), consideran a *Q. cardanii* (Mass.) sensu Pamalarev & Kitanov el antepasado de *Q. canariensis* y *Q. hartwissiana* Stev. y no a *Q. hispanica*. *Q. canariensis* en la actualidad es una especie relictica del Terciario que habita en la Península Ibérica en zonas con ombroclimas hiperhúmedos, ocupando en Andalucía situaciones topográficas muy particulares (umbrías, fondos de barrancos y cercanías de ríos y arroyos (NIETO-CALDERA

et al., 1990).

Por otra parte, no creemos que *Q. hispanica* pueda relacionarse con *Q. faginea*, ya que esta especie presenta hojas subcoriáceas, con forma de oblonga a ovada, margen sinuado-dentado o lobado, por lo general con dientes o lóbulos casi hasta la base y nerviación rectipinnada simple (DO AMARAL FRANCO, 1990). A esta especie se pueden asignar los ejemplares estudiados por GRANGEON (1953, text-lám. II, fig. 9), en el Mioceno Superior de Gourgouras, descritos como *Q. hispanica*, y los restos foliares colectados en el Pliopleistoceno de Crespiá por VILLALTA & VICENTE (1972) y ROIRON (1983).

Posiblemente la especie que estamos estudiando sí se pueda relacionar con *Q. petraea*, ya que se han colectado en la Cerdaña ejemplares con márgenes sublobulados (ejemplar MNCNV-535).

Tras un detenido análisis desde un punto de vista morfológico de las hojas de las especies actuales del género *Quercus*, hemos de concluir que la especie que posee las hojas más parecidas a *Q. hispanica* es *Q. humilis* Mill., en especial la raza que habita en los Pirineos Orientales. Esta especie es típicamente submediterránea, desarrollándose en el Centro y Sur de Europa y en el Suroeste de Asia. En estado fósil PAMALAREV (1989), la citó en el Mioceno y Plioceno de Polonia.

Nosotros no podemos afirmar taxativamente que *Q. hispanica* se halle relacionado con *Q. humilis*, ya que no han aparecido en los afloramientos de la Cerdaña ni frutos, ni amentos, ni leños, ni restos foliares con la cutícula preservada que pudiéramos relacionar con esta especie.

Sí parece claro por las características morfológicas descritas que la especie que nos ocupa se encontraría incluida en la sección *Lepidobalanus* Endl., del subgénero *Euquercus* del género *Quercus*. Posiblemente la presencia en los afloramientos de la Cerdaña del tipo polínico 1 de *Quercus* sp., deba ser asignado a esta sección, por lo que se ratificaría la presencia de un roble *Lepidobalanus* a partir de restos foliares y de polen.

FERNÁNDEZ MARRÓN (1971), describió un resto foliar en el Oligoceno de Sarreal que atribuyó a la variedad *cuspidata* de *Q. hispanica*. Este ejemplar es coriáceo, denticulado y no conserva la nerviación. Por la descripción que da esta autora y por la figura que acompaña a ésta, no parece que deba asignarse a *Q. hispanica*. No obstante, creemos que este ejemplar debería estudiarse más en profundidad.

Descartando esta última cita, debemos considerar a *Q. hispanica* como una especie típica

del Mioceno Superior y del Plioceno de Europa.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Tortonense.** Erdöbenye, Zemplén, Hungría (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Vallesiense.** La Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).
- Messiniense.** Carbonara Escrivia, Italia (BALDUZZI et al., 1980).
- Pontiense.** Aubrac y Joursac, Cantal, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958); Coiron, Mont Charay, Gourgouras y Rochessauve, Ardèche, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958; GRANGEON, 1958); Senigalia, Italia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Superior.** La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958).
- Plaisanciense.** Saint-Marcel, Valle del Ródano; Francia (DEPAPE, 1922); Cantal, Francia; Mont-Dôré y Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892; DEPAPE & GRANGEON, 1958); Podgumer, Sofia, Bulgaria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

Además *Q. hispanica* se encuentra citado en el Plioceno del Valle de Ródano, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981) y en el del Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b).

***Quercus mediterranea* Unger, 1847**

(Lám. XIV, fig. 5)

- * 1847 - *Quercus mediterranea*, UNGER, págs. 114-115, lám. XXXII, figs. 5-9.
- 1850 - *Quercus mediterranea*, UNGER, pág. 400.
- 1856 - *Quercus mediterranea*, HEER, pág. 52, lám. LXXVI, figs. 13-15, 17, 18.
- 1886 - *Quercus szirmayana*, KOVÁTS, págs. 21-22, lám. II, figs. 1-5.
- 1859 - *Quercus crassipes*, HEER, pág. 178, lám. CLI, fig. 28.
- 1859 - *Quercus mediterranea*, HEER, pág. 180.
- 1859 - *Quercus mediterranea*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 190, lám. XXXIV, fig. 23.
- 1967 - *Quercus mediterranea*, STUR, pág. 154.
- 1870-1872 - *Quercus mediterranea*, SCHIMPER, págs. 646-647.
- 1879 - *Quercus mediterranea*, SAPORTA, págs. 228, 378, fig. 81, n° 5-9.
- 1884-1885 - *Quercus praeilex*, RÉROLLE, págs. 265-267, lám. IX, figs. 2-3.
- 1887 - *Quercus coccifera*, BOULAY, pág. 38.
- 1887 - *Quercus mediterranea*, BOULAY, pág. 38.
- 1888 - *Quercus mediterranea*, SAPORTA, pág. 171.
- 1891 - *Quercus mediterranea*, ZITTEL, pág. 428.
- 1903 - *Quercus coccifera*, MARTY, pág. 39, lám. VI, fig. 4.
- 1903 - *Quercus mediterranea*, MARTY, pág. 38, lám. V, fig. 13.
- 1912 - *Quercus coccifera*, DEPAPE, págs. 3-6, fig. 2 a-b, lám. II, figs. 5-10.
- 1922 - Série du "*Quercus mediterranea*", DEPAPE, págs. 147-148.
- 1922 - *Quercus ilex*, DEPAPE, págs. 148-151, lám. VIII, figs. 4-8.
- 1922 - *Quercus coccifera*, DEPAPE, págs. 151-152, lám. VIII, figs. 10-11.
- 1945 - *Quercus praeilex*, MELÉNDEZ MELÉNDEZ, págs. 106-108, figs. 2-3.
- 1945 - *Quercus crassipes*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.

- 1945 - *Quercus mediterranea*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 347.
 1950 - *Quercus crassipes*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1950 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Quercus crassipes*, BATALLER, pág. 140.
 1951 - *Quercus mediterranea*, BATALLER, vol. X, pág. 140.
 1953 - *Quercus coccifera*, ARAMBOURG et al., págs. 24-25, lám. III, fig. 9.
 1953 - *Quercus ilex*, ARAMBOURG et al., págs. 23-24, lám. III, fig. 10.
 1953 - *Quercus mediterranea*, GRANGEON, pág. 308, text-lám. II, fig. 13.
 1954 - *Quercus mediterranea*, HANTKE, págs. 47-48, lám. 2, figs. 7-10.
 1955 - *Ilex cyclophylla*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 159-160, lám. XLIII, fig. 5.
 1955 - *Quercus crassipes*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 77.
 1955 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 82.
 1958 - *Quercus coccifera*, GRANGEON, págs. 87-88, pl-text. XI, figs. 3-6, 12, 20.
 1958 - *Quercus ilex*, GRANGEON, págs. 88-89, pl-text. XI, figs. 15, 17; pl-text. XIV, fig. 10; lám. III, fig. 2.
 1958 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1959 - *Quercus mediterranea*, ANDREÁNSZKY, pág. 101, lám. XXVII, fig. 5.
 1959 - *Quercus* cf. *Ilex*, ANDREÁNSZKY, pág. 101.
 1963b - *Quercus mediterranea*, ANDREÁNSZKY, lám. I, fig. 1.
 1965 - *Quercus mediterranea*, HANTKE, págs. 24-25, lám. 3, figs. 3-4.
 1974 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, págs. 31-34, lám. II, fig. 2e.
 1977 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Quercus mediterranea*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 405, fig. 12.
 1979 - *Quercus ilex*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 405.
 1979 - *Quercus mediterranea*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 13, 15, 16; lám. 5, fig. 1.
 1980b - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 13, lám. I, fig. 21a.
 1980 - *Quercus* cf. *mediterranea*, VIGÓN, pág. 31, lám. 4, fig. 28.
 1981 - *Quercus ilex*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Quercus mediterranea*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus mediterranea*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1982 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 7, lám. I, fig. 6.
 1986 - *Quercus* cf. *mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 11, lám. 2, fig. 5.
 1987 - *Quercus mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 161.
 1987 - *Quercus* cf. *mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 159-160, 162-163.
 1988 - *Quercus mediterranea*, VICENTE i CASTELLS, págs. 27-28, lám. I, fig. 24.
 1989 - *Quercus mediterranea*, KVAČEK & WALTHER, pág. 227, fig. 5 a-b.
 1989 - *Quercus mediterranea*, PAMALAREV, pág. 95.
 1990 - *Quercus* cf. *coccifera*, GIVULESCU, pág. 86, lám. 4, fig. 7.
 1990 - *Quercus mediterranea*, GIVULESCU, págs. 86-87.
 1991 - *Quercus mediterranea*, BARRÓN, págs. 168-185, lám. VII, figs. 2-5.
 1993 - *Quercus mediterranea*, KVAČEK et al., pág. 62, figs. 4c-g, lám. 3, figs. 5-7, lám. 8, fig. 4.

Material

Han sido objeto de estudio 39 ejemplares procedentes de los afloramientos de Sta. Eugenia, Coll de Saig, Bellver, Padró, Beders y Terra Negra, estos aparecían siempre como impresiones en buen estado de conservación. Los especímenes analizados fueron los siguientes:

MGBG-A-73, MGBG-A-75, MGBV-9847, MGBV-9873, MGBV-9877, MGBV-9878, MGBV-9901, MGBV-10035, MGBV-10132, MGBV-10137, MGBV-10138, MGBV-10144, MGBV-10155, MGBV-10168, MGBV-10169, MGBV-10466, MGBV-10529, MGSB-40408, MNCNV-149, MNCNV-677, MNCNV-678, MNCNV-736, MNCNV-744, MNCNV-866, MNCNV-975, MNCNV-1215, MNCNV-3062, MNCNV-3070, MNCNV-3071, MNCNV-4255, MNCNV-4257, MNCNV-4267, MNCNV-4271, MNCNV-4281, MNCNV-4299, MNCNV-4301, MNCNV-4312, MNCNV-4556, UABT-s/n.

Diagnosis original (UNGER, 1847)

Q. foliis breviter petiolatis subcordato-oblongis acuminatis obtusisque

mucronato-dentatis nitidis penninerviis.

Descripción del material

Hojas acebiformes, subcoriáceas, cortamente pecioladas (pecíolo de 0,46-0,14 cm); limbos polimórficos: elípticos, oblongos, ovados o redondeados; longitud del limbo: 6-2 cm; anchura máxima del limbo: 2,5-1,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,3-1,4 cm; ápice de agudo a redondeado, pudiendo encontrarse mucronado; base con desarrollo idéntico al ápice, apareciendo también ejemplares cordados; margen por lo general aserrado, atenuándose hacia la base; dientes del margen pequeños, con ángulo apical agudo, o bien desarrollados, siendo en este caso vulnerantes; usualmente número de dientes del margen idéntico al número de nervios secundarios, aunque aparecen ejemplares con un número menor de dientes (en algunas ocasiones con uno sólo, MGBV-10035) y, raramente, con el margen liso; nerviación recti y curvipinnada a la vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973), siendo rectipinnada simple si todos los nervios secundarios del ejemplar acaban en los dientes del margen; 4-9 pares de nervios secundarios con curso derecho o uniformemente curvado y ángulo de divergencia $>45^\circ$, pudiéndose hacer casi recto hacia la base; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente de curso derecho o ahorquillado, oblicua frente al nervio medio; nerviación de orden inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Restos foliares asignables a *Q. mediterranea* se han colectado frecuentemente en los yacimientos europeos con macroflora desde el Oligoceno hasta el Plioceno (PAMALAREV, 1989), siendo usual hallar restos foliares de diversas morfologías. Ésto fue apuntado ya en el siglo pasado por diversos autores (UNGER, 1847, 1850; HEER, 1856; SCHIMPER, 1870-1872)

Los primeros restos colectados en la Cerdaña, atribuibles a *Q. mediterranea* fueron asignados por RÉROLLE (1884-1885), a *Q. praeilex* Sap. En 1945, VILLALTA & CRUSAFONT citan por primera vez *Q. mediterranea* en la cuenca ceretana juntamente con *Q. crassipes* Heer (ejemplar MGBV-10137). Esta última especie fue descrita por HEER (1859) en el Sarmatiense de Oehningen a partir de una hoja redondeada de *Q. mediterranea*, por lo que no presenta valor taxonómico, siendo sinónima de la especie que nos ocupa. Otra especie

sin valor taxonómico y sinónima de *Q. mediterranea* es *Q. szirmayana*, descrita por KOVÁTS (1856) en el Sarmatiense de Erdobénye (Hungría).

En la cercana cuenca de la Seo de Urgel, SANZ DE SIRIA (1974, 1980b), colectó restos foliares con características semejantes a los que RÉROLLE (1884-1885), consideró como *Q. praeilex*, determinándolos como *Q. ilex*. Como en el caso anterior, se trata de ejemplares que deben ser atribuidos a la especie que nos ocupa, pues esta morfología se debe al ya mencionado polimorfismo foliar del que esta especie hace gala. Ejemplares de este tipo son: MGBV-9878 y MGBV-10035.

Una especie morfológicamente muy similar a *Q. mediterranea* es *Q. antedens* Sap., del Eoceno d'Aix-en-Provence (SAPORTA, 1879). Posiblemente, pudiera ser que la especie de Aix-en-Provence fuera la antecesora de *Q. mediterranea*, sin embargo para afirmar ésto taxativamente, se deberían realizar estudios anatómicos de la especie eocena que no se han llevado a cabo.

Morfológicamente hablando, *Q. mediterranea* presenta similitudes con las especies actuales *Q. ilex* (en particular con su subespecie *ballota* (Desf.) Samp.) y *Q. coccifera*, por lo que en algunas ocasiones, ejemplares de la especie que nos ocupa han sido asignados a éstas (BOULAY, 1887; DEPAPE, 1912; DEPAPE, 1922; GRANGEON, 1958; SANZ DE SIRIA, 1974, 1980b).

Estudios cuticulares llevados a cabo por KVAČEK & WALTHER (1989), revelaron el parentesco entre *Q. mediterranea* y *Q. coccifera*, llegándose a la conclusión que *Q. mediterranea* no presentó una estructura esclerófila. Así, según los autores citados, *Q. mediterranea* debió poseer hojas deciduas, o más concretamente, marcescentes.

Desgraciadamente, a causa del tipo de preservación que presentan los ejemplares ceretanos colectados (impresiones), no hemos podido realizar estudios anatómicos que pudieran confirmar las observaciones de KVAČEK & WALTHER (1989).

No obstante, si consideramos la relacion de parentesco con *Q. coccifera*, *Q. mediterranea* debe situarse en la subsección *ilex* Lieb. & Öerst. de la sección *Lepidobalanus* del subgénero *Euquercus* del género *Quercus* (CAMUS, 1936-1954). La presencia de una especie de *Quercus* de esta subsección viene ratificada por la aparición de polen tipo *ilex-coccifera* en algunos afloramientos de la Cerdaña, como hemos indicado anteriormente.

Distribución estratigráfica y geográfica

Se encuentra citado en el Oligoceno inferior alto de Cervera, Tarragona, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1979).

-Chatiense. Sagor, Carintia, Yugoslavia (UNGER, 1850); Sotzka, Estiria, Austria (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Inferior. Miljevina, Este de Bosnia, Yugoslavia (KVAČEK et al., 1993).

-Aquitaniense. Kumi, Islas de Eubea, Grecia; Lausanne, Vaud, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872); Radoboj, Croacia, Yugoslavia (DEPAPE, 1912); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).

-Tortoniense. Erdöbenyé, Zemplén, Hungría (STUR, 1867).

-Aragoniense. Aydin-Şahinali, Çanakkale-Çan-Demirci, Manisa-Soma-Deniş, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Helveciense. Croisettes, Suiza (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense. Albis, Locle, Ochingen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1856, 1859); Erdobénye y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1974, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945).

-Tortoniense. Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1850); Tokay, Zemplén, Hungría (SCHIMPER, 1870-1872); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Mont Charay, Gourgouras, Privas Y Rochessauve, Ardèche, Francia (SAPORTA, 1888; BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953).

-Mioceno Superior. Vegora, Lava, Aliveri, Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987); Seifhennersdorf, Saxe, Francia (SCHIMPER, 1870-1872); Val d'Arno, Suiza (HEER, 1859; SCHIMPER, 1870-1872); Buñol, Valencia, España (ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGUER, 1981).

Además ha sido citado en el Mioceno de Günzburg, Preschen, Bohemia, Checoslovaquia (SCHIMPER, 1870-1872); Libros, Teruel, España (MELÉNDEZ MELÉNDEZ, 1945) y Lava (KVAČEK & WALTHER, 1989).

-Plaisanciense. Mongardino, Piamonte, Italia (DEPAPE, 1912); Eurre, Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Villafrankiense. Maison Carrée, Argelia; Lago Ichkeul, Túnez (ARAMBOURG et al., 1953).

Finalmente, PAMALAREV (1981) cita a la especie que nos ocupa en el Oligoceno, Mioceno y Plioceno de Rumanía, Bulgaria y Georgia.

Familia *Betulaceae* S. F. Gray, 1821

La familia *Betulaceae* tradicionalmente se incluye dentro del orden *Fagales* (THORNE, 1973; CRONQUIST, 1981), aunque algunos autores como HICKEY & WOLFE (1975), la han considerado en un orden aparte.

Actualmente comprende 6 géneros que se distribuyen en dos subfamilias: *Betuleae* y *Coryleae* (CRANE, 1981; CRANE et al., 1990). La primera, que incluiría a los géneros *Alnus* Mill. y *Betula* L., presenta características más primitivas que la segunda, donde se incluyen el resto de los géneros (HALL, 1952; CRANE et al., 1990).

Según WOLFE (1973) y CRANE (1981), posiblemente esta familia evolucionara junto con *Fagaceae* antes del Maastrichtiense en la provincia *Aquilapollenites*. Quizás, a partir de algún grupo de angiospermas con polen del tipo *Normapolles*, puesto que se han hallado en la región anteriormente mencionada.

En los sedimentos ceretanos se ha detectado la presencia de 5 géneros de betuláceas, cuatro de ellos a partir de macro y microrrestos (*Alnus*, *Betula* y *Carpinus* L. y *Corylus* L.), y el restante a partir de macrorrestos (*Ostrya* Scop.).

Los granos de polen del género *Alnus* son los que presentan una mayor semejanza morfológica con los incluidos en las diferentes especies del grupo *Normapolles* (WOLFE, 1973). Los primeros restos referibles a *Alnus* son palinomorfos que datan del Santoniense y Campaniense del Japón (*Alnipollenites verus* MIKI) (MULLER, 1981; CRANE & STOCKEY, 1987; CRANE et al., 1990), comenzando el registro europeo a partir del Paleoceno Superior (MULLER, 1981). Actualmente, según HUTCHINSON (1967), está integrado por unas 14 especies extendidas por las zonas templadas del Hemisferio Norte y los Andes.

Los primeros registros del género *Betula* son palinomorfos datados como senonienses (MULLER, 1981; CRANE & STOCKEY, 1987; CRANE et al., 1990). Durante el Paleoceno llegó a extenderse ampliamente por el Hemisferio Norte (MULLER, 1981). Según HUTCHINSON (1967), éste habita hoy en día exclusivamente en el Hemisferio Norte, estando integrado por unas 40 especies.

El género *Carpinus* se detectó por primera vez durante el Paleoceno superior de Centro Europa a partir de granos de polen que fueron integrados en el género parataxónico *Carpinuspollenites* Krutzsch (MULLER, 1981). Restos foliares y frutos se han hallado a partir del Eoceno, en Kursk (Rusia), Siberia, Manchuria, Japón, Alaska, Oregon e Idaho (JENTYS-SZAFEROWA, 1958). El género *Carpinus* actualmente se encuentra integrado por unas 26 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte (HUTCHINSON, 1967).

El registro más antiguo del género *Corylus* son palinomorfos del Maastrichtiense de Escocia (MULLER, 1981). Restos foliares denominados como *C. macquarrii* (Forbes) Heer, *C. insignis* Heer y *Corylites hebridicus* Seward & Holtum, están ampliamente distribuidos en el Cretácico Superior y Paleoceno de Norteamérica, Groenlandia y Europa (CRANE, 1981), no obstante podrían pertenecer a otros géneros y otras familias. En el Paleoceno aparecen por primera vez nueces de *Corylus* (CRANE et al., 1990). El género *Corylus* está compuesto en la actualidad por unas 15 especies (HUTCHINSON, 1967), distribuidas por el Hemisferio Norte.

Finalmente, HEER (1868), citó el género *Ostrya* en el Eoceno de Atanekrdluk (Norte de Groenlandia), concretamente, a partir de involucros describió la especie *O. walkeri*. El registro polínico más antiguo procede del Eoceno superior y el Oligoceno de Francia (*Tricolporopollenites rhenanus* (Th.) Th. & Pf.), siendo este polen indistinguible del correspondiente al género *Ostryopsis* Denec (MULLER, 1981). El género *Ostrya* habita en la actualidad en el Hemisferio Norte, estando integrado por 7 especies.

MICRORRESTOS

Alnus sp.

(Lám. XIV, figs. 8, 9 y 10; Lám. XV, fig. 3a y b)

Esta forma de polen es referible a la especie parataxónica *Alnipollenites verus* R. Pot. que aparece en todos los afloramientos de la Cerdaña, a veces en gran cantidad.

A. verus se encuentra en los sedimentos terciarios del Eoceno al Plioceno (PLANDEROVÁ, 1990).

El género *Alnus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 4-5-6-zonoporados; aspidados; radialmente simétricos; isopolares; en vista

polar subcirculares, cuadrangulares, pentagonales o exagonales, con contorno plano o ligeramente cóncavo; en vista ecuatorial oblatos; E=31,8-24,5 μm ; P=18-13 μm ; poros vestibulados con 3,6-2,7 μm de luz; exina con grosores de 1-0,45 μm en los mesocolpios y 3,4-2,9 μm alrededor de los poros; endoaperturas tipo poro conectadas con las exoaperturas; aperturas conectadas por arcos; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie psilada o algo granulada al M.O., al M.E.B formada por pequeños canales a modo de rúgulas sobre cuya superficie se disponen pequeños y escasos elementos escábridos (Lám. XV, fig. 3b).

***Betula* sp.**

(Lám. XV, fig. 8)

Palinomorfos asignables a este género se han hallado en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referibles a la especie parataxónica *Betullaepollenites betuloides* (Pf.) Nagy.

Según NAGY (1985), esta paraespecie es típico elemento arctoterciario, encontrándose bien representado en Hungría en el Egeriense, Sarmatiense y, especialmente, en el Pannoniense, donde es abundante en formaciones de costa.

El género *Betula* presenta una dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; aspidados; radialmente simétricos; en vista polar triangular o subcirculares con contorno usualmente plano; en vista ecuatorial oblatos; E=32,7-20 μm ; P=20-18 μm ; poros vestibulados de 2,72-1,8 μm de luz; exina con alrededor de 1 μm de grosor tanto en los mesocolpios como alrededor de los poros; téctum completo; superficie psilada al M.O.

***Carpinus* sp.**

(Lám. XV, fig. 7)

Este género se encuentra representado en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de San Salvador, siendo identificable con la especie parataxónica *Carpinites carpinoide*s Pf., y con el tipo *C. orientalis* Mill.

NAGY (1985), calificó a este género como elemento arctoterciario, el cual se encuentra en los sedimentos de todo el Neógeno de Europa. En Hungría aparece en el

Egeriense, no estando representado durante largos periodos en este país, cuando las temperaturas fueron más altas.

El género *Carpinus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-(4)-zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; subcirculares con contorno plano o ligeramente convexo en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; E=38-30 μm ; poros de 3,6-3 μm de luz; exina $\approx 1 \mu\text{m}$, presentando el mismo grosor en los mesocolpios que en los poros; téctum completo; superficie psilada al M. O.

***Corylus* sp.**

(Lám. XV, figs. 5 y 6)

Este tipo de polen, citado por primera vez en el Mioceno Superior de la Cerdaña, es referible a la paraespecie *Triporopollenites coryloides* Pf., que se encuentra en todos los afloramientos estudiados.

T. coryloides se ha encontrado en el Badeniense y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

El género *Corylus* presenta una dispersión anemófila de su palinomorfo.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; radialmente simétricos; isopolares; subcirculares o triangulares con contorno plano o convexo en vista polar; elípticos en vista ecuatorial; E=31,8-26 μm ; P=22-20 μm ; poros operculados de 2,27-1,7 μm de luz; exina de $\approx 1 \mu\text{m}$, presentando el mismo grosor en los mesocolpios que en los poros; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie psilada o granulada al M.O y ligeramente equinulada al M. E. B.

MACRORRESTOS

***Alnus occidentalis* RÉROLLE, 1884-1885**

(Figs. 38 y 39; Lám. XIV, figs. 6, 7, 11 y 12)

- * 1884-1885 - *Alnus occidentalis*, RÉROLLE, págs. 252-256, lám. IV, figs. 4-8.
- 1884-1885 - *Quercus denticulata*, RÉROLLE, págs. 267-268, lám. IX, fig. 4.
- 1888 - *Quercus denticulata*, SAPORTA, pág. 171.
- 1945 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 334, 347.

- 1945 - *Alnus occidentalis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1945 - *Quercus denticulata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1950 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1950 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1950 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1951 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1951 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 44, lám. XVI, fig. 3.
 1955 - *Alnus kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 67-68, lám. XXI, figs. 2-4.
 1955 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 68-69, lám. XXII, figs. 1-6.
 1955 - *Alnus prisca*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 69-70, lám. XXIII, figs. 1-2.
 1955 - *Cotoneaster* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 122-123, lám. XLVI, fig. 7.
 1955 - *Populus mutabilis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 92-93, lám. XXIX, fig. 6.
 1955 - *Populus primigenia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 93-94, lám. XXIX, fig. 4.
 1955 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 78.
 1955 - *Ulmus braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97, lám. XXX, fig. 4.
 1955 - *Zanthoxylon juglandinum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 143-144, lám. XLV, fig. 5.
 1958 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 139.
 1974 - *Alnus ducalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 25, lám. II, figs. 2a-2b.
 1974 - *Alnus kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 21-23, lám. I, figs. 1f-1g.
 1974 - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, págs. 23-24, lám. I, fig. 1h.
 1974 - *Alnus* cf. *prisca*, SANZ DE SIRIA, págs. 25-27, lám. II, fig. 2c.
 1977 - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus prisca*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus stenophylla*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, págs. 46, lám. 1.
 1980b - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, pág. 9, lám. I, fig. 7a.
 1980b - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 9-10, lám. I, fig. 8a.
 1980b - *Alnus prisca*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 9a.
 1980b - *Alnus stenophylla*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. 10a.
 1981 - *Alnus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus kefersteinii*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus occidentalis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Alnus prisca*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557, 559.
 1981 - *Alnus rotundata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus stenophylla*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Quercus denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus kefersteinii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus occidentalis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus rotundata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Quercus denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1988 - *Alnus occidentalis*, AGUSTÍ et al., pág. 162, fig. 139.
 1988 - *Alnus occidentalis*, GÓMEZ-ALBA, pág. 33, lám. 16, fig. 6.

Material

Se han estudiado 312 ejemplares de la especie que nos ocupa en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada. Estos especímenes se han encontrado en muy diferente estado de conservación, hallándose algunos francamente deteriorados y otros en estado excelente. Se han analizado tres tipos diferentes de restos que corresponden a las siguientes siglas de inventario:

-Restos foliares:

CA-8951-1, CA-8951-2, CA-8951-3, CA-8959-1, CA-8959-2, CA-8959-3, MGBG-A-14, MGBG-A-44, MGBG-A-46, MGBG-A-127, MGBG-A-128, MGBG-A-131, MGBG-A-165, MGBG-A-196, MGBV-9010, MGBV-9455, MGBV-9492, MGBV-9495, MGBV-9686, MGBV-9690, MGBV-9696, MGBV-9713, MGBV-9716, MGBV-9720, MGBV-

9721, MGBV-9723, MGBV-9733, MGBV-9737, MGBV-9745, MGBV-9769, MGBV-9771, MGBV-9775, MGBV-9778, MGBV-9787, MGBV-9792, MGBV-9797, MGBV-9800, MGBV-9806, MGBV-9807, MGBV-9809, MGBV-9810, MGBV-9872, MGBV-9884, MGBV-10034, MGBV-10038, MGBV-10056, MGBV-10057, MGBV-10058, MGBV-10059, MGBV-10062, MGBV-10068, MGBV-10077, MGBV-10078, MGBV-10080, MGBV-10081, MGBV-10083, MGBV-10085, MGBV-10105, MGBV-10141, MGBV-10143, MGBV-10165, MGBV-10491, MGBV-10501, MGBV-10502, MGBV-10503, MGBV-10507, MGBV-10509, MGBV-10521, MGBV-10528, MGBV-10556, MGBV-10557, MGBV-10568, MGM-455M 2, MGM-351M, MGM-421M, MGM-438M, MGM-445M, MGM-453M, MGM-479M, MGM-491M, MGM-493M, MGM-494M, MGM-495M, MGM-496M, MGM-499M, MGM-806M, MGM-974M, MGM-1039M, MGM-1053M, MGM-1054M, MGM-1055M, MGM-1056M, MGSB-4036, MGSB-21770, MGSB-31195, MGSB-31196, MGSB-31385, MGSB-36197, MGSB-40402, MGSB-40405, MGSB-40412, MGSB-40429, MGSB-40435, MGSB-48113, MGSB-48115, MGSB-48116, MGSB-48136, MGSB-48137, MGSB-48139, MGSB-48140, MGSB-48141, MGSB-48142, MGSB-48144, MGSB-48164, MNCNV-254, MNCNV-284, MNCNV-307, MNCNV-315, MNCNV-318, MNCNV-325, MNCNV-326, MNCNV-328, MNCNV-335, MNCNV-339, MNCNV-348, MNCNV-358, MNCNV-367, MNCNV-704, MNCNV-708, MNCNV-735, MNCNV-737, MNCNV-739, MNCNV-746, MNCNV-764, MNCNV-768, MNCNV-779, MNCNV-841, MNCNV-828, MNCNV-829, MNCNV-830, MNCNV-841, MNCNV-858, MNCNV-880, MNCNV-898, MNCNV-918, MNCNV-947, MNCNV-954, MNCNV-970, MNCNV-994, MNCNV-1002, MNCNV-3028, MNCNV-3094, MNCNV-3558, MNCNV-3559, MNCNV-3560, MNCNV-3565a, MNCNV-3565b, MNCNV-3577, MNCNV-3580, MNCNV-3587, MNCNV-3588, MNCNV-3589, MNCNV-3590, MNCNV-3592, MNCNV-3595, MNCNV-3597, MNCNV-3601, MNCNV-3602, MNCNV-3603, MNCNV-3613, MNCNV-3625, MNCNV-3627, MNCNV-3634, MNCNV-3638, MNCNV-3639, MNCNV-3656, MNCNV-3661, MNCNV-3684, MNCNV-4250, MNCNV-4342, MNCNV-4344, MNCNV-4345, MNCNV-4346, MNCNV-4347, MNCNV-4348, MNCNV-4349, MNCNV-4354, MNCNV-4355, MNCNV-4356, MNCNV-4357, MNCNV-4358, MNCNV-4359, MNCNV-4360, MNCNV-4361, MNCNV-4365, MNCNV-4366, MNCNV-4367, MNCNV-4368, MNCNV-4369, MNCNV-4370, MNCNV-4371, MNCNV-4372, MNCNV-4373, MNCNV-4374, MNCNV-4375, MNCNV-4377a, MNCNV-4377b, MNCNV-4378, MNCNV-4379, MNCNV-4380, MNCNV-4381, MNCNV-4383, MNCNV-4384, MNCNV-4386, MNCNV-4387, MNCNV-4388, MNCNV-4389, MNCNV-4390, MNCNV-4391, MNCNV-4392, MNCNV-4393, MNCNV-4395, MNCNV-4396, MNCNV-4397, MNCNV-4398, MNCNV-4400, MNCNV-4401, MNCNV-4402, MNCNV-4411, MNCNV-4428, MNCNV-4447, MNCNV-4603, MNCNV-4707, MNCNV-4749, MNCNV-4836, MNCNV-4841, MNCNV-4842, MNCNV-4843, MNCNV-4844, MNCNV-4845, MNCNV-4846, MNCNV-4847, MNCNV-4848, MNCNV-4849, MNCNV-4850, MNCNV-4851, MNCNV-4852, MNCNV-4853, MNCNV-4855, MNCNV-4856, MNCNV-4857, MSB-47029, MSB-47032, MSB-47036, MSB-48113, MSB-48115, MSB-48116, MSB-40405, MSB-40412, MSB-40429, MSB-481136, MSB-481137, MSB-481138, MSB-481139, MSB-481141, MSB-481142, MSB-481143, MSB-481144, UCM-BED-007, UCM-BII-002, UCM-CBII-8, UCM-CCS-32, UCM-CCS-34, UCM-CCS-41, UCM-CCS-54, UCM-CCS-60, UCM-CCS-65, UCM-CCS-72, UCM-CCS-78, UCM-CCS-82, UCM-CCS-86, UCM-CS-007, UCM-CS-011, UCM-CSE-4, UCM-CTV-006, UCM-CTV-014, UCM-CTV-41.

-Amentos femeninos:

CA-8952-1, CA-8952-2, CA-8952-3, MGBV-11720, MGSB-48135, MGSB-48140, MNCNV-253, MNCNV-779, MNCNV-3097, MNCNV-3567, MNCNV-3570, MNCNV-4364, MNCNV-4385, MNCNV-4681, MNCNV-4815, UCM-BII-001.

-Amentos masculinos:

MGBV-10499, MNCNV-3095, MNCNV-4351, MNCNV-4352, MNCNV-4353, MNCNV-4362, MNCNV-4363, MNCNV-4382, MNCNV-4713.

Esta especie aparece de forma abundante en todos los afloramientos de la zona. Además, MENÉNDEZ AMOR (1955), la citó en Padró y en Alp; y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), en una localidad sin determinar entre Puigcerdá y la Seo de Urgel.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

A. foliis saepius longe et gracile petiolatis, polymorphis, elliptico-oblongis v.

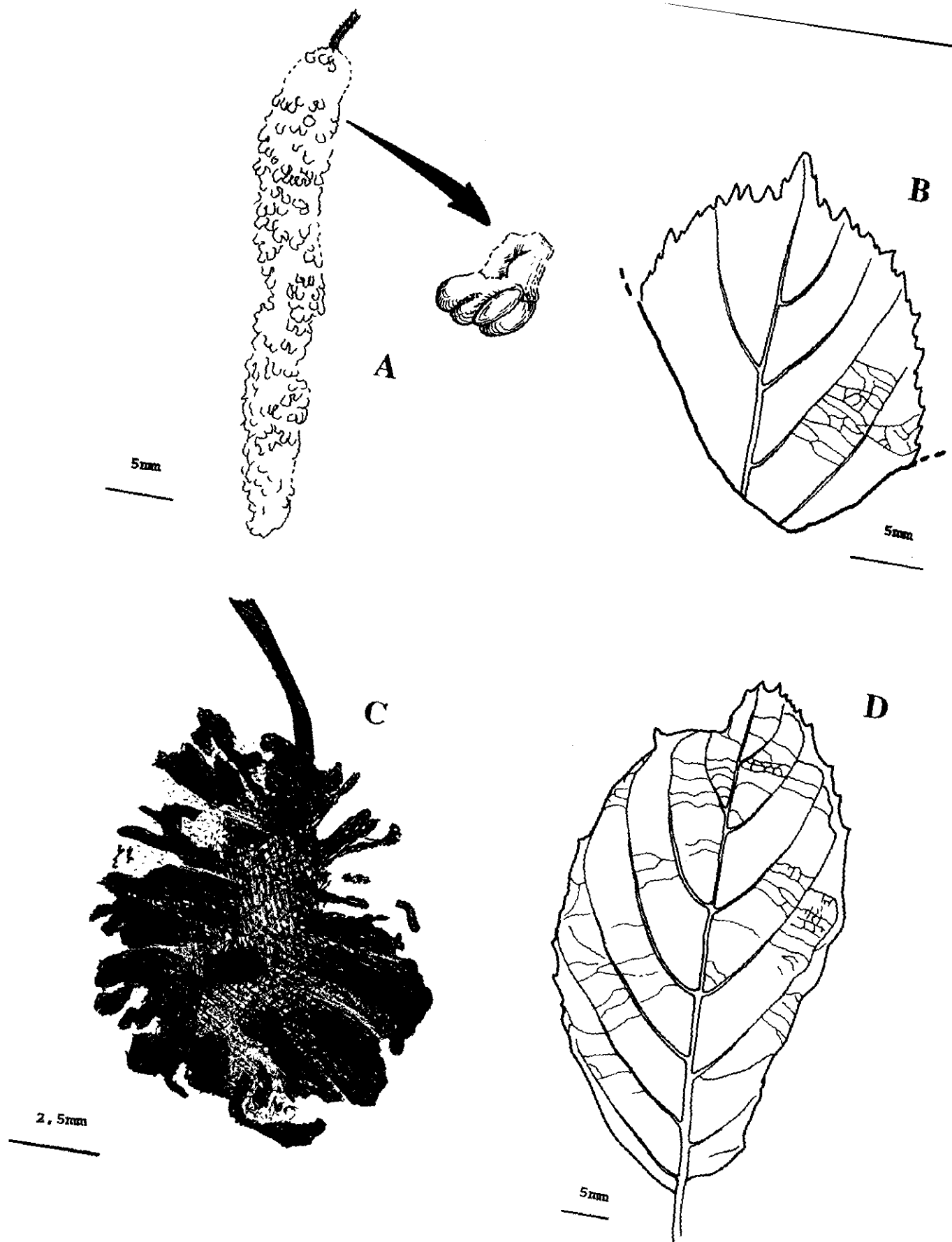


Fig. 38. *Alnus occidentalis*:
 A) MNCNV-4713. B) MNCNV-4390. C) MNCNV-4385. D) MNCNV-4384

suborbicularibus, basi rarius subcordatis v. cordatis, margine tenuiter denticulatis; nervis secundariis utrinque 8-10, plus minus curvatis, furcatis v. breviter ramosis; strobilis oblongis, squamis crassis, pedunculis longis robustique.

Descripción del material

Presenta hojas largamente pecioladas (pecíolo de hasta 3 cm); limbo casi siempre elíptico (Fig.38d), existiendo ejemplares orbiculares (Fig. 39) y obovados; longitud del limbo: 7,4-1,3 cm; anchura máxima del limbo: 4,2-0,9 cm; distancia de la zona de máxima anchura

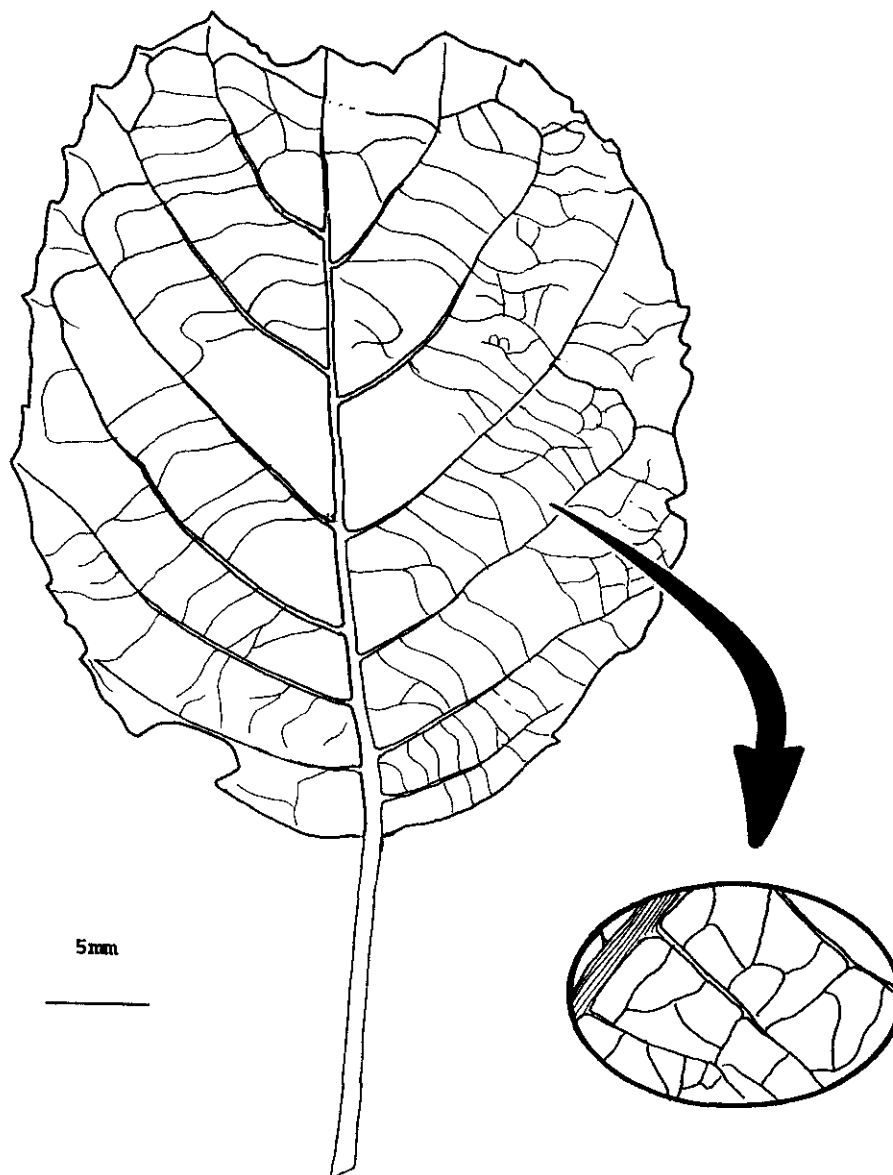


Fig. 39. *Alnus occidentalis* MNCNV-4371

a la base del limbo: 3,5-0,6 cm; ápice agudo, acuminado (Fig. 38b) o emarginado, en algunas ocasiones aparece emarginado con acumen la vez; base cuneada, obtusa o circular; margen aserrado irregularmente; dientes del margen atenuados en la zona basal; nerviación semilazada o curvipinnada simple; nervios secundarios en número de 4-6 pares, curvados abruptamente en su zona apical uniéndose con el nervio secundario inmediatamente superior; ramificaciones de los nervios secundarios en su parte apical, éstas terminan en los dientes del margen; ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$, siendo $>45^\circ$ en la zona más basal; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho y ahorquillado y formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Amentos femeninos esféricos o algo piriformes (Fig. 38c; Lám. XIV, fig. 12), con aspecto de pequeñas piñas, se colectan agrupados en conjuntos de 2 ó 3 ejemplares o aislados; seguramente se encontraban fuertemente lignificados; diámetro: 2-1,1 cm; pedúnculo largo (hasta 5 cm); escamas subdeltoideas, engrosadas en su ápice.

Amentos masculinos pedunculados, alargados y cilíndricos (Fig. 38a; Lám. XIV, fig. 11); longitud: 5-4 cm; anchura: 0,6-0,3 cm; longitud del pedúnculo: 0,7-0,2 cm; amentos más delgados hacia la parte apical; tanto en su zona apical como en su zona basal parecen redondeados; se encuentran cubiertos de escamas aovadas, gruesas, imbricadas, quizás dispuestas helicoidalmente; estambres con anteras indivisas.

Observaciones

Esta especie fue descrita por RÉROLLE (1884-1885), basándose en impresiones de restos foliares y amentos femeninos que, como ya hemos indicado, no se encuentran en conexión orgánica. En este trabajo se describen por primera vez en la Cerdaña amentos masculinos, los cuales tampoco se encuentran en conexión orgánica con los demás restos obtenidos. Se han asignado todos estos ejemplares a *A. occidentalis* ya que en los afloramientos de la Cerdaña no se ha hallado otra especie de aliso.

RÉROLLE (1884-1885), tras describir los restos foliares, expresó que variaban mucho de forma y dimensiones. Más adelante MENÉNDEZ AMOR (1951, 1955), SANZ DE SIRIA (1974, 1977, 1980a), ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), sin tener en cuenta la apreciación de RÉROLLE, citan de forma errónea en la Cerdaña las especies *A. ducalis* Gaud., *A. gracilis* Ung., *A. kefersteinii* (Goepp.) Ung., *A. prisca* Sap.,

A. rotundata Goepp. y *A. stenophylla* Sap. et Mar., a partir de ejemplares asignables a la especie que estamos estudiando.

RÉROLLE (1884-1885), describió a partir de un resto foliar de *A. occidentalis* la nueva especie *Quercus denticulata*, que consecuentemente, no debe considerarse válida desde un punto de vista taxonómico. Un resto foliar semejante al figurado por el autor anteriormente mencionado como *Q. denticulata* es el MNCNV-4360 (Lám. XIV, fig. 7).

MENÉNDEZ AMOR (1955), citó de forma errónea a partir de restos foliares de *A. occidentalis* los taxones: *Cotoneaster* sp., *Populus mutabilis* Heer, *Populus primigenia* Sap. y *Zanthoxylon juglandinum* Al. Br.; y a partir de un estróbilo femenino *Ulmus braunii* Heer.

Especies de alisos fósiles con alguna semejanza a la especie que nos ocupa son:

- *A. acutidens* Boul., especie descrita a partir de restos foliares deteriorados (ninguno conserva el ápice) procedentes del Plaisanciense de Thèziers (BOULAY, 1890). Esta especie presenta una nerviación semejante a la de *A. occidentalis*.

- *A. stenophylla* Sap. & Mar. del Mioceno Superior y Plioceno de Joursac, Vacquieres y Thèzier (MARTY, 1903). Se diferencia de *A. occidentalis* por presentar el ápice a la vez emarginado y acuminado. Esta especie según KNOBLOCH (1969), debe ser considerada sinónima de *A. ducalis* (Gaud.) Knobloch.

RÉROLLE (1884-1885), señala que *A. occidentalis* debería relacionarse con *A. sporadum* Ung. y *A. sporadum* var. *phocæensis* Sap. Tras estudiar los restos foliares y los amentos femeninos colectados en la Cerdaña llegamos a la conclusión de que esta apreciación no es válida, ya que las dos especies anteriormente citadas presentan amentos femeninos muy grandes, y hojas con dientes del margen regularmente dispuestos, 8-12 pares de nervios secundarios y peciolo más corto que la especie ceretana (SAPORTA, 1867, 1891).

Algún ejemplar asignable a *A. rotundata* Goepp., podría compararse a la especie que nos ocupa, pero usualmente ésta se encuentra con hojas lanceoladas (HANTKE, 1954).

A diferencia de RÉROLLE (1884-1885) y de MENÉNDEZ AMOR (1955), que encuentran semejanzas entre *A. occidentalis* y la especie actual *A. cordata* Desf., hemos observado que estas especies desde un punto de vista morfológico no tienen nada en común pues la actual presenta hojas pseudocoriáceas, dentición marginal regular y amentos femeninos de gran tamaño, características que no posee la especie de la Cerdaña. *A. occidentalis* ha sido también comparada con la especie actual *A. glutinosa* (L.) Gaertn. Hay que destacar que presentan semejanzas en los estróbilos ya que parecen tener el mismo tamaño y estructura,

pero no en sus hojas, ya que la especie actual, a diferencia de *A. occidentalis*, presenta un alto número de nervios secundarios y una nerviación rectipinnada.

Pensamos que *A. occidentalis* se encuentra estrechamente relacionado con algunas de las especies de alisos que habitan hoy en día Asia Menor, destacando a *A. orientalis* Dec. y muy especialmente a *A. barbata* C. A. Mey., la cual posee amentos y morfologías foliares idénticas a las de la especie que nos ocupa.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

***Betula insignis* Gaudin, 1858**

(Figs. 40 y 41; Lám. XV, fig. 1 y 2)

- * 1858 - *Betula insignis*, GAUDIN & STROZZI, pág. 39, lám. X, figs. 1-2.
- 1870-1872 - *Betula insignis*, SCHIMPER, pág. 572.
- 1884-1885 - *Betula speciosa*, RÉROLLE, págs. 187-191, lám. IV, figs. 1-3.
- 1945 - *Betula speciosa*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1950 - *Betula speciosa*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Betula speciosa*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Betula speciosa*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 66-67.
- 1958 - *Betula macrophylla*, GRANGEON, págs. 49-50.
- 1977 - *Betula cuspidens*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980b - *Betula cuspidens*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 13a.
- 1981 - *Betula cuspidens*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Betula prisca*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Betula speciosa*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Betula prisca*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - *Betula speciosa*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1986 - *Betula insignis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 12-13, lám. 7, figs. 1-4.
- 1987 - *Betula insignis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 162-163, lám. I, fig. 1.

Material

Únicamente se han colectado 6 impresiones foliares en buen estado de conservación en los afloramientos de Beders, San Salvador y camino de Balltarga a Bor: CIQ-023, CV-2728, MNCNV-345, MNCNV-926, MNCNV-4503, MNCNV-4501.

Se han hallado un conjunto de 10 frutos como impresiones en excelente estado de conservación en todos los afloramientos con macroflora estudiados: MGBV-10262, MGBV-10271, MGBV-10279, MNCNV-3045, MNCNV-3096, MNCNV-4429, MNCNV-4492, MNCNV-4493, MNCNV-4494, MNCNV-4496.

Diagnosis sic. SCHIMPER, 1870-1872

Foliis magnis, membranaceis, late subcordato-ovatis, sat longe acuminatis, inæqualiter dentatis, dentibus acutis, majoribus nervis secundariis correspondentibus, minoribus nervis terciariis, nervis secundariis utrinque circites 12, inferioribus oppositis, dubus infimis ramis extus marginem patentes emittentibus, cæteris solo apice, nervulis curvato-transversis.

Descripción del material

Hojas largamente pecioladas (pecíolo de 0,6-3,45 cm); forma elíptica lanceolada u ovada; longitud del limbo: 8-4 cm; anchura máxima del limbo: 7,2-2,56 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base del limbo: 3,05-1 cm; ápice de agudo a atenuado; base asimétrica, plana o redondeada; margen irregularmente aserrado, existiendo dientes más desarrollados en donde terminan los nervios secundarios; nerviación rectipinnada simple; 8-9

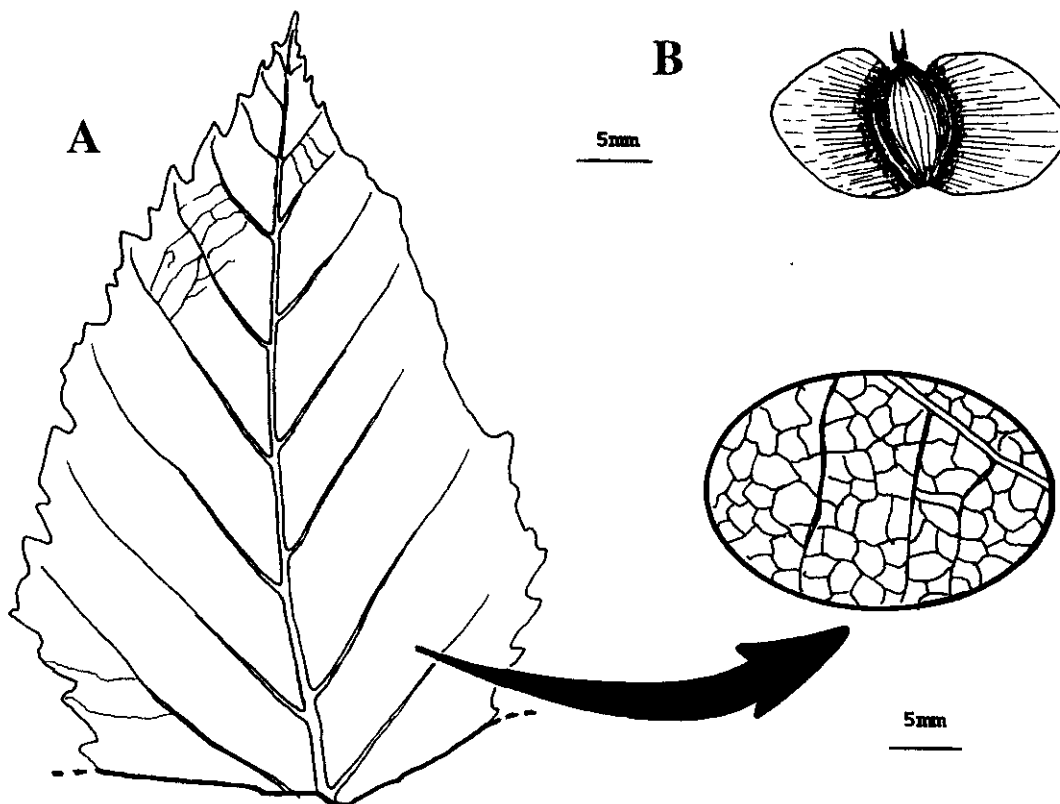


Fig. 40. *Betula insignis*:
A) MNCNV-4510 B) MNCNV-4492

pares de nervios secundarios con curso derecho, ramificándose en su ápice (las ramificaciones

acaban en los dientes de menor tamaño del margen); ángulo de divergencia de aproximadamente 45°; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nervios de menor rango reticulados ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

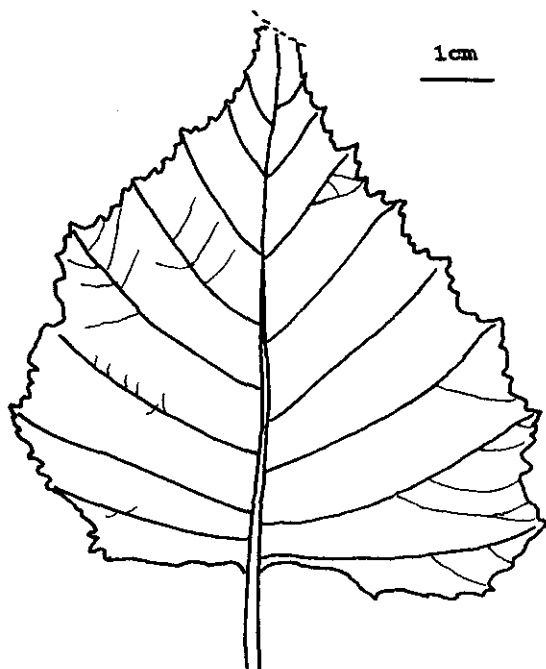


Fig. 41. *Betula insignis* CJK-023

Frutos bialados (Lám. XV, fig. 2), samaroideos, con 4,88-1,5 mm de longitud y 2-1,88 mm de anchura, coronados por estilos divergentes de 0,21 mm de longitud; semilla estrechamente ovoidea de menor o igual tamaño que las alas, de 2,21-1,5 mm de longitud por 1,25-1 mm de anchura; alas anchas de 1,8-1,79 mm, con pequeñas estriaciones más o menos paralelas que convergen en el fruto, usualmente una algo más ancha que la otra, o de igual tamaño, longitud de las alas usualmente igual a la del fruto.

Observaciones

RÉROLLE (1884-1885), describió a partir de impresiones de hojas y frutos que no se hallaron en conexión orgánica, una nueva especie de abedul que relacionó con la especie del Himalaya *B. ulmifolia* Sieb. & Zucc., denominándola *B. speciosa*.

Los caracteres foliares diferenciales de esta especie son: peciolo largo, existencia de hojas con forma redondeada y denticulación del margen fuerte, faltando en la base. Sin embargo tanto RÉROLLE (1884-1885), como nosotros, hemos hallado ejemplares lanceolados y elípticos. Según MARTY (1903), ésto se debe a un manifiesto polimorfismo foliar que presenta el género.

RÉROLLE (1884-1885), dice que la especie descrita por él en el Mioceno Superior de la Cerdaña, se distingue bien de la especie de Armissant *B. dryadum* Brgt., por las características anteriormente mencionadas. Sin embargo, MENÉNDEZ AMOR (1955), considera a *B. speciosa* sin validez taxonómica, considerándola sinónima de *B. dryadum*, al opinar que la morfología foliar de esta especie es idéntica a la de los ejemplares ceretanos.

Esta autora cita otras tres especies en la Cerdaña a partir de restos foliares indeterminables o asignables a otros taxones.

B. dryadum parece no tener tampoco valor taxonómico, ya que bajo esta denominación en principio se describieron frutos procedentes de Armissant, y más adelante restos foliares de muy diferentes morfologías.

Tras el estudio de los tres restos foliares encontrados por nosotros en los afloramientos de la Cerdaña, hemos de destacar que no se ha hallado ningún ejemplar largamente peciolado, quizás el peciolo de éstos se encuentre roto. Tampoco nuestros ejemplares presentan un limbo redondeado, y su forma oval y lanceolada recuerda a las especies: *B. eliptica* Sap., de Manosque y Bois d'Asson (SAPORTA, 1867), aunque esta especie presenta un peciolo muy largo y forma estrecha lanceolada, y sobre todo a *B. insignis* de Armissant, Charay y Val'd Arno (Francia)(GRANGEON, 1958) y Likudi (Grecia) (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986, 1987), especie idéntica a la hallada en la Cerdaña. Por lo cual, pensamos que los restos foliares asignables al género *Betula* que se colectan en los afloramientos ceretanos deben ser asignados a la última especie mencionada, siendo *B. speciosa* sinónima de ella.

Debemos señalar que SANZ DE SIRIA (1980a), cita en nomenclatura abierta un resto foliar asignable al género *Betula* procedente de la mina de Sanavastre, que quizás pudiera ser relacionado con la especie que nos ocupa.

Los frutos colectados aparecen en mucha mayor proporción que las hojas, siendo abundantes en algunos afloramientos como el de San Salvador, torrente de Vilella y barranco de Salanca. Éstos son idénticos a los descritos bajo diferentes denominaciones por UNGER (1847), en Bilin (Bohemia), GRANGEON (1958), en Charay y GIVULESCU & OLOS (1973), en Chiuzbaia (Transilvania). Pensamos, al igual que RÉROLLE (1884-1885), que pudieran ser los frutos de la especie descrita a partir de los restos foliares, por lo cual los hemos incluido en ella.

Esta es la primera vez que se cita *B. insignis* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario peninsular.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Aquitaniense. Armissant, Francia (SCHIMPER, 1870-1872).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977), la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Mont Charay, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

-Mioceno Superior. Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

***Carpinus grandis* Unger, 1850 emend. Heer, 1856**

(Fig. 42; Lám. XIV, fig. 1)

- 1850 - *Carpinus grandis*, UNGER, págs. 408-409.
- 1855 - *Carpinus* sp., GOEPPERT, págs. 19-20, lám. V, figs. 4-6.
- * 1856 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 40-42, lám. LXII, figs. 12-13, 15-15b.
- 1856 - *Carpinus producta*, KOVÁTS, págs. 24, lám. IV, fig. 5.
- 1859 - *Carpinus ovidii*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 210, lám. XVIII, fig. 9.
- 1867 - *Carpinus grandis*, STUR, págs. 157-158, lám. IV, fig. 3.
- 1870-1872 - *Carpinus grandis*, SCHIMPER, págs. 589-591.
- 1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, fig. 15.
- 1903 - *Carpinus betulus*, MARTY, págs. 30-31, lám. IV, figs. 18-21.
- 1903 - *Carpinus pyramidalis*, MARTY, págs. 28-29, lám. IV, fig. 3.
- 1923 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, LAURENT & MARTY, págs. 31-32, lám. X, figs. 2-3.
- 1936 - *Carpinus betulus*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. A, figs. 13-14.
- 1939 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, MÁDLER, págs. 77-78, lám. 7, fig. 15.
- 1951 - *Carpinus betulus*, GRANGEON, pág. 80, pl-text. II, figs. 1, 3-4.
- 1958 - *Carpinus grandis*, JENTYS-SZAFEROWA, págs. 12-18, figs. 3-7, lám. I, figs. 12-13, lám. II, figs. A-F.
- 1959 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, pág. 89, lám. XXI, fig. 7.
- 1969 - *Carpinus grandis*, KNOBLOCH, págs. 78-79, fig. 182, lám. XXXV, fig. 7.
- 1973 - *Carpinus* sp. ex gr. *betulus*, GIVULESCU & OLOS, pág. 48, lám. XVIII, fig. 1-5; lám. XIX, fig. 14; lám. XX, fig. 12-31.
- 1978 - Type *Carpinus betulus*, ROIRON & VERNET, pág. 805-808, fig. 4 (2-9), fig. 5 (1-8), lám. I, figs. 1-2, 7.
- 1979 - *Carpinus betulus*, BALLESTIO et al., pág. 248, text-fig. 13, lám. I, fig. 20.
- 1980 - *Carpinus betulus*, BALDUZZI et al., pág. 5, lám. I, fig. 10.
- 1981 - *Carpinus betulus pliocenica*, ROIRON, págs. 29-35, lám. I, figs. 9-10.
- 1983 - *Carpinus betulus*, ROIRON, pág. 643, fig. 3, n° 10.
- 1990 - *Carpinus* sp. ex gr. *C. betulus*, GIVULESCU, págs. 67-68, lám. 4, fig. 1, lám. 28, figs. 11-12, lám. 35, fig. 3.
- 1991 - *Carpinus grandis*, HUMMEL, págs. 94-99, fig. 12, lám. 13, figs. 4, 4a, 6.

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar como compresión sin cutícula preservada. Éste fue colectado en el afloramiento del riu de Santa María, encontrándose en mal estado de conservación: MNCNV-s/n.

Diagnosis emed. sic HEER, 1856

C. foliis ellipticis, ovato-ellipticis et ovato-lanceolatis, argute duplicato-serratis, nervis secundariis 12-20, strictis parallelis.

Descripción de material

Involucro tricuspido con el lóbulo central muy desarrollado (1,8 cm de longitud por 0,86 cm de anchura). Se encuentra muy deteriorado y sólo conserva un lóbulo lateral de 0,8 mm, donde no ha quedado preservada la nerviación; márgenes del involucro lisos; ápice del

lóbulo central redondeado; nerviación posiblemente actinomorfa; nervio central del lóbulo medio robusto y de él salen nervios secundarios formando ángulos rectos y desarrollándose de forma broquiódroma; nerviación marginal formando lazos; nerviación de rango inferior reticulada al azar.

Observaciones

C. grandis es una especie parataxónica que engloba todos los restos morfológicamente idénticos a la especie actual *C. betulus*. En este trabajo sólo consideramos un fragmento de involucro, ya que las características de los restos foliares hallados no permiten su asignación a esta especie. Esta es la primera vez que se indica la presencia de *C. grandis* en el Mioceno Superior de la Cerdaña a partir de un involucro. Ésta también es la primera vez que se cita en la depresión ceretana a esta especie de una forma fidedigna, ya que anteriormente lo había sido a partir de restos foliares que podían ser asignados a otros taxones.

Existe registro paleontológico de este tipo de involucro desde el Oligoceno superior (Bérard, Norte de Bohemia) hasta el Cuaternario (ROIRON & VERNET, 1978; ROIRON, 1981; FOLLIERI, 1979). Parece lógico pensar que esta especie diera lugar a la actual *C. betulus* L.

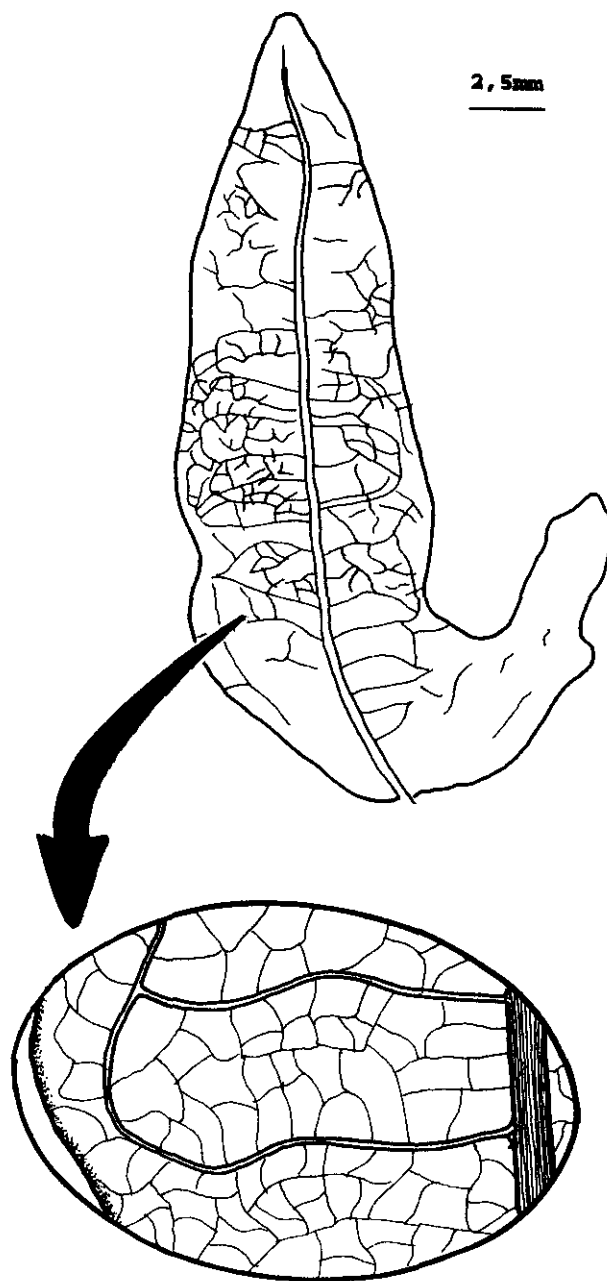


Fig. 42. *Carpinus grandis* MNCNV s/n

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Monod, Suiza (HEER, 1956).
 - Oligoceno superior.** Bérard, Norte de Bohemia, Checoslovaquia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Aquitaniense.** Eriz, Suiza (HEER, 1856).
 - Mioceno Inferior.** Zschipkau, Basse Lusace, Senftenberg, Alemania (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Mioceno Medio.** Zalesce, Polonia; Saly, Hungría; Leoben, Alemania; Thalheim, Transylvania, Rumanía (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Sarmatiense.** Erdöbénye, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
 - Vallesiense.** la Cerdaña, Lérida, España.
 - Messiniense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Carbonara Scrivia, Italia (BALDUZZI et al., 1980).
 - Pontiense.** La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).
 - Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855); Sosnica, Wroclaw, Polonia (ŁANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Arjuzanx, Las Landas, Francia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plioceno Inferior.** Viena, Austria; Schossnitz, Silesia, Checoslovaquia; Varennes, Puy-de-Dôme, Francia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plioceno medio.** Kroscienko, Polonia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plaisanciense.** Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).
- Además *C. grandis* se encuentra citado en el Plioceno de: Frankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).
 - Villafranquiense.** Ceyssac, Cantal, Francia (GRANGEON, 1951).

***Carpinus neilreichii* Kováts, 1856**

(Fig. 43; Lám. XVI, fig. 2)

- * 1856 - *Carpinus neilreichii*, KOVÁTS, pág. 23-24, lám. IV, figs. 1-2.
1863 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, págs. 50-51, lám. IV, fig. 7b-c.
1867 - *Carpinus neilreichii*, STUR, pág. 159.
1870-1872 - *Carpinus neilreichii*, SCHIMPER, págs. 594.
1884-1885 - *Carpinus grandis*, RÉROLLE, págs. 257-258, lám. IV, fig. 10.
1887 - *Carpinus neilreichii*, BOULAY, pág. 16.
1891 - *Carpinus heeri*, SAPORTA, págs. 56-57, lám. XV, fig. 6.
1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, figs. 12-14, 16.
1892 - *Carpinus orientalis*, BOULAY, págs. 56-57, lám. III, figs. 5-7.
1903 - *Carpinus orientalis*, MARTY, págs. 29-30, lám. IV, figs. 5-6.
1953 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, pág. 310, text-lám. I, figs. 16-18.
1958 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, págs. 67, lám.-text. V, figs. 14-16.
1958 - *Carpinus neilreichii*, JENTYS-SZAFEROWA, pág. 22, figs. N3-N5, lám. II, fig. 6.
1959 - *Carpinus neilreichii*, ANDREÁNSZKY, pág. 90, lám. XXII, figs. 7-8.
1963 - *Carpinus orientalis*, TRALAU, pág. 60.
1969 - *Carpinus kisseri*, KNOBLOCH, págs. 77-78, fig. 179-181, lám. XXXIII, fig. 3; lám. XXXV, figs. 3,6.
1973 - *Carpinus* sp. ex gr. *orientalis*, GIVULESCU & OLOS, págs. 48-49, lám. XVIII, fig. 8, 10-12; lám. XX, fig. 42-60.
1976 - *Carpinus orientalis*, ILDEFONSE et al., pág. 700.
1978 - Type *Carpinus orientalis*, ROIRON & VERNET, págs. 808-810, fig. 7 (5-13), fig. 8 (1-10), lám. 1, figs. 3-6.
1979 - *Carpinus orientalis*, BALLESTIO et al., pág. 249, text-fig. 14, lám. 2, figs. 14-16.
1981 - *Carpinus* cf. *neilreichii*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
1981 - *Carpinus* cf. *neilreichii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
1981 - *Carpinus orientalis*, ROIRON, págs. 29-31, 34-35, lám. I, figs. 7-8.
1981 - *Carpinus kisseri*, UNGER, pág. 54, lám. 10, fig. 233.
1983 - *Carpinus orientalis*, ROIRON, pág. 693, fig. 3, n° 7-9.
1989 - *Carpinus neilreichii* group, PAMALAREV, pág. 97.
1990 - *Carpinus* sp. ex gr. *C. orientalis*, GIVULESCU, págs. 69-70, lám. 4, fig. 3, lám. 26, fig. 13, lám. 27, figs. 8, 11.

Material

Un sólo involucro, preservado como impresión, muy deteriorado, procedente del afloramiento de Beders: MNCNV-4509.

Diagnosis original (KOVÁTS, 1856)

C. involucro fructifero ovato, inaequaliter serrato, subangulato, indiviso, nervis majoribus sub. 7 validis e puncto baseos radiatim ortis, nervis secundariis transversim reticulatis, nucula ovata. Longit. 1½-2½ centim., latit. 1-1½ centim.; nukul. circ. 4 millim. Foliis ovato-oblongis acutis, membranaceis acute serrulatis, nervis secundariis sub angulo 40-50° ortis simplicibus rectis in marginem exeuntibus. Longit. circ. 4 cent., latit. 2 centm.

Descripción del material

Involucro fragmentado que conserva 6x6,6 mm de su parte inferior. De la zona más basal de este fragmento, parten de forma radial 8 nervios. Existe una nerviación de rango inferior que se dispone entre estos 8 nervios, reticulada ortogonalmente.

Observaciones

La especie *C. neilreichii* fue señalada por RÉROLLE (1884-1885), en la Cerdaña a partir de involucros que incluyó junto con un conjunto de hojas dentro de la especie *C. grandis*, que como hemos indicado anteriormente, debe compararse con *C. betulus*.

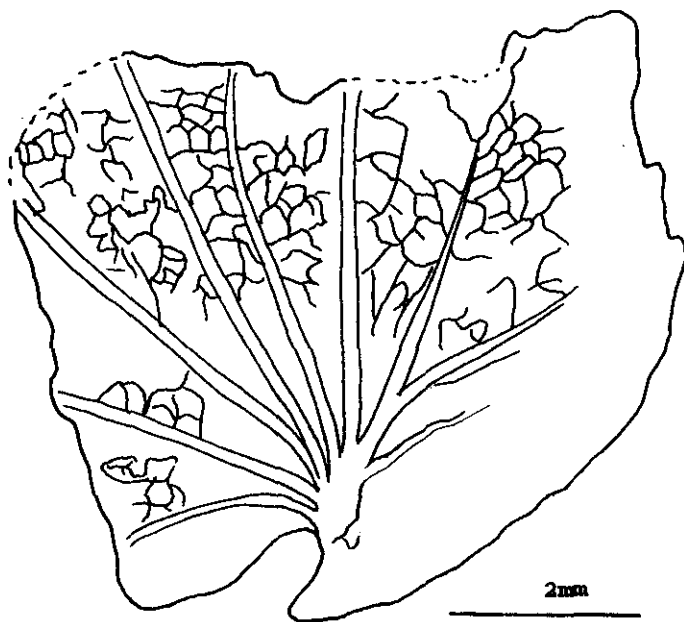


Fig. 43. *Carpinus neilreichii* MNCNV-4509

Posteriormente ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), mencionan con duda esta especie sin indicar qué tipo de resto analizan. Estos datos fueron posteriormente recogidos por KNOBLOCH (1992).

C. neilreichii es una especie parataxónica que engloba restos macroscópicos morfológicamente comparables con la especie actual *C. orientalis*.

En la Península Ibérica hay datos de *C. cf. orientalis* a partir de macrorrestos en el Aragoniense inferior de la región de Lisboa-Almada y en el Vallesiense de la Cuenca de Ribatejo (PAIS, 1986), pero sin indicar qué tipo de resto fue colectado. Esta es la primera cita de *C. neilreichii* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Existen datos de la presencia de *C. neilreichii* a partir de sus involucros desde el Oligoceno inferior hasta el Pleistoceno Superior (ROIRON & VERNET, 1978; ROIRON, 1981). Parece ser que esta especie dio lugar a la actual *C. orientalis*.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Estampiense.** Saint Zacharie y Saint Jean de Gargier, Var, Francia (SAPORTA, 1863).
- Oligoceno superior.** Bérand, Norte de Bohemia, Checoslovaquia (ROIRON & VERNET, 1978).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1891).
- Burdigaliense.** Viena, Austria (BALLESIO et al., 1979).

- Mioceno Medio.** Wieliczka, Polonia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Sarmatiense.** Erdöbénye y Tállya, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959). **-Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
 - Pontiense.** Charay, Gourgouras, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).
 - Pannoniense.** Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Arjuzanx, Las Landas, Francia; Shang-Wang, Chan-tong, China (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Mio-Plioceno.** Mociar, Checoslovaquia; Maramurer, Rumanía (BALLESIO et al., 1979).
 - Plaisanciense.** Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia; Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia; Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922; GRANGEON, 1953).
- Además *C. neilreichii* se encuentra citado en el Plioceno de: Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983); Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault (ILDEFONSE et al., 1976; VERNET, 1981).
 - Villafranquiense.** Ceyssac, Francia (SAPORTA, 1873).

Además PAMALAREV (1989) citó *C. neilreichii* en el Oligoceno, Mioceno y Plioceno de Bulgaria, Grecia, Georgia, Moldavia y Ucrania.

Corylus sp.

(Lám. XV, fig. 4)

Material

Se trata de dos involucros preservados como impresiones en buen estado de conservación que se han colectado en el afloramiento de Coll de Saig: CIQ-006 y CIQ-007.

Descripción del material

Involucros preservados con la zona de abertura por donde se libera el fruto perpendicular al plano de exfoliación del sedimento; ≈2,5 cm de diámetro; la forma de estos ejemplares seguramente fue campanulada o urceolada; borde irregularente dentado o laciniado,

algunas de estas lacinias miden hasta 3 cm de longitud, encontrándose recorridas longitudinalmente por nerviaciones; diámetro de la zona en donde se situaba la nuez: 1 cm.

Observaciones

Este tipo de involucro es típico de las distintas especies del género *Corylus*; siendo *C. colurna* L., especie actual de los Balcanes y Península de Anatolia, y *C. avellana* L., de Europa y Asia Menor. Desgraciadamente, la carencia de los detalles del fruto, que no se conserva, no nos permite relacionar con claridad a estos involucros con una especie u otra, aunque parece que está algo más relacionado con *C. colurna*.

Hasta el momento no hemos hallado ninguna especie fósil con las características descritas, sin embargo el exíguo número de ejemplares estudiados, así como la falta del fruto ya comentada, nos impide una descripción más precisa de los ejemplares. Por esta razón, citamos esta especie en nomenclatura abierta.

Es la primera vez que se cita al género *Corylus* a partir de restos macroscópicos en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario ibérico.

Ostrya sp.

(Fig. 44; Lám. XVI, figs. 3 y 4)

Material

Se han hallado únicamente dos ejemplares. Se trata de dos involucros, uno de ellos con fruto, preservados como impresiones y hallándose en estado de conservación regular. El espécimen que no presenta fruto fue colectado en el afloramiento del torrente de Vilella (MNCNV-4512); el otro, en el del barranco de Salanca (MNCNV-4491).

Descripción del material

Involucros elípticos; zona basal redondeada; longitud del involucro: 2,4-0,53 cm; anchura máxima de los involucros: 5-2,4 mm; zona apical no preservada por rotura; márgenes lisos u ondulados; nacimiento de la nerviación en la zona más basal del involucro; aparición de los nervios en grupos de 2, 3 o aislados, dicotomizándose o ramificándose en su recorrido; curso de los nervios y sus ramificaciones casi paralelo recorriendo el involucro en toda su longitud (por rotura del ápice no podemos saber si estos nervios convergían en éste); en el ejemplar del barranco de Salanca aparecen unas ramificaciones perpendiculares a los nervios

que parecen unirlos; nerviación de rango inferior solamente observable en el ejemplar del barranco de Salanca, esta es reticulada al azar formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas; fruto con forma piriforme de 2,4 mm de longitud por 1,3 mm de anchura, presentando su parte más redondeada hacia la base del involucro.

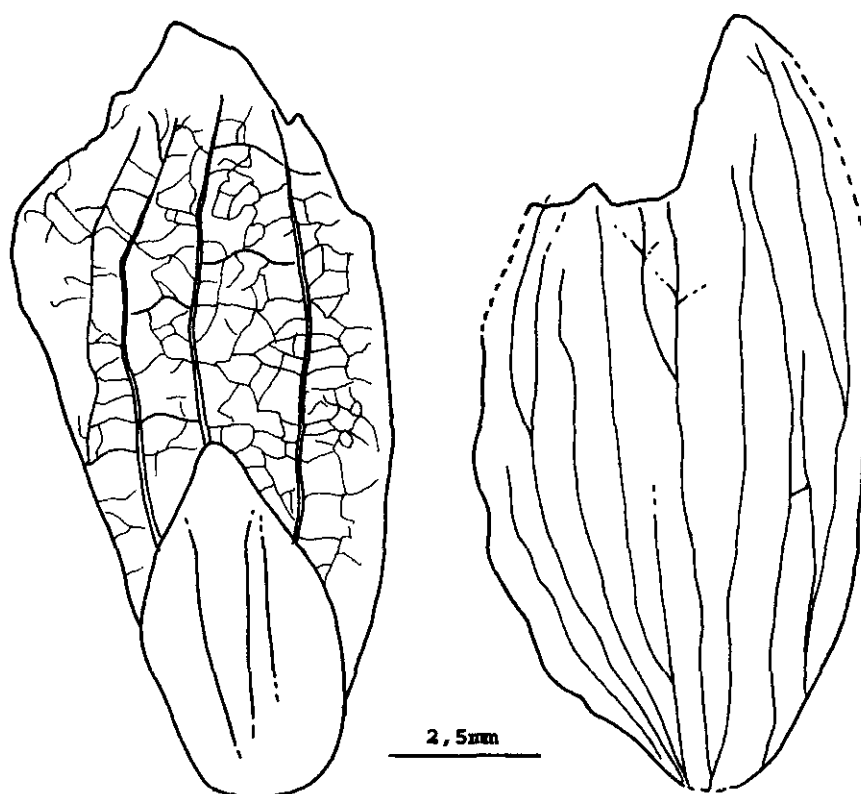


Fig. 44. *Ostrya* sp.:
A- MNCNV-4491
B- MNCNV-4512

Observaciones

El género *Ostrya* ha sido señalado en el Mioceno Superior de la Cerdaña por varios autores (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945; MENÉNDEZ AMOR, 1951, 1955; ÁLVAREZ RAMIS, 1981; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981), a partir de restos foliares que pudieran asignarse a otros géneros de dicotiledóneas. SANZ DE SIRIA (1977), señaló en el Mioceno Superior de la Seo de Urgel la especie *O. oehningensis* Heer, sin especificar si los restos por él hallados son hojas o involucros.

Los dos ejemplares hallados en los afloramientos miocenos de la Cerdaña, señalan sin lugar a dudas la presencia del género *Ostrya*, siendo la primera vez que se cita en esta región a partir de involucros, y también es la primera vez que se cita en la zona de estudio de forma fidedigna.

Los restos hallados por nosotros se encuentran en no muy buen estado de preservación, el ejemplar del barranco de Salanca presenta similitudes con los de Saint-Zacharie figurados por SAPORTA (1891), como *O. tenerrima*. Sin embargo, éstos últimos presentan mayor número de nervios y no conservan el fruto. PAMALAREV (1989), opina que los restos

asignables a *O. tenerrima* deben incluirse en el grupo de *O. kryshstofovichii* Baik., siendo su taxón actual equivalente *O. carpinifolia* Scop., del Este de Europa y Asia Oriental.

El ejemplar del torrente de Vilella también presenta similitudes con la especie anteriormente citada, aunque es más parecida a *O. atlantidis* Ung. Desgraciadamente, este ejemplar se encuentra roto, por lo que sólo podemos observar 9 nervios de los 12-15 que indicaba GRANGEON (1958). Del mismo modo, no conserva la nerviación más fina que es en *O. atlantidis* perpendicular a los nervios de mayor rango (GRANGEON, 1958; KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986). SAPORTA (1981), relacionaba este tipo de involucro tanto con *O. carpinifolia*, como con *O. virginiana* Willd., del Este de Norteamérica; KNOBLOCH & VELITZELOS (1986) lo hacen con *O. carpinifolia*. Según GRANGEON (1958), los involucros de las especies actuales *O. carpinifolia*, y *O. virginiana*, son imposibles de distinguir. Es posible que durante el Neógeno en Europa existieran varias especies del género *Ostrya*, y que éstas fueran indistinguibles a partir de sus involucros, también sería posible que en Europa sólo hubiera habitado durante el Neógeno una especie que más tarde originara a *O. carpinifolia*.

Por todo ésto, y al no poseer un número mayor de ejemplares que nos permitan una comparación más fidedigna pensamos que los restos asignables al género *Ostrya* procedentes de los sedimentos miocenos de la Cerdaña, deben citarse en nomenclatura abierta.

Betulaceae

(Lám. XVI, fig. 5)

- 1956 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 40-42, lám. LXXI, fig. 1a-e; lám. LXXII, fig. 2-34; lám. LXXIII, fig. 2-4.
- 1859 - *Carpinus grandis*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 208-209, lám. XXIV, fig. 5.
- 1863 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, págs. 50-51, lám. V, figs. 7a.
- 1863 - *Ostrya tenerrima*, SAPORTA, pág. 49, lám. V, fig. 6a.
- 1865 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, pág. 89.
- 1867 - *Carpinus grandis*, SAPORTA, pág. 64-65, lám. XV, figs. 1-2.
- 1868 - *Carpinus heeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 26.
- 1873 - *Carpinus suborientalis*, SAPORTA, págs. 219, 221, 224-226, 229, 231.
- 1878 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 34-36, lám. IV, fig. 4a, lám. V, figs. 11-13, lám. VIII, figs. 1-7, lám. IX, figs. 1-5.
- 1884-1885 - *Carpinus grandis*, RÉROLLE, págs. 257-258, lám. III, fig. 8; lám. IV, fig. 9.
- 1887 - *Carpinus pyramidalis*, BOULAY, pág. 15-16.
- 1887 - *Ostrya vivarensis*, BOULAY, pág. 16.
- 1890a - *Carpinus grandis*, BOULAY, pág. 40, lám. V, figs. 6-7.
- 1890b - *Carpinus grandis*, BOULAY, pág. 17.
- 1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, figs. 7-11.
- 1891 - *Carpinus heeri*, SAPORTA, págs. 56-57, lám. XV, figs. 1-6; lám. XX, fig. 11.
- 1891 - *Ostrya atlantidis*, SAPORTA, págs. 58-59, lám. XV, fig. 7-12.
- 1891 - *Ostrya tenerrima*, SAPORTA, págs. ????, lám. VIII, fig. 17.
- 1891 - *Carpinus grandis*, ZITTEL, págs. 409-410, fig. 261,1-2.
- 1891 - *Ostrya atlantidis*, ZITTEL, pág. 407, fig. 261, 9.
- 1892 - *Carpinus betulus*, BOULAY, págs. 55-56, lám. II, fig. 11.
- 1892 - *Carpinus orientalis*, BOULAY, págs. 56-57, lám. III, fig. 1.

- 1894 - *Carpinus grandis*, ALMERA, pág. 327.
- 1898 - *Carpinus grandis*, NEWBERRY, págs. 59-60, lám. LIV, fig. 3 in part, LV, fig. 6.
- 1903 - *Carpinus betulus*, MARTY, págs. 30-31, lám. IV, figs. 7-17.
- 1903 - *Carpinus grandis*, MARTY, págs. 31.
- 1903 - *Carpinus pyramidalis*, MARTY, págs. 28-29, lám. IV, fig. 12.
- 1903 - *Ostrya atlantidis*, MARTY, págs. 31-32, lám. V, figs. 1-2.
- 1904-1905 - *Carpinus suborientalis*, LAURENT, págs. 125-128, lám. IX, fig. 6; lám. X, fig. 3; lám. XI, figs. 7-8.
- 1908 - *Carpinus betulus*, LAURENT, pág. 35.
- 1922 - *Carpinus* aff. *betulus* et *Carpinus* aff. *orientalis*, DEPAPE, págs. 142-143, lám. III, fig. 3-7.
- 1923 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, LAURENT & MARTY, págs. 31-32, lám. X, fig. 1.
- 1932 - *Carpinus laxifolia*, DEPAPE, págs. 11-12, fig. 2g-k.
- 1936 - *Carpinus betulus*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. A, figs. 13-15; lám. D, fig. 1.
- 1939 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, MÁDLER, págs. 77-78., lám. 7, fig. 16.
- 1945 - *Carpinus grandis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1945 - *Ostrya oehningensis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 347.
- 1950 - *Carpinus grandis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
- 1950 - *Ostrya oeningensis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Carpinus grandis*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Ostrya oeningensis*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Carpinus betulus*, GRANGEON, pág. 80, lám.-text. II, figs. 5-7.
- 1952b - *Carpinus grandis*, TEIXEIRA, págs. 55-56. est. X, figs. 1-6, est. XI, fig. 4, est. XII, fig. 1.
- 1953 - *Carpinus betulus*, ARAMBOURG et al., págs. 28-30, lám. II, fig. 6; lám. VI, figs. 2-5.
- 1953 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, pág. 130, text.-lám. I, figs. 15, 19-21.
- 1954 - *Carpinus grandis*, SUÑER, pág. 79.
- 1955 - *Carpinus grandis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 70-71.
- 1955 - *Carpinus pyramidalis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 71-72, lám. 23, fig. 4.
- 1955 - *Ostrya oehningensis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 63-64, lám. XXIII, fig. 3.
- 1958 - *Carpinus suborientalis*, GRANGEON, pág. 63, 66-67, lám.-text. V, figs. 1-13, lám. I, figs. 6, 9-10.
- 1959 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, pág. 89, lám. XXI, figs. 6-7, lám. XXII, figs. 3, 5-6, lám. LXVI, fig. 2.
- 1966 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, págs. 42-46, figs. 28-30.
- 1969 - *Carpinus grandis*, KNOBLOCH, pág. 52, lám. XV, fig. 4; lám. XVI, fig. 3.
- 1972 - *Carpinus betulus*, VILLALTA & VICENTE, pág. 121, lám. I, figs. 8-9.
- 1973 - *Carpinus grandis*, GIVULESCU & OLOS, pág. 14.
- 1974 - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, págs. 19-21, lám. I, fig. 1d.
- 1975 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 28-29, lám. 1, fig. 7.
- 1976 - *Carpinus suborientalis*, ILDEFONSE et al., pág. 700.
- 1977 - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1977 - *Ostrya oehningensis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1978 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON & VERNET, págs. 803-805, fig. 2 (3-7), lám. I, fig. 8-12.
- 1980 - *Carpinus grandis*, BALDUZZI et al., pág. 5, lám. I, fig. 8.
- 1980b - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, pág. 11, lám. I, fig. 14a.
- 1980b - *Ostrya oeningensis*, SANZ DE SIRIA, págs. 10-11, lám. I, fig. 15a.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
- 1981 - Aff. *Carpinus pyramidalis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Ostrya oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - Aff. *Carpinus pyramidalis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - *Ostrya oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ŁANCUCKA-SRODONIOWA et al., pág. 107, lám. 1, fig. 10.
- 1981 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, lám. I, fig. 5.
- 1981 - *Carpinus* cf. *betulus*, SANZ DE SIRIA, pág. 61.
- 1982 - *Carpinus* aff. *betulus*, SANZ DE SIRIA, pág. 6.
- 1983 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON, págs. 691, 693, fig. 3, n° 2-6.
- 1983 - *Carpinus pyramidalis*, UNGER, pág. 54, lám. 2, fig. 49.
- 1988 - *Carpinus* cf. *grandis*, KNOBLOCH, pág. 12, lám. 9, fig. 9; lám. 10, fig. 3.
- 1988 - *Carpinus* (?) *kryštofovichii*, KNOBLOCH, págs. 11-12, lám. 2, fig. 1-3, 7; lám. 4, fig. 3-5; lám. 9, fig. 8.
- 1988 - *Ostrya* (?) *kvacekii*, KNOBLOCH, pág. 13, lám. 2, fig. 4; lám. 3, fig. 2; lám. 3, fig. 13; lám. 9, fig. 1,3.
- 1989 - *Carpinus* sp., MELLER, págs. 25-26, lám. 9, figs. 1-2.
- 1989 - *Ostrya*? sp. vel *Carpinus*? sp., MELLER, pág. 26, lám. 9, fig. 4.
- 1989 - *Carpinus grandis*, SITÁR et al., págs. 45, 49, lám. XXV, fig. 8; lám. XXIX, fig. 8.
- 1990 - *Carpinus grandis*, GIVULESCU, págs. 66-67, lám. 28, figs. 7-8, lám. 36, fig. 2.
- 1990 - *Carpinus suborientalis*, págs. 68-69, lám. 6, fig. 7, lám. 29, figs. 1,8.
- 1990 - *Ostrya* sp. aff. *O. virginiana*, págs. 73-74, lám. 29, figs. 9-10.
- 1990 - *Carpinus grandis*, STUCHLIK et al., fig. 12.6, 12.7, lám. XI, fig. 2.

Material

Se han estudiado 37 ejemplares foliares como impresiones y compresiones sin trazas cuticulares, por lo general en buen estado de conservación. Fueron colectados en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, Pedró, Coll de Saig y torrente de Vilella:

MGBG-A-47, MGBV-9774, MGBV-10489, MGSB-40437_{1,4}, MGSB-47029, MGSB-47032, MGSB-47037, MGSB-48138, MGSB-48150, MGSB-48167, MNCNV-313, MNCNV-347, MNCNV-709, MNCNV-734, MNCNV-756, MNCNV-787, MNCNV-846, MNCNV-870, MNCNV-1004, MNCNV-3045, MNCNV-4495, MNCNV-4497, MNCNV-4498, MNCNV-4499, MNCNV-4500, MNCNV-4501, MNCNV-4502, MNCNV-4504, MNCNV-4505, MNCNV-4506, MNCNV-4507, MNCNV-4508, MNCNV-4510, UCM-CBEDERS-27.

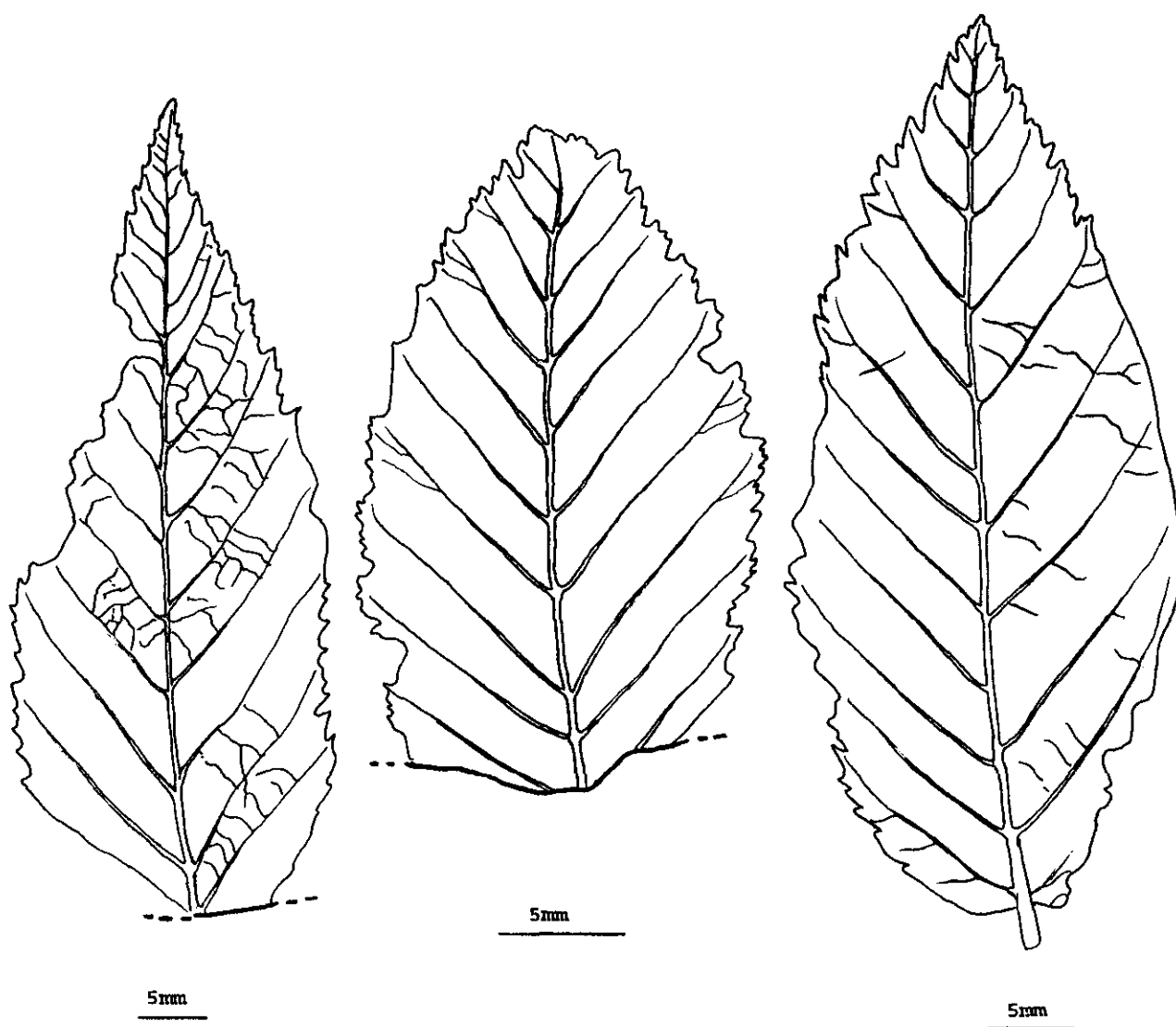


Fig. 45: Betulaceae:

A- MNCNV-4497. B- MNCNV-4506. C- MNCNV-4507

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados (pecíolo: 0,77-0,9 cm); limbo lanceolado u ovado; longitud del limbo: 8,5-3 cm; anchura máxima del limbo: 4,84-1,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base del limbo: 3,3-1,1 cm; ápice agudo; base redondeada o algo cordada, a veces asimétrica; margen irregularmente aserrado, existiendo mayor número de dientes en el margen que nervios secundarios; nerviación rectipinnada simple; 13-18 pares de nervios secundarios de curso derecho con ramificaciones en su zona apical; ángulo de divergencia agudo moderado, siendo agudo estrecho o agudo ancho en el ápice del limbo y agudo ancho en la base en algunas ocasiones; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos foliares del tipo descrito han sido citados y figurados en numerosos yacimientos de Europa, del mismo modo lo han sido en el Mioceno de Asia Oriental (DEPAPE, 1932), en el Cuaternario del Norte de África (ARAMBOURG *et al.*, 1953) y en el Mioceno de Norte América (SMILEY *et al.*, 1975). Hojas semejantes a las aquí descritas lo fueron en el Mioceno Superior de Grecia como *Ostrya licudensis* Heer, presentando este tipo de resto foliar algunos ejemplares con nervios secundarios que se curvan de forma uniforme y presencia en el margen de dientes de segundo, tercer y hasta cuarto orden (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986, 1987), caracteres éstos no observados en nuestro especímenes.

Estudiando únicamente este tipo de resto foliar es imposible distinguir diferentes especies del género *Carpinus* según ZITTEL (1891), DEPAPE (1922), GRANGEON (1958) y ROIRON & VERNET (1978), ya que las hojas de sus especies son muy similares y varían de forma notable según las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan.

ROIRON & VERNET (1978), expresaron que este tipo hoja es también idéntica a la de distintas especies de los géneros *Ostrya* y *Betula* y, asimismo, a los de *Acer carpinifolium* Sieb. & Zucc. Por esta razón, sin ninguna base a nuestro juicio, los reúnen dentro de la especie *C. suborientalis* Sap., la cual fue creada por SAPORTA (1873), para agrupar restos foliares de betuláceas que consideraba idénticos a la especie actual *C. orientalis*. Por nuestra

parte, hemos podido estudiar pliegos de herbario del género *Ostryopsis* que también poseen el mismo tipo foliar descrito.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se detectan a partir de sus involucros dos especies de *Carpinus* y una de *Ostrya*; a partir de sus restos foliares y sus frutos, una especie de abedul, y a partir de sus restos foliares y de sus sámaras, cuatro especies de arces. Estamos de acuerdo con ROIRON & VERNET (1978), en que el tipo de resto foliar descrito pudiera ser asignado a cualquiera de los taxones citados de la familia Betulaceae. Desgraciadamente, no hemos podido estudiar pliegos de herbario de la especie *A. carpinifolium* para poder corroborar lo expresado por los autores anteriores. Tampoco hemos encontrado figurada esta especie en ningún texto.

A falta de estudios anatómicos que nos ayuden a precisar concretamente su filiación, consideramos que este tipo foliar seguramente se puede relacionar al menos con tres de los taxones de Betulaceae descritas en la Cerdaña a partir de sus involucros (*C. grandis*, *C. neilreichii* y *Ostrya* sp.), por lo que pensamos que los ejemplares foliares estudiados deben ser atribuidos a la familia Betulaceae sin poder especificar a qué género en concreto.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Eoceno?. Birch Bay, Washington, USA (NEWBERRY, 1898).

-Estampiense. Saint Zacharie, Var; Céreste, Basses Alpes; y Saint-Jean-de-Garguier, Cuenca de Marsella, Francia (SAPORTA, 1863, 1867, 1891).

-Chatiense. Valea Jiu, Conca Petrosani, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Hohe Rhonen, Monod, Rivad, Rochette, Rothenthurn y Waggins, Suiza; Sagor, Yugoslavia; Wetterau, Alemania (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Oligoceno superior. Wind Brickyard, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1966).

-Mioceno Inferior. Münnzenberg, Alemania (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); Wei-Tch'ang, China (DEPAPE, 1932).

-Aquitaniense. Radoboj, Yugoslavia (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); Eriz y Schangnau, Suiza; Fontgrande y Jujieu, Aubrac, Francia; Bois d'Asson y Valle de Mort-d'Imbert, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867, 1891); Zsilthale, Hungría (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Burdigaliense. Himmelsberg, Liebotitz, Seifhennersdorf y Senftenberg, Alemania (SANZ DE SIRIA, 1974).

- Mioceno Medio.** Talheim, Transilvania, Rumanía (STUR, 1867).
 - Sarmatiense.** Erdöbenyé, Tallya, Bánhováti, Felsőtárkány y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959); Oehningen, Suiza (HEER, 1856).
 - Tortonense.** Opava, Von Mähren, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
 - Vallesiense.** Sprendlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.
 - Messiniense.** Senigalia y Carbonara Scrivia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859; BALDUZZI et al., 1980).
 - Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Gourgouras, Mont Charay y Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953, 1958); La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GANGLEAUD, 1936); Turín, Italia (SANZ DE SIRIA, 1974); Gleichenberg, Estiria, Austria (STUR, 1867).
 - Pannoniense.** Belchatów, Polonia (STUCHLIK et al., 1990); Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Sosnica, Wroclaw, Polonia (LANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Pinicíná, Turquía (SITÁR et al., 1989); Frías, Burgos, España (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); La Bisbal, Bajo Ampurdám, España (SANZ DE SIRIA, 1981).
 - Pontiense-Senosiense.** Brickyard Aubenham, Ampfing, Baviera, Alemania (KNOBLOCH, 1988).
 - Plaisanciense.** Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-La Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905, 1908); Varennes, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892); Thézières, Gard, Francia (BOULAY, 1890); Valle del Ródano, Francia (BOULAY, 1890); Siurana, Alto Ampurdám, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Torrente de Espluges y del Terme, Bajo Llogregat, España (ALMERA, 1894).
 - Plioceno Superior.** Hajnacka, Turquía (SITÁR et al., 1989).
- Además, este tipo de resto foliar se encuentra citado en el Plioceno de: Frakfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIIRON, 1981); Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b).
- Plio-Pleistoceno.** Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault, Francia (ILDEFONSE et al., 1976); Crespiá, Gerona, España (ROIIRON, 1983).
 - Pleistoceno Inferior.** Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

-Villafranquiense. Ceyssac, Francia (GRANGEON, 1951).

Subclase Caryophyllidae

Orden Caryophyllales

Familias Amaranthaceae A. L. de Jussieu, 1789 y Chenopodiaceae Ventenat, 1799

Los primeros fósiles asignables a estas familias son palinomorfos del Maastrichtiense del Canadá, incluidos en la especie parataxónica: *Polyporina cribaria* Srivastava (MULLER, 1981). El registro polínico es abundante en el Mioceno de Europa, Turquía y Túnez. Hasta el momento no se han hallado macrorrestos asignables a estas dos familias.

La familia Amaranthaceae presenta en la actualidad una distribución cosmopolita, estando integrada por unos 65 géneros que engloban alrededor de 900 especies (HEYWOOD, 1985).

La familia Chenopodiaceae está constituida hoy en día por unos 100 géneros y 1.500 especies, hallándose ampliamente distribuida en suelos nitrófilos y en los biotopos salinos de las regiones templadas y subtropicales, especialmente alrededor de los mares Mediterráneo, Caspio, Rojo, estepas salobres de Asia Central y Oriental, desierto del Sahara y praderas saladas de Estados Unidos, África del Sur, Australia y Pampas argentinas (HEYWOOD, 1985).

Ambas familias son estenopalinas y presentan una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Amaranthaceae-Chenopodiaceae

(Lám. XIV, figs. 1 y 2)

Este tipo de polen ha sido detectado en mayor o menor número en todos los afloramientos estudiados de la Cerdaña.

Descripción del material

Granos pantoporados; esféricos; diámetro=34,5-25,45 μm ; poros con 1,36-3,18 μm de luz, en algunos ejemplares, presencia de un anillo de unas 0,9 μm ; algunos ejemplares poseen una exina con 1,8-2 μm de espesor, en donde la sexina tiene el mismo grosor que la nexina; otros ejemplares presentan la exina delgada con aproximadamente 1,3 μm de espesor,

apareciendo entonces un infatécum columelado; superficie con pequeñas granulaciones, o, a veces, psilada.

Observaciones

Los granos con exina delgada hallados en nuestros afloramientos quizás pudieran relacionarse con la familia Amaranthaceae, especialmente con los de la especie *Achyranthes sicula* (L.) All., según lo expuesto por CANDAU in VALDÉS et al. (1987). NAGY (1985) agrupó este tipo de polen en el género parataxónico *Chenopodipollis* N. Kr., debiéndose relacionar con *Ch. multiplex* (Weyl. et Pf.) Wkr. y *Ch. neogenicus* Nagy, a causa de su talla y número de aperturas.

Familia Caryophyllaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los restos fósiles más antiguos conocidos hasta el momento son granos de polen del Oligoceno Medio de Nueva Zelanda (MULLER, 1981). En Europa fue citada por primera vez en el Mioceno como *Caryophyllidites rueterbergensis* Krutzsch (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra actualmente integrada por unos 80 géneros y 2.000 especies, presentando una distribución cosmopolita (HEYWOOD, 1985) y una polinización entomófila.

En el Mioceno Superior de la depresión Ceretana únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Caryophyllaceae

Los palinomorfos de esta familia se han hallado de una forma más o menos puntual en todos los afloramientos estudiados, con excepción de Coll de Saig y San Salvador.

En este trabajo se consideran todos los granos de cariofiláceas dentro de un mismo conjunto, aunque se detectan varios tipos que pasamos a describir a continuación:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XVI, fig. 9): granos pantoporados; esféricos; pequeños; diámetro=25-26 µm; gran número de poros circulares o elípticos, ligeramente hundidos con luz de unas 1,3 µm; nexina de alrededor de 1,8 µm de espesor; sexina dos veces y media más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie con gránulos supratectales.

Este tipo de polen se ha encontrado en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella, riu de Santa Marfa, Prats, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Quizás pueda ser relacionable con el género *Sagina* L., aunque los granos estudiados parecen tener un número mayor de poros.

b) tipo 2 (Lám. XVI, fig. 8): granos pantoporados; esféricos, aunque usualmente los encontramos deformados; diámetro≈38,18 µm; poros hundidos redondeados o algo elípticos de unas 6-3,6 µm de luz, rodeados por un anillo de 0,8 µm; exina muy delgada de unas 1,4 µm; sexina=nexina; infratéctum columelado; superficie verrucada.

Este tipo ha sido detectado únicamente en el Torrente de Vilella, pudiéndose quizás relacionar con el género *Lychnis* L., a causa de su exina delgada y tipo de columelas.

c) tipo 3: granos pantoporados; esféricos; diámetro≈28,18 µm; poros hundidos redondeados o algo esféricos con unas 5,45 µm de luz; anillo de aproximadamente 0,9 µm; exina con unas 4,54 µm de espesor; nexina de alrededor de 1,36 µm, siendo mucho menos gruesa que la sexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie perforada y verrucada.

Este tipo de polen, descrito por primera vez en la Cerdaña, solamente ha sido detectado en el afloramiento de Beders, y se puede relacionar con el género *Silene* L.

d) tipo 4 (Lám. XVI, figs. 8, 12a y b): granos pantoporados; esféricos; diámetro≈30,9-20,9 µm; poros hundidos con forma circular o elíptica de unas 2,7 µm de luz; al M. E. B. los poros poseen una membrana apertural ornamentada con pequeñas verrugas (Lám. XVI, fig. 12b); exina de 2,72 µm; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; infratéctum columelado; superficie de microrreticulada; al M.E.B. la superficie del grano se encuentra foveolada y verrucada.

Este tipo de polen que no ha podido relacionarse con ningún género en concreto, aparece en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en los de Coll de Saig y San Salvador.

Orden Polygonales

Familia Polygonaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro más antiguo de esta familia se remonta al Paleoceno (CRONQUIST, 1981; MULLER, 1981), tratándose de granos de polen del tipo *Polygonum persicaria* L. Éstos se han hallado en el Paleoceno medio de Europa Central y en el Paleoceno superior del Sur de Francia (MULLER, 1981).

En la actualidad esta familia presenta unos 40 géneros y 800 especies distribuidas de forma cosmopolita, aunque la mayoría habitan en las regiones templadas del Hemisferio Norte (LEEuwEN et al., 1988).

MICRORRESTOS

Polygonum sp.

(Lám. XVI, fig. 6)

Este tipo aparece de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, Prats, torrente de la Bavosa y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

Descripción del material

Granos pantoporados; esféricos; diámetro≈37-63 µm; poros circulares de unas 3 µm de luz; exina de alrededor de 5 µm de espesor; tectum parcial; infratectum columelado; superficie reticulada con lúmenes de aspecto circular o poligonal de hasta 6,25 µm de luz; columelas muy patentes en los muros del retículo.

Observaciones

Los granos estudiados deben ser incluidos dentro del tipo *P. persicaria* descrito por LEEuwEN et al. (1988) y CANDAU in VALDÉS et al. (1987); y relacionados con la especie parataxónica del Pannoniense de Hungría y del Plioceno de Alemania, *Persicariopollis franconius* W. Kr.

Este tipo de polen, aunque lo producen las especies acuáticas de *Polygonum* L., presenta una dispersión entomófila.

Subclase Dillenidae

Orden Malvales

Familia Tiliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia, posiblemente, se originó a partir de antecesores malvales que existieron

durante finales del Cretácico y principios del Paleoceno en América del Sur y África (RAVEN & AXELROD, 1974). No obstante sus primeros registros fiables corresponden a granos de polen asignables al género *Brownlowia* Roxb., procedentes de sedimentos paleocenos (CRONQUIST, 1981).

La familia Tiliaceae presenta actualmente una distribución casi cosmopolita, estando constituida por unos 50 géneros y 450 especies, que por lo general habitan regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado únicamente restos atribuibles al género *Tilia* L. Éste presenta en la actualidad unas 80 especies distribuidas por las regiones templadas del Hemisferio Norte (HUTCHINSON, 1967).

Palinomorfos del tipo *Tilia* se encuentran de forma simultánea en el Paleógeno del Oeste de Europa y Norteamérica: *Intratropollenites pseudoinstructus* Mai en el Paleoceno inferior, *I. reticulatus* (Groot & Groot) Frederiksen en el Paleoceno medio e *I. microreticulatus* Mai en el Eoceno inferior (MULLER, 1981). No obstante, éstos podría pertenecer a cualquier otro género de tiliáceas ya que se han encontrado pólenes de *I. instructus* (R. Pot.) Th. & Pf., en flores asignables al género *Burretia* Mai (MAI, 1961). Este autor opinaba que no se pueden atribuir con seguridad pólenes de este tipo al género *Tilia* hasta el Plioceno.

GRANGEON (1958) expresó que los primeros restos macroscópicos asignables al género *Tilia* (restos foliares) provienen del Paleoceno de Wansenberg (Oregón). HEER (1868), describió en el Eoceno de Spitzberg a especie *T. malmgreni*, también a partir de restos foliares. No obstante, estas hojas pudieran ser asignadas a otros géneros de *Tiliaceae* como *Grewia* L., o a otras familias de dicotiledóneas.

KNOBLOCH (1990), indicó que en Europa el género *Tilia* tal y como lo conocemos hoy en día aparece a partir del Mioceno Inferior hasta nuestros días.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto palinomorfos como restos macroscópicos (restos foliares y brácteas), asignables al género *Tilia*.

MICRORRESTOS

Tilia sp.

(Lám. XVII, figs. 1 y 2)

Este tipo de polen aparece de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña,

siendo referible al tipo *Tilia cordata* Mill., descrito por CHRISTENSEN & BLACKMORE (1988); y a la especie parataxónica, *Intratropopollenites cordataeformis* (Wolff) Mai. Estos palinomorfos se hallaron por primera vez a finales del Mioceno Superior (MAI, 1961), siendo encontrados de forma puntual en el Badeniense Superior de Eslovaquia (PLANDEROVÁ, 1990). Es frecuente encontrar este tipo de granos en los sedimentos del Plioceno de Europa Central.

Descripción del material

Granos 3(4)-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; E=26-42 μ ; colpos muy cortos; ori grandes, circulares, de alrededor de 3 μ m de luz; tectados; exina de unas 2 μ m de espesor; sexina=nexina; superficie foveolada, aunque parece microrreticulada bajo el M. O.

Observaciones

El género *Tilia* es entomófilo, aunque tiene la peculiaridad de producir gran cantidad de granos (ANDERSON, 1976; LIEUX & GODFREY, 1982). ANDERSON (1976) expone que el contenido en el ambiente de pólenes de *Tilia* es de unos 3,24 cm/sec, entrando dentro del rango de las especies anemófilas que varía entre 2-6 cm/sec. Ésto nos hace suponer que la razón de la presencia continua, aunque en bajo porcentaje, del polen de este género en los afloramientos de la Cerdaña es debida a la alta producción de éste.

MACRORRESTOS

***Tilia vidali* Rérolle, 1884-1885**

(Figs. 46 y 47; Lám. XVII, figs. 3 y 4)

- * 1884 - *Tilia vidali*, RÉROLLE, págs. 293-296, lám. X, fig. 11, lám. XI, figs. 1-2.
- 1945 - *Tilia vidali*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1951 - *Tilia vidali*, BATALLER, págs. 139, 141.
- 1955 - *Ficus tiliaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 102-103, lám. XXXII, fig. 4.
- 1955 - *Tilia vidali*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 141-142, lám. XXXI, fig. 3-4.
- 1955 - *Viburnum ceretanum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 172-174, lám. XXXV, fig. 5.
- 1955 - *Viburnum tiliaeoides*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 174, lám. XXXV, fig. 6.
- 1958 - *Tilia mastajana*, GRANGEON, pág. 103, lám.-text. XIV, fig. 8).
- 1981 - *Tilia vidali*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Tilia vidali*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.

Material

Se han estudiado 15 ejemplares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig,

Beders y barranco de Salanca. Éstos se encontraron como impresiones con un buen grado de conservación. Las siglas de los especímenes estudiados son las siguientes:

-Restos foliares: MGBG-A-220, MGBV-10139, MGSB-31224, MNCNV-245, MNCNV-288, MNCNV-346, MNCNV-355, MNCNV-753, MNCNV-754, MNCNV-4705, MNCNV-4706, MNCNV-4707, MNCNV-4829.

-Brácteas: MNCNV-262, MNCNV-4704.

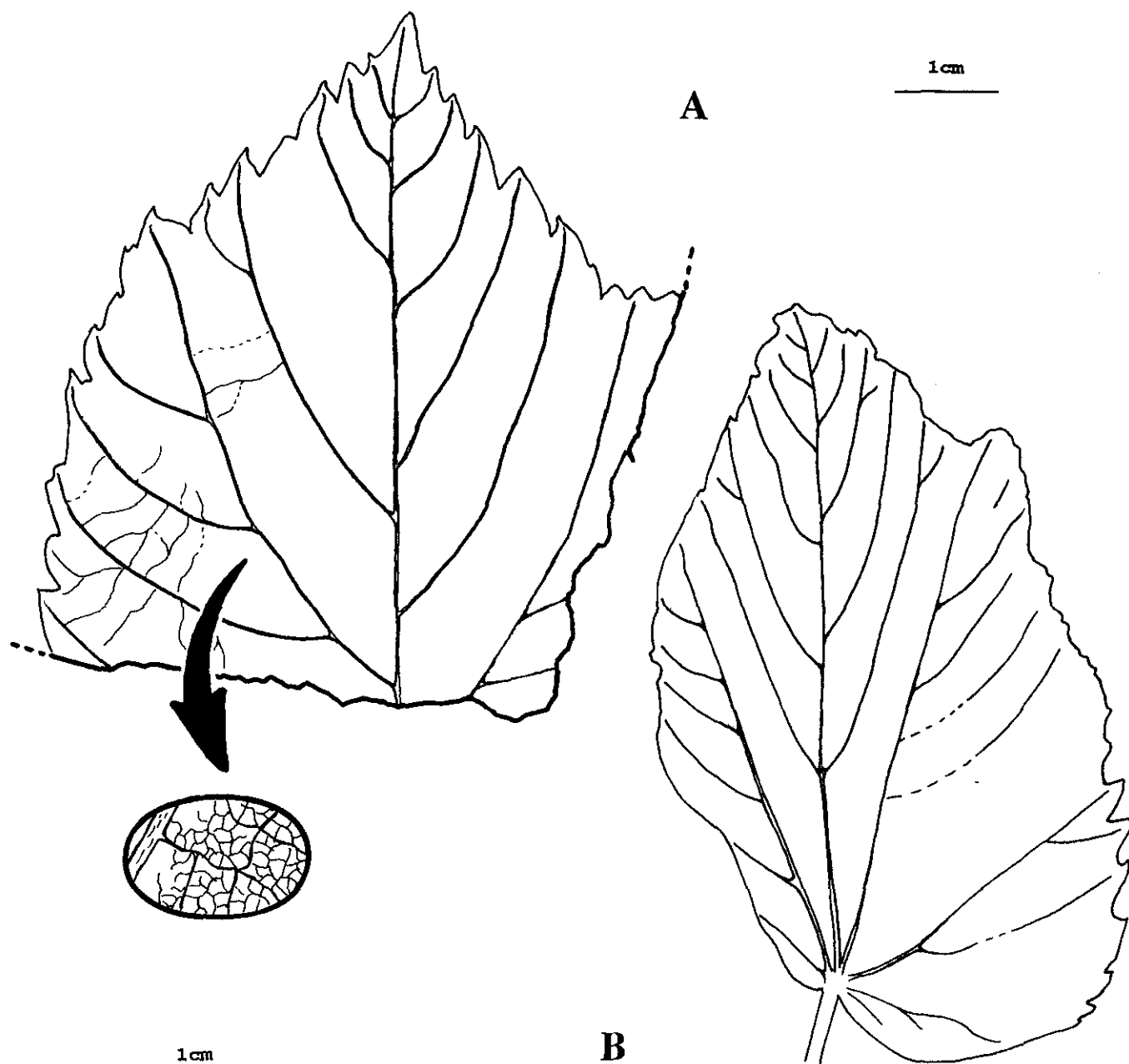


Fig. 46. *Tilia vidali*.
A) MNCNV-4707 B) MNCNV-346

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

T. foliis late ovatis, ad basim valde cordatis, apice breviter acuteque acuminatis, quandoque sublobatis, margine grosse denticulatis, nervis primariis 5-7, nervo medio peninervio, n. primariis lateralibus exclus ramosis, nervulis plerumque simplicibus transversim decurrentibus; fructu bracteam majusculam, lingulatam, pedicellosque prope capsulas inflatos præbente.

Descripción del material

Hojas pecioladas; peciolo de más de 4 cm de longitud; limbo ovado, en raras ocasiones palmado con tres lóbulos (RÉROLLE, 1884-1885, lám. XI, fig. 2), y ocasionalmente, asimétrico; longitud del limbo: 10-7 cm; anchura máxima del limbo: 12-4,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1-2 cm; ápice de agudo a acuminado; base cordada, aunque llega a ser redondeada; margen irregularmente aserrado; dientes marginales acuminados en la mitad superior de la hoja, normalmente éstos se encuentran más desarrollados si en ellos acaba un nervio secundario, existiendo mayor número de dientes marginales que nervios de este orden; nerviación palmado-pinnada; presencia de tres nervios primarios de primer orden y hasta cuatro de segundo que divergen de forma palmada (ejemplares MNCNV-316 y MNCNV-754, molde y contramolde); nervio central primario de primer orden algo más robusto que los primarios laterales, presentando formación de nervios secundarios a derecha e izquierda, opuestos o alternos; nervios primarios de primer orden laterales, con desarrollo exclusivo de nervios secundarios hacia el lado más cercano al margen; nervios primarios de primer orden, a veces, con curso casi paralelo; nervios secundarios curvados uniformemente, con ángulo de divergencia $\leq 45^\circ$; nervios secundarios con hasta cuatro ramificaciones (en las partes basales éstas se hacen muy patentes), tanto ellas como el nervio que las sustenta, mueren en los dientes marginales; nervios terciarios percurrentes concéntricos, siguiendo la terminología de HICKEY & WOLFE (1975), con curso simple o ahorquillado, naciendo de los nervios de orden superior formando ángulos rectos; nervios de menor rango, reticulados ortogonalmente, formando areolas poligonales perfectamente desarrolladas.

Brácteas pecioladas; peciolo: 5 mm; oblongas, de estrechas a lanceoladas; longitud: 6,5-4,6 cm; anchura máxima: 1,5-1,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base:

2,3-1,6 cm; ápice redondeado u obtuso; base cuneada o redondeada; margen liso (ejemplar Bell II-Til); nerviación simple curvipinnada; más de 10 pares de nervios secundarios con ángulos de divergencia agudos y rectos (Fig. 47), a veces, dicotomizados (ejemplar MNCNV-262); presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria y cuaternaria reticulada ortogonalmente, o reticulada al azar, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

RÉROLLE (1884-1885, lám. X, fig. 11) figuró una bráctea de la que surge el pedúnculo floral en su zona media, siendo algo decurrente hacia la base y sustentando una

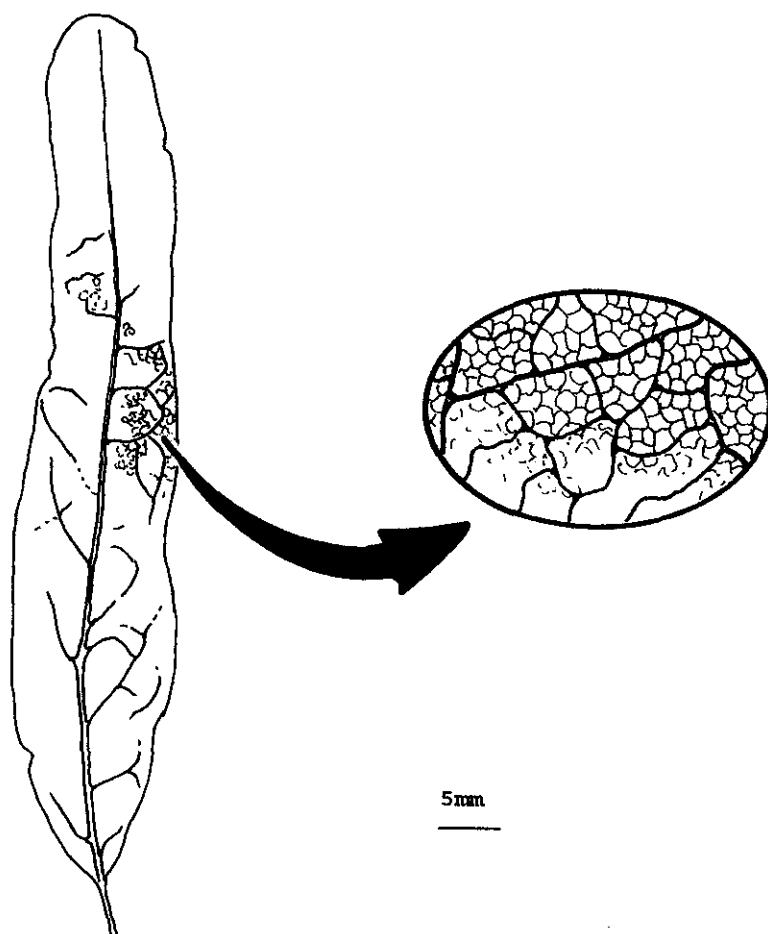


Fig. 47. *Tilia vidali* MNCNV-4704

cima simple con dos frutos (nueces indehiscentes), la inserción de éstos se hace a través de un engrosamiento del pedúnculo. Los frutos son esféricos, presentando los exocarpos unas cicatrices que los recorren longitudinalmente. Este tipo de resto no ha sido hallado por nosotros, habiéndose colectado únicamente brácteas.

Observaciones

T. vidali es comparable con *T. ovoidea*, especie descrita

por GIVULESCO & OLOS (1973), en el Mioceno de Chiuzbaia (Transilvania), y con *T. longibracteata* Andrae, citada en el Mioceno Superior de Moravia (Checoslovaquia), por KNOBLOCH (1969). Estas dos especies fueron descritas a partir de brácteas e infrutescencias, presentando la inserción del pedúnculo de la inflorescencia en el mismo sitio que la que nos ocupa. Del mismo modo, *T. vidali* puede compararse con *T. vindobonensis* Stur., del Mioceno

de los alrededores de Viena (Austria) y de Szanto (Hungria). La morfología de la bráctea de esta especie es muy semejante a la de nuestros ejemplares, no obstante, la inserción de la inflorescencia se realiza en la zona media apical de la bráctea (SAPORTA, 1879).

RÉROLLE (1884-1885) y ROIRON (1983), opinan que *T. vidali* podría ser el antepasado de la especie actual *T. tomentosa* Moench, del Este de Europa y Asia Menor. Nosotros no estamos de acuerdo al respecto, ya que las hojas de los ejemplares de la Cerdaña se diferencian de las de esta especie en su tamaño, forma del limbo y dientes del margen. Tras comparar con pliegos de herbario pensamos que *T. vidali* presenta mayor parecido con *T. americana* L., del Este de Norteamérica y *T. rubra* D.C., de los Cárpatos. También hemos encontrado algunas hojas de *T. platyphyllos* Scop., que recuerdan a algunos de nuestros ejemplares.

Distribución estratigráfica y geográfica

- **Vallesiense:** la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).
- **Pontiense:** Rochessauve, Francia (GRANGEON, 1958).

Orden Nepenthes

Familia Droseraceae Salisbury, 1808

El registro fósil de esta familia es escaso, estando referido únicamente a palinomorfos. Los primeros deben ser incluidos en el tipo *Aldrovanda*, habiendo sido obtenidos en sedimentos del Eoceno Inferior (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por cuatro géneros y unas 83 especies de distribución casi cosmopolita, siendo integrada por algunos autores como HEYWOOD (1985), en el orden Rosales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de palinomorfos agrupados en tétrades. Según ERDTMAN (1986), tres de los cuatro géneros de esta familia presentan tétrades estenopalinas. Ésta es la razón de que en el siguiente apartado se describan estos granos como Droseraceae sin especificar.

MICRORRESTOS

Droseraceae

(Lám. XVII, fig. 5)

Granos de polen asignables a esta familia han sido detectados por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, riu de Santa María, y en las minas de Sampsor y Sanavastre. Los palinomorfos de esta familia presentan una dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos reunidos en tétrades tetraédricas, regulares, de diámetro aproximado: 47 μm ; granos heteropolares con simetría bilateral; esféricos en vista polar; diámetro $\approx 20 \mu\text{m}$; no se observan las aberturas en nuestros ejemplares, los cuales son pantoporados, encontrándose los poros en los surcos de contacto entre los granos, según WODEHAUSE (1965); exina de unas 0,9 μm ; sexina y nexina difíciles de diferenciar; téctum completo; el infratéctum parece columelado; superficie equinada; equinas de alrededor de 2 μm de longitud, parece que en parte estos granos también se encuentran clavados.

Orden Violales

Familia Cistaceae A. L. de Jussieu, 1789

Sus primeros registros son granos de polen del Mioceno Inferior de Bohemia, que se incluyeron en el género *Cistacearumpollenites* Konzalova, el cual es relacionable con los géneros actuales *Cistus* L. y *Helianthemum* Mill.

La familia Cistaceae en la actualidad está representada por 8 géneros y 250 especies (SÁENZ DE RIVAS, 1979), encontrándose principalmente distribuida por las regiones templadas o templado-cálidas del Globo (CRONQUIST, 1981). Todos los integrantes de esta familia presentan una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

Hasta el momento no se han hallado macrorrestos atribuibles a esta familia. En los afloramientos de la depresión ceretana se han encontrado palinomorfos asignables a dos géneros diferentes.

MICRORRESTOS

***Cistus* sp.**

(Lám. XVII, figs. 7a y b)

Granos de polen asignables a este género han sido detectados en los afloramientos de Beders, torrente de Vilella, barranco de Salanca, San Salvador, Coll de Saig, torrente de la Bavosa, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; más o menos redondeados en vista polar; $P=60,9-41\ \mu\text{m}$; $E=45,5-30\ \mu\text{m}$; colpos de $3-2\ \mu\text{m}$ de anchura; poros lalongados; exina de $2,7-3,1\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina algo más gruesa que la nexina, en algunos ejemplares se observa que la nexina aumenta de grosor formando costillas en las zonas cercanas a las endoaperturas; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con lúmenes de $4-3,5\ \mu\text{m}$, que decrecen en las zonas polares.

Observaciones

Este tipo de granos quizás pudieran ser relacionables con la especie descrita por NAGY (1985): *Cistacearumpollenites rotundus* Nagy, hallada del Egeriense al Badeniense inferior de Hungría. Sin embargo, a diferencia de nuestros ejemplares, *C. rotundus* presenta dimensiones mucho menores ($44-35\ \mu\text{m}$ en vista ecuatorial).

***Helianthemum* sp.**

(Lám. XVII, fig. 6)

Palinomorfos asignables a este género aparecen por primera vez en la Cerdaña, representados en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella, San Salvador, camino de Balltarga a Bor, Prats y camino al Serrat de Nas. Los granos de polen asignados a este género con seguridad debieron pertenecer a diferentes especies, presentando la peculiaridad de ser siempre estriados, por lo que no son comparables con la especie actual *H. sanguineum* (Lag.) Lag. ex Dunal, tras comparar nuestros ejemplares con lo expuesto por SÁENZ DE RIVAS (1979).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos

en vista ecuatorial; más o menos redondeados en vista polar; $P=59-40\text{ }\mu\text{m}$; $E=38,1-21,18\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos que recorren longitudinalmente todo el grano, acabando en los polos donde no se fusionan; no se observan bien los poros; exina de $\approx 2,7-1,8\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina, salvo en las zonas cercanas a las endoaperturas, donde se engrosa formando costillas; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie estriado-reticulada; estrías más o menos paralelas al eje polar.

Cistaceae

(Lám. XVII, fig. 8)

En este apartado describimos un conjunto de granos de polen cuyas características, tanto por su preservación, como por su morfología, no son suficientemente distintivas como para incluirlos dentro de uno u otro género de cistáceas. Si seguimos las descripciones de HEYDACKER (1963) y SÁENZ DE RIVAS (1979) respectivamente, quizás puedan pertenecer a los géneros *Lechea* L. y *Fumana* (Dunal) Spach. Estos palinomorfos aparecen representados en todos los afloramientos estudiados menos en Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, riu de Santa María y Oliá.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; $P=43,6-28,6\text{ }\mu\text{m}$; $E=35,5-25,5\text{ }\mu\text{m}$; poros usualmente lalongados; los colpos recorren longitudinalmente el grano acabando en los polos donde no se fusionan; exina de $\approx 3,45-1,8\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina del mismo grosor que la nexina; nexina engrosada cerca de los colpos formando costillas; téctum perforado o completo; infratéctum columelado; superficie de reticulada a microrreticulada.

Orden Salicales

Familia Salicaceae Mirbel, 1815

Los primeros restos asignables a ésta son restos foliares de *Populus* L., del Paleoceno más tardío de Bear Den Member, Golden Valley Formation (Dakota, USA) (COLLINSON, 1992); apareciendo por primera vez frutos de este género en el Eoceno medio de la Formación Green River (NE de Utah, USA) (MANCHESTER et al., 1986). Hojas atribuibles al género *Salix* L., se han identificado en los depósitos eocenos tempranos de las Formaciones

Willwood y Wind River (Wyoming) y el Miembro Camels Butte, Formación Golden Valley (N. de Dakota, USA), (COLLINSON, 1992).

Debemos reseñar que FONTAINE (1889), describió en el albiense del Grupo Potomac (Virginia, USA), un conjunto de restos foliares que por el parecido morfológico con *Salix* y *Populus* describió como *Saliciphyllum* y *Populiphyllum*. Sin embargo, no está probado que los ejemplares de estos dos paragéneros puedan atribuirse a las salicáceas.

El registro polínico de *Salix* se remonta al Oligoceno de Puerto Rico; y el de *Populus* al Mioceno Inferior de Estados Unidos (MULLER, 1981).

Esta familia, que actualmente presenta una distribución cosmopolita, se encuentra integrada por dos géneros: *Populus* con unas 40 especies, y *Salix*, con aproximadamente 300 (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han detectado los géneros *Populus* y *Salix* a partir de macrorrestos. El segundo también se encuentra representado en la zona por granos de polen.

MICRORRESTOS

Salix sp.

Granos de polen atribuibles al género *Salix* han sido reconocidos en todos nuestros afloramientos. Este género presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos. Hemos identificados dos tipos diferentes que pasamos a describir a continuación:

a) tipo 1 (Lám. XVII, fig. 10; Lám. XVIII, fig. 4a y b): granos 3-zonocolpados ó 3-zonocolporoidados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; $P \approx 21,8 \mu\text{m}$; $E \approx 16,3 \mu\text{m}$; colpos de unas $3,6 \mu\text{m}$ de anchura, que recorren longitudinalmente los granos terminando en los polos sin fusionarse entre ellos; exina de $1,36\text{-}2 \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum parcial; infratectum columelado; superficie microrreticulada y/o gemada.

Este tipo de polen se ha encontrado en todos los afloramientos estudiados, siendo relacionable con la especie descrita por NAGY (1985), *Salixpollenites helveticus*, con registro del Egeriense al Sarmatiense de Hungría.

b) tipo 2 (Lám. XVII, fig. 9): granos 3-zonocolpados ó 3-zonocolporoidados;

isopolares; radialmente simétricos; de prolatos a subprolatos en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; P=30-25 µm; E≈16,25 µm; colpos con 2,5-1,5 µm de anchura, recorren longitudinalmente los granos terminando en los polos sin fusionarse entre ellos; poroides de menos de 1 µm de abertura, situados en el ecuador; exina de alrededor de 1,5 µm de espesor; sexina de aproximadamente el mismo grosor que la nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie de microrreticulada a reticulada; en algunos ejemplares los lúmenes presentan una luz de 1,25-0,65 µm.

Este tipo de polen únicamente se ha detectado en la mina de Sanavastre, apareciendo en algunas ocasiones en grupos de hasta 7 granos. Pudiera ser, a causa de las diferencias en la reticulación, que pertenecieran a diferentes especies de sauces, pero a causa de sus dimensiones y del resto de sus características los hemos considerado todos juntos en este tipo. Posiblemente los ejemplares con los lúmenes del retículo más desarrollados, atendiendo a las morfologías descritas por FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & FOMBELLA BLANCO (1988), podrían compararse con el subgénero *Vetrix* (DUM.) DUM.

MACRORRESTOS

Populus tremulaefolia Saporta, 1868

(Figs. 48 y 49; Lám. XVIII, fig. 1)

- * 1868 - *Populus tremulaefolia*, SAPORTA, págs. 26-27, lám. III, fig. 4.
- 1876 - *Populus alba* L., (*pliocenica*), SAPORTA & MARION, págs. 228-229, lám. XXIV, figs. 11-12.
- 1884-1885 - *Populus canescens* SM. (*pliocenica*), RÉROLLE, págs. 278-279, lám. IX, fig. 9.
- 1884-1885 - *Populus tremula*, RÉROLLE, págs. 276-278, lám. IX, fig. 8.
- 1887 - *Populus tremulaefolia*, BOULAY, pág. 20.
- 1892 - *Populus tremula*, BOULAY, pág. 54, lám. II, fig. 8.
- 1894 - *Populus canescens*, ALMERA, pág. 324.
- 1894 - *Populus tremula* L. *pliocenica*, ALMERA, pág. 324, lám. XXIV, fig. 3.
- 1903 - *Populus tremula*, MARTY, págs. 45-46, lám. VIII, fig. 10-11.
- 1904-1905 - *Populus tremula* L., *pliocenica*, LAURENT, pág. 112.
- 1922 - Grupo del *Populus alba*, DEPAPE, págs. 132-134, lám. IV, figs. 1-4.
- 1922 - *Populus tremula*, DEPAPE, págs. 130-132, text.-fig. 10, lám. IV, fig. 5.
- 1923 - *Populus alba* L., *pliocenica*, LAURENT & MARTY, pág. 13, lám. III, figs. 3, 5-6.
- 1923 - *Populus tremula* L., *pliocenica*, LAURENT & MARTY, págs. 12-13, lám. II, figs. 4-9.
- 1936 - *Populus tremula*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 24, lám. D, figs. 2-4, lám. F, fig. 1.
- 1945 - *Populus tremula* L. var. *pliocenica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1952 - *Populus* af. *tremula*, GRANGEON, págs. 45-46, lám. III, figs. 1-3.
- 1953 - *Populus* aff. *tremula*, GRANGEON, págs. 308-309, text.-lám. I, fig. 10, 13-14.
- 1953 - *Populus* sp., GRANGEON, pág. 309, text.-lám. I, fig. 7.
- 1955 - *Populus canescens*, SM. *pliocenica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 92.
- 1955 - *Populus tremula*, L. (*pliocenica*, RER.), MENÉNDEZ AMOR, págs. 94-95, lám. XXIX, fig. 2.
- 1958 - *Populus alba*, GRANGEON, págs. 112-113, lám.-text. XVI, figs. 3, 5, lám. II, fig. 4.
- 1958 - *Populus balsamoides*, GRANGEON, págs. 117, 119, lám.-text. XVI, fig. 7, lám.-text. XVII, fig. 1.
- 1958 - *Populus tremula*, GRANGEON, págs. 108-109, 112, lám.-text. XV, figs. 1-8, lám.-text. XVI, fig. 1, lám. II, fig. 5.
- 1974 - *Populus* cf. *tremula*, SANZ DE SIRIA, págs. 34-35, lám. IX, fig. 2f.
- 1979 - *Populus tremula* L. var. *pliocenica*, BALLESTO et al., pág. 253, lám. 2, fig. 12, text.-fig. 24.
- 1981 - *Populus tremula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Populus* cf. *tremula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.

Material

Se han estudiado 18 ejemplares foliares en forma de impresión en excelente estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella y Coll de Saig:

MGBV-9494, MGBV-9744, MGBV-9747, MGBV-9794, MGBV-9898, MGBV-10061, MGBV-10567, MNCNV-798, MNCNV-3144, MNCNV-3622, MNCNV-4467, MNCNV-4664, MNCNV-4708, MNCNV-4709, MNCNV-4710, MNCNV-4711, MNCNV-4712, UCM-CTV-005.

Diagnosis original (SAPORTA, 1868)

P. foliis suborbiculatis, grosse sinuato-dentatis, palmatinerviis; nervis lateralibus inferioribusque erectis, proeectis, extus reticulato-ramosis; secundariis post intervallum emissis, paucioribus, flexuosis, ramosis; venulis transversim decurrentibus.

Descripción del material

Restos foliares largamente peciolados; peciolo: 2,1-0,5 cm; limbo suborbicular, orbicular, ovado muy ancho o estrecho ovado; longitud del limbo: 9,35-2,94 cm; anchura máxima del limbo: 9,3-1,44 cm; distancia desde la zona de máxima anchura a la base; 2,8-0,43 cm; ápice agudo, en algunos ejemplares acuminado; base redondeada u obtusa; margen aserrado; dientes del margen grandes, redondeados y espaciados unos de otros con ángulo apical obtuso, recto o agudo con más de 45°; senos redondeados, atenuados; margen liso y ondulado irregularmente, en algunas ocasiones; nerviación palmada-pinnada, ocasionalmente, pinnada o curvipinnada; nervios

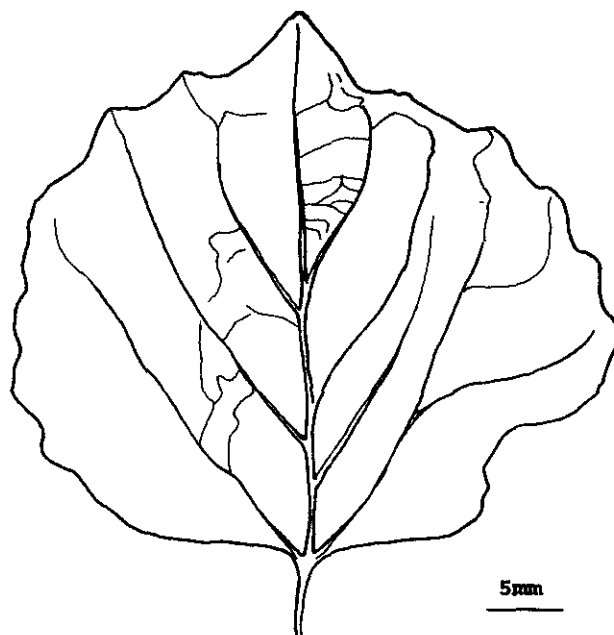


Fig. 48. *Populus tremulaefolia* MGBV-10567

secundarios curvados uniformemente, terminando en los dientes marginales, o curvados abruptamente formando lazos (existen también ejemplares con nervios de curso recto); ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia ocasional de nervios secundarios ramificados en su parte final, y de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente-convexa, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos agudos con los nervios secundarios y siendo oblícuo frente al nervio medio central; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Las hojas del género *Populus* presentan un marcado polimorfismo, esto es debido a la existencia de hojas heteroblásticas y de heterofilias estacionales (ECKENWALDER, 1980).

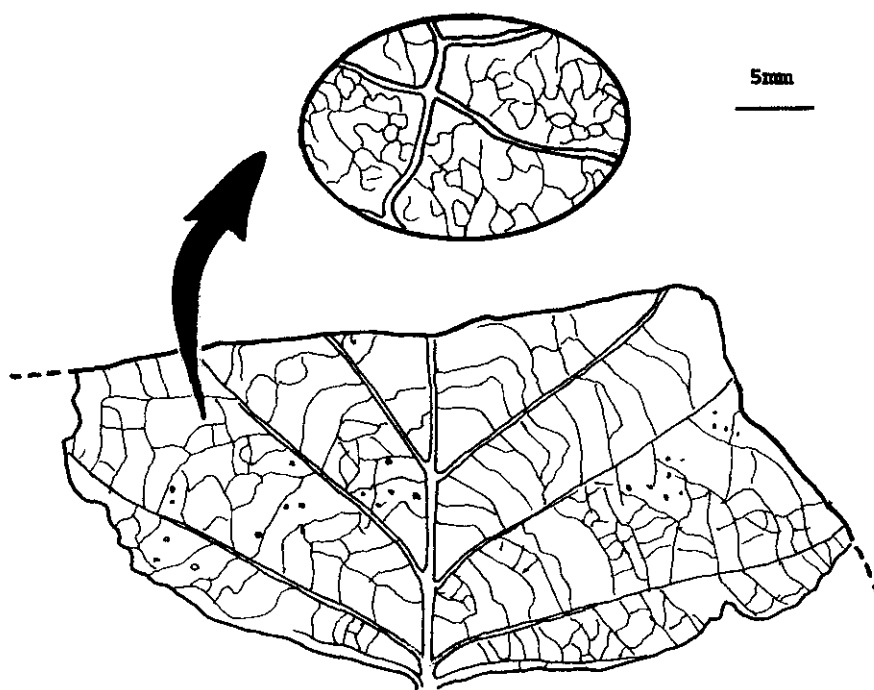


Fig. 49. *Populus tremulaefolia* MNCNV-4708

En los afloramientos ceretanos se han colectado restos foliares con morfologías idénticas a las de las especies actuales: *P. alba* L. y *P. tremula* L., así como formas intermedias entre éstas dos, las cuales fueron descritas por RÉROLLE (1884-1885) como *P. canescens* Sm. (*pliocenica*).

ECKENWALDER (1980), apuntaba que *P. alba*, especie citada con mucha frecuencia en los yacimientos terciarios europeos, presenta en la actualidad una marcada heterofilia, siendo frecuente la producción de hojas lobuladas con venación lazada, semejante a la de la especie actual *P. monticola* T. Brandege, de América del Norte. Nosotros no hemos hallado este tipo de hojas entre los ejemplares estudiados, debiendo destacar que es frecuente localizar juntos en los yacimientos terciarios europeos hojas de chopos con morfologías semejantes a

las de *P. alba*, *P. tremula* y formas intermedias entre ambas especies (ver DEPAPE, 1922). Posiblemente estos restos foliares no deban ser atribuidos a ninguna de estas dos especies, habiendo pertenecido a una especie terciaria con marcada y particular heterofilia. Ésto sería una posible explicación de la no aparición de formas semejantes a las hojas de *P. monticola*.

Por estas razones, atribuimos los restos foliares colectados en los afloramientos de la Cerdaña a la especie: *P. tremulaefolia*, según lo sugerido por KNOBLOCH (1990). Siguiendo este razonamiento, *P. canescens* (*pliocenica*) y las variedades *pliocenica* de *P. alba* y *P. tremula*, no presentan ningún valor taxonómico, siendo sinónimas de *P. tremulaefolia*.

Posiblemente, *P. tremulaefolia* pudiera ser el antepasado de *P. alba*, de *P. tremula*, de las dos especies, o de ninguna de ellas, debiéndose esperar el hallazgo de ejemplares que presenten la cutícula preservada para su confirmación.

Además, por el momento tampoco podemos descartar que en la Cerdaña hubieran existido dos taxones diferentes, los cuales se asemejaran por separado a *P. alba* y *P. tremula*; pudiendo haber hibridado, como ocurre en la actualidad entre estas dos especies (GRANGEON, 1958), lo que explicaría la existencia de ejemplares con características morfológicas mixtas.

Esta es la primera vez que se cita *P. tremulaefolia* en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Estampiense. Marsella, Francia (SAPORTA, 1868).

-Chatiense. Sotzka, Estiria, Austria (GRANGEON, 1953).

-Vallesiense. Ribatejo, Portugal (PAIS, 1986); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1974); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (GRANGEON, 1953); Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958); La Bourboule, Aubepin, Alto Loira, Francia (GRANGEON, 1953).

-Messiniense. Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1990); Castellbisbal, España (ALMERA, 1894).

-Plaisanciense. Saint-Vicent-La Sabie, Francia (LAURENT, 1904-1905); Varennes-lac-Chambon y Mont-Doré, Puy-de-Dôme, Francia; Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia; Saint Marcel, Ardèche, Francia (BOULAY, 1892; GRANGEON, 1953); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1977).

-Astiense. Meximieux, Ain, Francia (SAPORTA, 1873); Torrente de Esplugas de Llobregat, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Además esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Tortosa, Tarragona, España (MENÉNDEZ AMOR, 1950); Rasteau, Vaison-La-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); y en el de Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Villafranquiense. Ceyssac, Alto Loira, Francia (SAPORTA, 1873); Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

***Salix lavateri* Heer, 1856**

(Fig. 50; Lám. XVII, fig. 11)

- * 1856 - *Salix lavateri*, HEER, págs. 28-29, lám. LXVI, figs. 1-12.
- 1952b - *Salix scalabitanana*, TEIXEIRA, págs. 53-54, lám. V, figs. 1-10, lám. VI, figs. 1-4.
- 1952c - *Salix scalabitanana*, TEIXEIRA, pág. 12, lám. I, figs. 1-2, lám. II, fig. 1.
- 1972 - *Salix denticulata*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 152, lám. I, fig. 7.
- 1977 - *Salix lavateri*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1980 - *Salix angusta*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
- 1980 - *Salix lavateri*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
- 1983 - *Salix lavateri*, PAIS, pág. 134, fig. 3.

Material

Se han estudiado únicamente seis ejemplares preservados como impresiones de hojas que se encuentran en un mediano estado de conservación. Estos especímenes procedían de los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MGBV-10175, MGBG-A-42, MGM-48M, MGSB-40433_{1,3}.

Diagnosis original (HEER, 1856)

S. foliis lineari-lanceolatis, latitudine novier longioribus, lateribus parallelis, argute serrulatis, apice longe acuminatis.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de aproximadamente 0,1 cm; lanceolados; longitud del limbo: >3-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 0,9-0,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base alrededor de 0,9 cm; ápice de agudo a atenuado; base aguda; margen aserrado; dientes marginales pequeños, muy numerosos, con ángulo apical agudo y con un glándula en su ápice; nerviación semilazada; elevado número de nervios

secundarios curvados uniformemente, con ángulo de divergencia $<45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente no encontrándose bien conservada.

Observaciones

Según PAIS (1983), esta especie recuerda a *S. alba* L. y a *S. eleagnos* Scop. Nosotros pensamos que por la gran cantidad de nervios que presenta y su forma lanceolada también presenta analogías con *S. fragilis* L.

Es la primera vez que se cita esta especie en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Chatiense. Hohe Rhonen, Zurich, Suiza (HEER, 1856).

-Sarmatiense. Oehningen, Suiza (HEER, 1856).

-Vallesiense. Archino, Portugal (PAIS, 1983); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Mioceno Superior. Libros, Teruel, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1972); Esbarrondadoiro y Valle de Carros, Portugal (TEIXEIRA, 1952c; PAIS, 1983).

Además, esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Alfeite y en el Valle de Santarém, Portugal (PAIS, 1983).

***Salix* sp.**

(Lám. XVII, fig. 12)

Material

Se han estudiado dos ejemplares foliares en forma de impresión y en un buen estado de conservación procedentes de la Cerdaña. No hemos logrado averiguar en qué afloramiento fueron colectados: CLLF-006 y MGBV-9755.

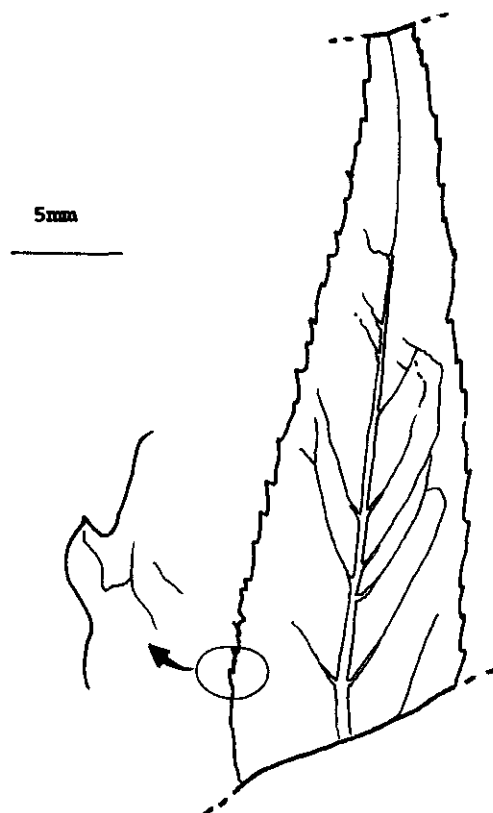


Fig. 50. *Salix lavateri* MGM-48M

Descripción del material

Hojas cortamente pecioladas; peciolo $\approx 0,1$ cm; lanceoladas; longitud del limbo: >3 cm; anchura máxima del limbo $\approx 0,5$ cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base $\approx 0,9$ cm; ápice agudo; base de cuneada a aguda; margen aserrado; dientes marginales pequeños, orientados hacia el ápice del limbo y ángulo apical agudo; presencia de glándulas en los dientes; nerviación semilazada; alrededor de 17 pares de nervios secundarios que se curvan uniformemente, con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicuos frente al nervio medio; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Este tipo de restos foliares presentan semejanzas con la especie actual *S. alba*, aunque no se puede descartar que sean un tipo polimórfico de *S. lavateri*.

cf. *Salix* sp.

(Lám. XVIII, fig. 2)

Material

Se han estudiado tres restos foliares en mediano estado de conservación, uno de ellos sin localidad conocida (MNCNV-460), y los otros procedentes de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor (MGBG-A-230) y Pedró (MGBV-10133). Estos ejemplares se han preservado como impresiones.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de unos $0,2$ cm; limbo elíptico estrecho u oblanceolado; longitud del limbo: $6,6-3,9$ cm; anchura máxima del limbo: $1,4-1,2$ cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: $3,5-2,4$ cm; ápice agudo; base aguda; margen liso o dentado; dientes marginales pequeños y distanciados los unos de los otros; nerviación semilazada o lazada simple; alrededor de 7 pares de nervios secundarios con curso curvado uniformemente o abrupto y ángulo de divergencia agudo $\geq 45^\circ$, llegando a ser casi recto en la zona basal; en algunas ocasiones dicotomías en los nervios secundarios; presencia

de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso recto o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación cuaternaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Tanto a causa de la morfología foliar descrita, que pudiera ser relacionada con otros géneros de angiospermas, como *Quercus*, como por el estado de preservación de los restos foliares estudiados, que no conservan trazas cuticulares, no podemos asegurar con total convicción que estos puedan ser asignados al género *Salix*, por lo que los consideramos como cf. *Salix*.

De ser posible su asignación a *Salix*, dada su morfología, debieran ser comparados con la especie actual *S. salvifolia* Brot.

Orden Capparales

Familia Brassicaceae Burnett, 1835

El registro fósil de esta familia es escaso, estando referido por palinomorfos del Mioceno Superior de Francia, descritos como "polen de Cruciferae" (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día está integrada por unos 350 géneros y alrededor de 3000 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado una silícula asignable a esta familia.

MACRORRESTOS

Brassicaceae

(Lám. XVIII, fig. 6)

Material

Se ha estudiado un único ejemplar que corresponde a una impresión excelentemente preservada de un fruto recogido en el afloramiento de Beders: MNCNV-762.

Descripción del material

Silícula redondeada; diámetro de la silícula: 1,6 cm; ápice algo escotado, por donde destaca un estilo de 0,1 cm de longitud; zona de inserción con el pedúnculo recta; longitud

del pedúnculo: 0,4 cm; zona central del fruto recorrida longitudinalmente por dos cicatrices, desde el pedúnculo hasta el ápice, siguiendo un curso paralelo, aunque curvadas ligeramente en el centro del fruto.

Observaciones

Hasta el momento no hemos encontrado ninguna cita de frutos de crucíferas en la bibliografía consultada, siendo, por lo tanto el ejemplar descrito excepcional desde un punto de vista paleontológico.

Su estado de conservación no permite realizar estudios anatómicos, pero el ejemplar pudiera estar relacionado con los géneros *Lobularia* Desv. y *Coronopus* Zinn.

Orden Ericales

Familias Clethraceae Klotzsch, 1851 y Cyrillaceae Endlicher, 1841

Tratamos a estas dos familias conjuntamente, ya que son estenopalinas y únicamente se ha detectado la presencia de palinomorfos.

Los primeros restos asignables a estas familias son palinomorfos procedentes del Maastrichtiense de California (MULLER, 1981).

La familia *Clethraceae* en la actualidad está integrada por un único género con alrededor de 65 especies que habitan en la zona tropical desde el Norte de Sudamérica hasta el Sur de Estados Unidos, en los trópicos y subtrópicos del Este de Asia, Indonesia y Nueva Guinea, destacando la existencia de una única especie endémica en Madeira (CRONQUIST, 1981).

La familia *Cyrillaceae* presenta hoy en día tres géneros y unas 14 especies que habitan en el Norte de Sudamérica, América Central, Indias Occidentales y las costas del Sureste de Estados Unidos (CRONQUIST, 1981).

Ambas familias presentan una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Clethraceae-Cyrillaceae

(Lám. XVIII, fig. 7)

Este tipo de polen, aparecido por primera vez en la zona de estudio, únicamente se ha encontrado en la mina de Sanavastre, apareciendo en pequeños conjuntos de unos 6 granos.

Por las dimensiones que presentan pudieran relacionarse tanto con la especie *Cyrtolacoeapollenites exactus* (R. Pot.) R. Pot. como con *Cyrtolacoeapollenites megaexactus* (R. Pot.) R. Pot., las cuales, según NAGY (1985), aparecen del Egeriense y Badeniense al Sarmatiense en Hungría. *C. exactus* se encuentra citado del Eoceno al Mioceno Inferior en Europa Central (PLANDEROVÁ, 1990).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; suboblatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=16,25\ \mu\text{m}$; $E=13,75\text{-}12,5\ \mu\text{m}$; colpos de aproximadamente $1,25\ \mu\text{m}$ de anchura; poros circulares con alrededor de $1\ \mu\text{m}$ de diámetro; exina de $1,5\text{-}1\ \mu\text{m}$ de espesor; no se distinguen entre sí la sexina de la nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie psilada al M.O.

Familia Ericaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos del Hemisferio Norte y semillas del Centro de Europa datadas como maastrichtienses (MULLER, 1981; KNOBLOCH & MAI, 1984). Los palinomorfos podrían confundirse con los de las familias Empetraceae y Epacridaceae, ya que algunos de los géneros de éstas presentan pólenes idénticos a los de algunas ericáceas.

En la actualidad esta familia se encuentra representada por 125 géneros y unas 3.500 especies de distribución casi cosmopolita.

La familia Ericaceae presenta una polinización entomófila.

En los afloramientos estudiados únicamente hemos encontrado granos de polen asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Ericaceae

(Lám. XVIII, figs. 10 y 11)

La familia Ericaceae se encuentra representada por palinomorfos en todos los afloramientos de la Cerdaña, salvo en el de Oliá. Parece, a causa de la presencia de granos de tamaños muy diversos, que los miembros de esta familia pudieran haber estado representados por varios taxones. Sin embargo, la morfologías estudiadas al M.O. no revelan

ni cuáles ni cuántos pudieran haber sido. Por esta razón, hemos creído conveniente reunir todos los pólenes hallados asignables a la familia Ericaceae, y describirlos conjuntamente. Según NAGY (1985), este tipo de polen debiera englobarse en el género *Ericipites* Wodehouse.

Descripción del material

Granos 3-zonoculpados, reunidos en tétrades tetraédricas regulares de diámetro=25,5-38 μm ; isopolares; radialmente simétricos; más o menos esféricos; diámetro de los granos =23,6-15,5 μm ; colpos difíciles de apreciar ya que se encuentran tapados por los granos contiguos de la tétrade; exina de 0,9-1,36 μm ; sexina y nexina difíciles de distinguir; téctum completo; infratéctum aparentemente sin columelas al M. O.; superficie psilada o algo escábrida.

Orden Ebenales

Familia Sapotaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia están basados en pólenes, tratándose de la especie *Sapotaceoipollenites robustus*, del Senoniense y Paleoceno del NW de Borneo (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 70 géneros y alrededor de 900 especies, de distribución fundamentalmente pantropical (HARLEY, 1985), con unas pocas especies extendidas en regiones templadas (CRONQUIST, 1981). Presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

En la Cerdaña se han hallado únicamente granos de polen relacionables con ella.

MICRORRESTOS

Sapotaceae

(Lám. XVIII, figs. 8 y 9)

En este apartado introducimos todos los palinomorfos estudiados asignables a la familia Sapotaceae. Seguramente se incluyen conjuntamente granos asignables a taxones diferentes ya que su diferenciación es complicada. Aparecen de forma puntual en los afloramientos de Beders, torrente de Vilella, barranco de Salanca, torrente de la Bavosa, riu

de Santa María, Coll de Saig, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

Descripción del material

Granos 4-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=31,8-36,6\ \mu\text{m}$; $E=19,9-21,8\ \mu\text{m}$; poros de $2,7-4,5\ \mu\text{m}$ de luz; colpos con forma navicular, adelgazados en los polos donde nunca se fusionan entre ellos; anchura máxima del colpo: $3,6-4\ \mu\text{m}$; exina de $0,9-1,1\ \mu\text{m}$ de espesor; en casi ningún ejemplar se observan diferencias entre la sexina y la nexina, pudiendo ser que ambas presenten el mismo grosor; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie psilada, o ligeramente escabrida al M.O.

Observaciones

Algunos de los granos estudiados presentan una gran semejanza con los de la especie *Sapotaceoidaepollenites sapotoides* (Pf.) R. Pot. Ésta se ha hallado en el Egeriense, Karpatiense, Badeniense y Sarmatiense de Hungría.

Orden Primulales

Familia Myrsiniaceae R. Brown, 1810

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos del Oligoceno de Nueva Zelanda que se pueden relacionar con el género *Suttonia* Hook. Palinomorfos atribuibles al género *Rapanea* Aubl., se han hallado en el Plioceno de Colombia (MULLER, 1981).

La familia Myrsiniaceae presenta en la actualidad unos 30 géneros y 1.000 especies ampliamente distribuidas por regiones tropicales y subtropicales de ambos Hemisferios (CRONQUIST, 1981).

MACRORRESTOS

Myrsiniaceae

(Lám. XVIII, fig. 3)

Material

Se ha estudiado un único fragmento basal de la impresión de una hoja en mal estado de conservación procedente de Coll de Saig: MNCNV-4655.

Descripción del material

Fragmento basal de un resto foliar; longitud conservada: 4,4 cm; anchura máxima: 3,1 cm; base decurrente; margen liso; nerviación curvipinnada simple; nervio primario robusto; nervios secundarios muy delgados, con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$ y curso uniformemente curvado; presencia de nervios intersecundarios en número de 2-3 entre cada par de nervios secundarios; nerviación terciaria reticulada al azar formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Este resto foliar podría compararse con hojas de especies actuales de la familia Myrsiniaceae, incluidas en los género *Myrsine* L. y *Pleiomeris* A. Dc. LAURENT (1904-1905) describió en el Plaisanciense de Pas-de-la-Mougudo la especie *Myrsine martyi*, que presenta una morfología parecida a la de nuestro ejemplar. No obstante, para asignar sin ninguna duda este resto foliar a un género determinado deberíamos encontrar ejemplares completos en buen estado de preservación. Esta es la primera vez que se cita esta familia en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Familia Primulaceae Ventenat, 1799

Sus registros son muy escasos, datando la primera cita del Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981), correspondiendo al tipo *Samolus valerandi* L. No es frecuente hallar palinomorfos de esta familia, seguramente debido a su dispersión entomófila, por lo que el hallazgo de estos granos de polen en los afloramientos de Venta del Moro presenta una gran importancia desde el punto de vista paleobotánico.

La familia Primulaceae hoy en día consta de 30 géneros y unas 1.000 especies que se distribuyen fundamentalmente por regiones templadas y frías del Hemisferio Norte, y por montañas tropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se ha detectado la presencia de palinomorfos.

MICRORRESTOS

***Primula* sp.**

(Lám. XVIII, fig. 5)

Granos de polen asignables a este género han sido detectados de una forma puntual en los afloramientos de Prats, barranco de Salanca y en la mina de Sanavastre.

Descripción del material

Granos sincolpados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $E \approx 35 \mu\text{m}$; colpos de aproximadamente $1,5\text{-}2 \mu\text{m}$, anastomosados en los polos; exina de unas $1,3 \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie microrreticulada.

Subclase Rosidae

Orden Rosales

Familia Rosaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia fue calificado como ambiguo por CRONQUIST (1981), ya que restos asignables a un género considerado avanzado, como *Rosa* L., ya se encontraban en los sedimentos paleocenos o eocenos de Norteamérica, extendiéndose en el Oligoceno. Leños asignables al género *Prunus* L., se han hallado en el Eoceno de Yellowstone, Estados Unidos (CRONQUIST, 1981); en el Oligoceno de Tsugazaki, Japón (SUZUKI, 1984); y en el Mioceno Inferior de Nesorí, Japón (TAKAHASHI & SUZUKI, 1988).

Los primeros palinomorfos asignables a esta familia fueron registrados en el Oligoceno y en el Mioceno Inferior de Camerún, siendo asignables al tipo *Parastemon* A. Dc. (MULLER, 1981).

Según CRONQUIST (1981), la familia Rosaceae se encuentra integrada por unos 100 géneros y alrededor de 3.000 especies de distribución casi cosmopolita, siendo más común en las regiones templadas y subtropicales del Hemisferio Norte.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña solamente se han hallado granos de polen en muy escasa proporción.

MICRORRESTOS

Rosaceae

(Lám. XVIII, fig. 12)

Palinomorfos asignables a esta familia únicamente se han hallado en la carretera de Balltarga a Pi. Dada la escasez de éstos y su estado de conservación no podemos relacionarlos con ningún género en concreto, por lo que se han descrito como Rosaceae.

Las plantas que tuvieron granos de polen de este tipo presentaron una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 34,4 \mu\text{m}$; $E \approx 15 \mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,25 \mu\text{m}$; poros más o menos circulares de alrededor de $3,7 \mu\text{m}$ de luz; exina de $\approx 1,9 \mu\text{m}$ de espesor; nexina=sexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie estriada, con estrías dispuestas en disposición longitudinal, según la dirección del eje polar.

Orden Fabales

Familia Mimosaceae R. Brown in Flinders, 1814

Los restos más antiguos supuestamente asignables a esta familia son folíolos del Cretácico Inferior de Norteamérica, pero ninguno de éstos ha sido evaluado desde el punto de vista de su cutícula (CREPET & DILCHER, 1977). Aunque estos últimos autores hacen referencia a tétrades de polen del Cenomaniense, MULLER (1981), expresa que los primeros restos polínicos sin lugar a duda provienen del Eoceno medio del Camerún, siendo mónadas incluidas en la especie parataxónica: *Brevicolporites guinetti* Salard-Chebouldaeff. Los primeros palinomorfos relacionables con el género *Acacia* Mill., provienen del Eoceno superior de Camerún, estando incluidos en la especie *Polyadopollenites vancampoi* Salard-Chebouldaeff (MULLER, 1981).

Esta familia es incluida como subfamilia en Fabaceae por algunos autores como HEYWOOD (1985), presentando hoy en día unos 40 géneros y 2.000 o más especies extendidas por regiones tropicales o subtropicales, especialmente en climas áridos o semiáridos (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Tipo *Acacia* sp.

(Lám. XIX, fig. 6)

Este tipo de polen, detectado por primera vez en la Cerdaña, solamente ha sido registrado en el torrente de Vilella, debiendo ser relacionado con el género *Acaciopollenites* Mildenhall. La dispersión de los granos de polen de este género se lleva a cabo de forma entomófila por lo general, aunque existen algunas Mimosaceae ornitófilas según CREPET & DILCHER (1977).

Descripción del material

Granos agrupados en políadas, observándose un núcleo central de cuatro células rodeado por otras cuatro; diámetro de la políada $\approx 40 \mu\text{m}$; granos isopolares con diámetro de $\approx 16 \mu\text{m}$; no se observan aperturas; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de grosor; sexina=nexina; téctum completo; superficie escábrida.

Familia Caesalpinaceae R. Bronw in Flinders, 1814

Los primeros restos asignables a esta familia son palinomorfos del Maastrichtiense de Siberia, incluidos en el género parataxónico *Sindorapollis* Krutzsch (MULLER, 1981). Los primeros granos de polen asignables al género *Caesalpinia* L., fueron registrados en el Eoceno Inferior de Venezuela. Frutos asignables a este género se han hallado en el Eoceno medio de Norteamérica (HERENDEEN & DILCHER, 1991). Según estos últimos autores, la mayoría de los foliolos fósiles asignados a *Caesalpinia* deberían ser reevaluados.

Al igual que la familia anterior, algunos autores como HEYWOOD (1981) la incluyen como subfamilia dentro de Fabaceae. Consta actualmente de unos 150 géneros y alrededor de 2.200 especies que se encuentran distribuidas fundamentalmente en regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado foliolos dispersos de una forma poco abundante.

MACRORRESTOS

Caesalpinia sp.

(Fig. 51; Lám. XIX, fig. 1)

- 1905 - *Robinia pseudoacacia*, MARTY, pág. 17, pl. V, fig. 7.
1950 - *Cassia lignitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
1950 - *Leguminosites proserpinae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
1951 - *Podogonium lyellianum*, BATALLER, pág. 141.
1955 - *Cassia lignitum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 126-127, lám. XLVIII, fig. 5.
1955 - *Leguminosites proserpinae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 133-134, lám. XLIX, figs. 1, 3.
1955 - *Podogonium knorrii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 131, lám. XLVIII, fig. 3.
1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, lám. LII, fig. 1.
1977 - *Cassia lignitum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
1980b - *Cassia lignitum*, SANZ DE SIRIA, pág. 22.
1988 - *Podogonium lyellianum*, VICENTE I CASTELLS, pág. 50, lám. IV, figs. 9-10.

Material

Se han estudiado 8 ejemplares como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, en un regular estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Can Pilbre, Prats y barranco de Salanca: MNCNV-270, MNCNV-305, MNCNV-337, MNCNV-349, MNCNV-352, MNCNV-498.

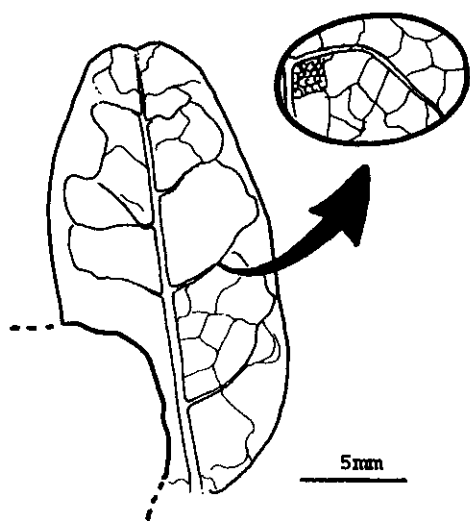


Fig. 51. *Caesalpinia* sp. MNCNV-305

Descripción del material

Restos foliolares, cortamente peciolulados; peciolulo $\approx 0,1$ cm; limbo elíptico; longitud del limbo: 2,3-1,8 cm; anchura máxima del limbo: 1,1-0,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,02-0,8 cm; ápice de retuso a redondeado; base redondeada; margen liso; nerviación reticulipinnada; 4-5 pares de nervios secundarios que se curvan abruptamente con ángulo de divergencia $>45^\circ$ o recto; nerviación terciaria reticulada al azar (Lám. XIX, fig. 1b); nervios de rango inferior reticulados

ortogonalmente, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Posiblemente los restos estudiados pudieran relacionarse con la especie *C. falconeri* Heer, del Sarmatiense de Suiza (HEER, 1859), o con *Caesalpinites (Copaifera) leptobiifolius* descrita por SAPORTA (1965), en el Aquitaniense de Armissant. Desgraciadamente, nuestros

ejemplares no se encuentran en óptimo estado de preservación, amén de ser escasos. Por esta razón, aunque parece innegable su atribución al género *Caesalpinia*, no podemos asignarlos a ninguna especie en concreto. Esta es la primera vez que se cita este género en la Cerdaña.

Familia Fabaceae Lindley, 1836

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos hallados en el Mioceno Superior (CRONQUIST, 1981). No obstante, MULLER (1981), indica que los primeros restos polínicos de esta familia no aparecen hasta el Plioceno.

Restos macroscópicos atribuibles a Fabaceae no se pueden asignar con seguridad hasta el Mioceno, aunque existen citas dudosas del género *Cercis* L., en el Oligoceno.

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 400 géneros y alrededor de 10.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Presenta una difusión entomófila de sus granos de polen.

En los afloramientos de la Cerdaña únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Tipo *Robinia* sp.

(Lám. XIX, fig. 5)

Este tipo de polen aparece de forma puntual o apreciable en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de Can Vilella y camino al Serrat de Nas. Este tipo de polen es muy parecido a la especie parataxónica *Laesopollis laesus* descrita por MENKE (1976) en el Plioceno de Oldenswort, Alemania.

Esta es la primera cita de este tipo en la Cerdaña y en todo el Terciario español.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; $P \approx 31,8 \mu\text{m}$; $E = 36-27 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, con $\approx 4-8 \mu\text{m}$ de anchura en el ecuador; exina con $2-1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie granulado-escábrida.

Tipo *Ononis* sp.

(Lám. XIX, fig. 3)

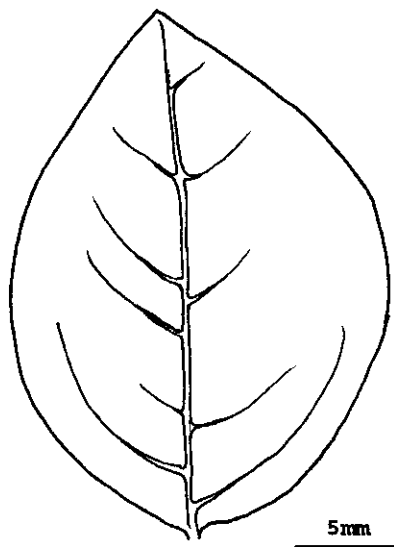
Únicamente se han podido estudiar dos granos, uno de ellos procedente del yacimiento de Beders y el otro del de Prats. Esta es la primera cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña y de todo el Terciario español.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; esféricos en vista polar; $P \approx 37,2 \mu\text{m}$; $E \approx 28 \mu\text{m}$; colpos estrechos de unas $1,8 \mu\text{m}$ de anchura; poros elípticos alargados, con diámetro longitudinal de alrededor de $7,27 \mu\text{m}$; exina de unas $2,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie reticulada y granulada.

Fabales indet.

Incluimos en este apartado un conjunto de macrorrestos que dadas sus características morfológicas se podrían relacionar con las tres familias anteriormente mencionadas.



a) tipo 1 (Fig. 52; Lám. XIX, fig. 4):

1945 - *Andromeda tremula*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 346, lám.

VII.

Material

Se han estudiado cinco ejemplares conservados como impresiones, en un regular estado de conservación, procedentes de Coll de Saig: MGBV-9496, MGBV-10032, MGM-1084M, MNCNV-499, MNCNV-4466.

Descripción del material

Restos foliolares de aspecto coriáceo, cortamente peciolulados; peciólulo: 0,2-0,15 cm; limbo de oval a lanceolado; longitud del limbo: 3,6-2,5 cm; anchura máxima del limbo: 1,9-1,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,2-0,9 cm; ápice agudo; base redondeada; margen liso; nerviación no bien preservada pero con apariencia de haber sido curvipinnada; nervios secundarios con curso curvado

uniformemente y ángulo apical $\geq 45^\circ$; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Este tipo de resto fue determinado por KNOBLOCH (1969), como "*Cassia*" aff. *hyperborea* Ung. sensu Heer. Nosotros pensamos que quizás también pudiera compararse con la especie fósil *Cassia berenices* Ung. (HEER, 1859).

b) tipo 2 (Fig. 53; Lám. XIX, fig. 2):

1955 - *Robinia regeli*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 129, lám. XLVII, fig. 2.

Material

Se han estudiado dos ejemplares preservados como impresiones, en regular estado de conservación, procedentes del yacimiento de Coll de Saig: MGBG-A-125, MNCNV-334.

Descripción del material

Restos foliolares de aspecto coriáceo, cortamente peciolulados; peciolulo $\approx 0,45$ cm; limbo elíptico; longitud del limbo; 3,1 cm; anchura máxima del limbo: 2,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,3 cm; ápice retuso; base redondeada; margen liso; nerviación mal preservada, curvipinnada; nervios secundarios con curso curvado uniformemente con ángulo de divergencia $\geq 45^\circ$; no se observa nerviación terciaria.

c) tipo 3 (Fig. 54a; Lám. XIX, fig. 12):

Legumbre

Material

Un sólo ejemplar procedente del Barranco de Salanca conservado como compresión sin cutícula preservada, en mal estado de conservación: MNCNV-4699.

Descripción del material

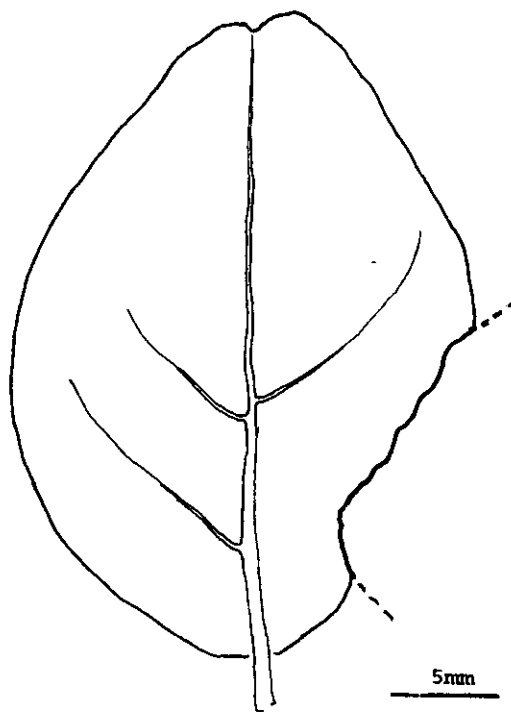


Fig. 53. Fabales tipo 2 MNCNV-334

Se trata de un fragmento de legumbre al que le faltan los dos ápices; longitud conservada: 1,4 cm; anchura en su zona central: 0,42 cm; en los márgenes aparece una zona recorrida por gran número de nervios; aparecen una serie de marcas paralelas, perpendiculares al borde del fruto que parecen delimitar tres semillas.

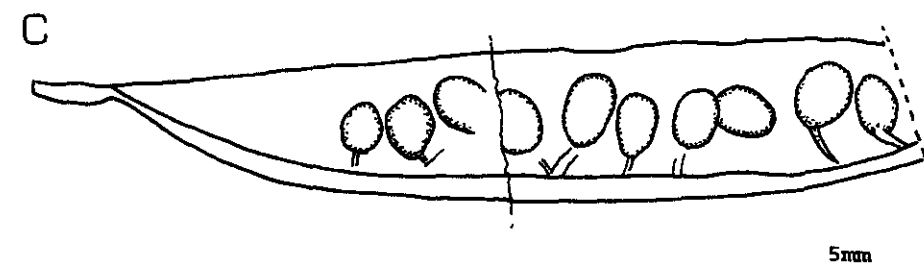
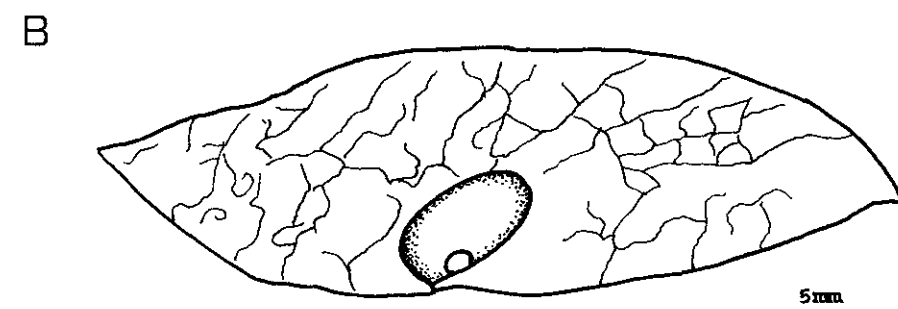
d) tipo 4 (Fig. 54b; Lám. XIX, fig. 11): **Legumbre**

Material

Un único ejemplar en buen estado de conservación, correspondiente a una impresión colectado en el yacimiento de Coll de Saig: CJQ-013.

Descripción del material

Legumbre monosperma con forma ahusada, aunque se encuentra algo escotada en la zona de inserción de la semilla a la vaina; longitud: 3,1 cm; anchura: 0,9 cm; semilla



redondeada de unos 0,3 cm; el fruto entero se encuentra atravesado por nervios que se distribuyen sobre él de una forma más o menos irregular, formando una red poligonal.

Observaciones

Este tipo de fruto se parece a los que HABLY (1992) describe en el

Fig. 54. Fabales:
A) tipo 3 MNCNV-4699. B) tipo 4 CJQ-013. C) tipo 5 CJQ-014.

Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría, como *Leguminocarpon* tipo IV. El autor anteriormente citado relaciona este tipo de legumbre con el género *Dalbergia* L., que presenta legumbres de dispersión anemócora. Sin embargo nosotros no hemos conseguido comparar esta legumbre con las de ningún género conocido.

e) tipo 5 (Fig. 54 c; Lám. IXI, fig. 7): **Legumbre**

Material

Un sólo ejemplar en buen estado de conservación correspondiente a una impresión colectada en el yacimiento de Coll de Saig: CJQ-014.

Descripción del material

Fragmento de legumbre alargada a la que le falta el extremo distal; longitud: 7,5 cm de longitud; anchura: 1,5 cm; extremo proximal ahusado; presenta 10 semillas redondeadas de unos 5 mm de diámetro; presenta una sutura placentar muy clara que recorre longitudinalmente todo el fruto, de ella salen los funículos en donde se insertan las semillas; distancia entre los funículos: 0,4 cm; no se observa nerviación sobre el fruto.

Orden Proteales

Familia Elaeagnaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es escaso estando referido a palinomorfos. Los restos más antiguos fueron hallados Oligoceno de Europa Central, e incluidos en la especie *Slowakipollis hippophaeoides* Krutzsch (MULLER, 1981).

Esta familia presenta actualmente 3 géneros y alrededor de 50 especies, que habitan principalmente en regiones templadas y subtropicales del Hemisferio Norte, aunque también se extienden también por Asia Tropical y el Norte de Australia (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña se han encontrado esporádicamente algunos granos de polen.

MICRORRESTOS

***Elaeagnus* sp.**

(Lám. XIX, fig. 10)

Palinomorfos asignables a este género se han obtenido de forma puntual en las minas

de Sanavastre y Sampson y en el yacimiento de Oliá, pudiendo relacionarse con los que integran el género *Slowakipollis* W. Kr.

El género *Elaeagnus* L., presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; triangulares de contorno plano en vista polar; $P=30,5-29\ \mu\text{m}$; colpos cortos; nexina muy gruesa alrededor de los ori, en los mesocolpos aproximadamente del mismo grosor que la sexina; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie escábrida.

Familia Proteaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros que se conocen de esta familia son palinomorfos asignables al tipo *Guevina* Juss., del Maastrichtense del Norte de Sudamérica y África Central.

La familia Proteaceae está integrada en la actualidad por unos 75 géneros y más de 1.000 especies extendidas en regiones tropicales y subtropicales, y en las zonas más cálidas del Hemisferio Sur (CRONQUIST, 1981).

Restos foliares de proteáceas se han colectado en el Chatiense de Sagor y Sotzka y en el Mioceno Inferior de Häring; así como en el Terciario de Australia (ZITTEL, 1891).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado dos restos foliares que quizás pudieran relacionarse con algún género de esta familia.

MACRORRESTOS

cf. *Protea lingulata* Heer, 1856

(Fig. 55; Lám. XIX, fig. 8)

- * 1856 - *Protea lingulata*, HEER, pág. 95, lám. XCVII, figs. 19-20.
- 1870-1872 - *Protea lingulata*, SCHIMPER, pág. 778.
- 1955 - *Timeleácea* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 180-181, lám. L, fig. 4.
- 1969 - "*Protea*" cf. *lingulata*, KNOBLOCH, págs. 36-37, fig. 74, lám. VII, figs. 2, 2a, 3, 3a, 7, 7a.
- 1988 - *Protea lingulata*, VICENTE I CASTELLS, pág. 38, lám. II, figs. 16-17.
- 1988 - *Protea monjovisciana*, VICENTE I CASTELLS, pág. 38-39, lám. 2, figs. 18-23.

Material

Se han estudiado tres ejemplares preservados como impresiones en mal estado de conservación. Una de ella no tiene localidad conocida (MNCNV-959), y las otras dos proceden del barranco de Salanca (MNCNV-690, MNCNV-743).

Diagnosis original (HEER, 1856)

P. foliis sessilibus, linguiformibus, basi valde angustatis apice obtusis, rotundatis; nervo medio apicem versus evanescente, nervis secundariis sub angulo peracuto egredientibus, hyphodromis.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de unos 0,25 cm; limbo oblanceolado; longitud del limbo: 3,3-2,1 cm; anchura máxima del limbo: 0,5-0,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2,6-1,6 cm; ápice redondeado; base cuneada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; no se observa con claridad la nerviación secundaria, parece que existen de 4 a 5 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia agudo $<45^\circ$ que se curvan uniformemente; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Estamos de acuerdo con KNOBLOCH (1969), en considerar posible la adscripción de estos restos foliares al género *Protea* L., pero sin afirmarlo taxativamente, ya que este tipo foliar aparece en varios tipos de angiospermas herbáceas. Además no existen estudios cuticulares que confirmen la pertenencia de este tipo foliar a la familia Proteaceae.

Estos restos, de poder asignarse al género *Protea*, se encontrarían relacionados con las especies actuales: *P. celocephala* Meissin., *P. lepidocarpon* R. Br. y *P. mellifera* Thumb. (VICENTE I CASTELLS, 1988).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Aquitaniense. Montenailles, Laussane y Weintalde, Berna, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).

-Burdigaliense-Helvetiense. Znojmo, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).

-Sarmatiense. Toscana, Italia (SCHIMPER, 1870-1872).

-Tortonense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE I CASTELLS, 1988).

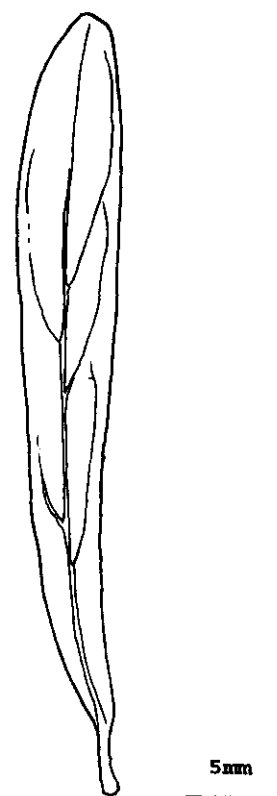


Fig. 55. cf. *Protea lingulata* MNCNV-690

-Vallesiense. La Cerdaña, Lérida, España.

Orden Haloragales

Familia Haloragaceae R. Brown in Flinders, 1814

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son palinomorfos del Paleoceno superior de la Cuenca de París, tratándose de granos de polen semejantes a los de las especies *Myriophyllum amphibium* y *M. alterniflorum* Dc. (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por 8 géneros y alrededor de 100 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña sólo se han hallado palinomorfos relacionables con esta familia.

MICRORRESTOS

***Myriophyllum* sp.**

(Lám. XIX, fig. 9)

Se han encontrado de forma puntual granos de polen asignables a este género en los afloramientos de la carretera de Bellver a Pi, Prats, riu de Santa María, vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre; siendo del tipo *M. spicatum* L., descrito por ENGEL (1978) Y DÍEZ in VALDÉS **et al.** (1987).

Este género presenta flores anemófilas.

Descripción del material

Granos 4-zonoporados; subisopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; cuadrangular-anguloaperturados en vista polar; $E \approx 29 \mu\text{m}$; poros de aproximadamente $3,75 \mu\text{m}$ de diámetro, bordeados por un anillo con cerca de $5 \mu\text{m}$; espesor de la exina de unas $1,8 \mu\text{m}$ en los mesoporios y de $3,75$ alrededor de los poros; sexina y nexina difíciles de distinguir; tectum completo; infratectum sin columelas; superficie escábrida y perforada.

Familia Thymelaeaceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia hoy en día se encuentra constituida por unos 50 géneros y 500 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

Sus primeros registros están referidos a palinomorfos del Eoceno inferior del Sur de Europa, incluidos en el tipo *Daphne* L. (MULLER, 1981). Macrorrestos aparecen en el Oligoceno y en estratos más recientes (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña únicamente hemos identificado granos de polen atribuibles a esta familia.

MICRORRESTOS

Thymelaeaceae

(Lám. XX, fig. 3)

Polen asignable a esta familia aparece por primera vez en la zona estudiada de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, camino al Serrat de Nas, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Parece ser asignable al tipo *Thymelaea villosa* (L.) Endl., descrito por CANDAU in VALDÉS *et al.* (1987), el cual engloba especies tanto del género *Thymelaea* Endl. como del género *Daphne*. Por esta razón los palinomorfos ceretanos se estudian en este apartado asignándose a la familia y no a un género en concreto.

Esta familia presenta una polinización entomófila de sus flores.

Descripción del material

Granos pantoporados; apolares; radialmente simétricos; diámetro≈23-22 µm; poros de contorno irregular de alrededor de 1,5-1 µm de luz; exina gruesa de unas 4-3,5 µm; sexina 5-6 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con elementos ornamentales de morfología variable sobre los muros.

Familia Trapaceae Dumortier, 1828

Los primeros restos fósiles son frutos del Paleoceno de Point Rock, Grupo Laramie, USA (fide ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1981a). Palinomorfos se han hallado por primera vez en el Mioceno Inferior de Bohemia, incluyéndose en el género parataxónico: *Sporotrapoidites* Klaus (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género y alrededor de 15 especies nativas África tropical y subtropical y Eurasia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado restos macroscópicos referibles a frutos, y palinomorfos.

MICRORRESTOS

Trapa sp.

(Lám. XX, fig. 7)

Palinomorfos perteneciente a este género se han hallado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual o abundante en el yacimiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con la especie parataxónica *Sporotrapoidites illigensis* Klaus, según lo descrito por SKAWIŃKÁ (1985) y lo expuesto por MOHR & GEE (1990). Esta paraespecie se parece al polen de la especie actual *Trapa natans* L. (MOHR & GEE, 1990), habiéndose encontrado en el Mioceno Inferior de Checoslovaquia, Mioceno de Rypia (Polonia), Mioceno Superior de Gerlachów (Polonia) y en el Plioceno de Austria (SKAWIŃKÁ, 1985).

Este género presenta una polinización hidrófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados, aunque los colpos se encuentran cubiertos por las crestas; isopolares; radialmente simétricos; suboblatos en vista ecuatorial; triangulares en vista polar; $P \approx 101,25 \mu\text{m}$; $E \approx 131,25 \mu\text{m}$; sexina se separa de la nexina formando tres crestas meridionales, las cuales se juntan en los polos; sexina de las crestas no homogénea, con diferentes grosores; superficie granulada y/o verrucada.

MACRORRESTOS

Trapa ceretana RÉROLLE, 1884-1885

(Lám. XX, fig. 8)

- * 1884-1885 - *Trapa ceretana*, RÉROLLE, págs. 378-379, pl. XIV, fig. 11.
- 1890 - *Trapa silesiaca*, BOULAY, pág. 41-42, pl. VI, figs. 10-11.
- 1922 - *Trapa silesiaca*, DEPAPE, págs. 200-202, pl. XIII, figs. 2-4.
- 1945 - *Trapa ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1946 - *Trapa* af. *natans*, TEIXEIRA, págs. 8-9, est. VII, figs. 1-4.
- 1950 - *Trapa ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1951 - *Trapa ceretana*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Trapa ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140, lám. XLVI, fig. 1.
- 1967 - *Trapa moravica*, OPRAVIL & KNOBLOCH, págs. 117-121, lám. VII-X.
- 1981 - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981 - *Trapa heeri*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981 - *Trapa* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981b - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 183, 186, 187, 188, fig. 13.
- 1981 - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 35.
- 1981 - *Trapa* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 35.
- 1989 - *Trapa* sp., MEIJER, págs. 68-69, lám. 25, fig. 6.

Material

Se han estudiado 15 ejemplares en forma de impresiones y compresiones en buen y regular estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Alp, Coll de Saig, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y la mina de Sanavastre:

MGM-1085M, MNCNV-287, MNCNV-4689, MNCNV-4690, MNCNV-4691, MNCNV-4692, MNCNV-4693, MNCNV-4694, MNCNV-4695, UCM-CMS-1, UCM-CMS-2, UCM-CMS-3, UCM-CMS-4, UCM-MS-001, UCM-MS-003.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

T. nucibus latis, e basi attenuata in spinam conicam mediam inque spinas laterales duas angustas, patentes, acutissimas productis, longitudinaliter dense striatis.

Descripción del material

Nueces globosas con forma más o menos esférica; longitud: 4,6-2,8 cm; anchura: 3,9-1,7 cm; cono germinal redondeado; zona basal, coincidiendo con la parte más ancha del fruto y la zona de inserción de éste en la planta, truncada; dos espinas largas y estrechas, con longitud de 2,7-2,1 cm y anchura en su zona de inserción con el fruto de 0,5-0,4 cm, desarrollándose siempre a ambos lados de la zona basal; existencia de una a tres cicatrices en el centro del fruto, la central usualmente más desarrollada, éstas son cicatrices de inserción de espinas que no se conservan al encontrarse los ejemplares como impresiones; en algunas ocasiones aparece una espina en posición apical. En resumen los frutos de esta especie tenían entre 3 y 6 espinas, aunque no sabemos si éstas eran del mismo tamaño o de tamaños diversos, como ocurre en especies como *T. silesiaca* Goepp. (STUCHLIK et al., 1990); presencia de estrías en la zona apical del fruto que le debieron recorrer de forma longitudinal, siendo paralelas entre ellas.

Observaciones

Esta especie fue descrita en la Cerdaña por RÉROLLE (1884-1885), siendo muy próxima a *T. silesiaca*. Quizás los frutos ceretanos debieran ser asignados a esta especie, que fue descrita en el Mioceno Superior de Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855). Sin embargo nos encontramos con el problema de que los ejemplares colectados en la Cerdaña aparecen siempre en forma de impresiones que no dejan observar el número de espinas por fruto. Posiblemente *T. ceretana* poseyó hasta seis espinas, desgraciadamente, no podemos adivinar

si las espinas que presentaba *T. ceretana* eran del mismo tipo que las dos apicales, que siempre quedan representadas, o eran pequeñas y se encontraban en la mitad del fruto, como ocurre en los ejemplares del Mioceno Superior de Belchatów, Polonia (STUCHLIK *et al.*, 1990). Por la falta de información que presentan nuestros frutos con respecto a los de otros lugares, que aparecen en forma de carbonificaciones, hemos considerado seguir manteniendo la especie *T. ceretana*, aunque es posible que en el futuro, si llegamos a conseguir restos en otro estado de preservación podamos referir esta especie a *T. silesiaca*.

La especie ceretana es idéntica a *T. moravica*, descrita en el Pannoniense de Moravia por OPRAVIL & KNOBLOCH (1967). Basándonos en el principio de prioridad, esta especie no tiene valor taxonómico, debiéndose incluir en *T. ceretana*.

Parece posible una relación filogenética entre *T. ceretana* y la especie actual *T. natans* L., éstas, además del problema de las espinas que es el mismo ya comentado, presentan diferencias en la zona basal, presentándola menos desarrollado la especie ceretana (DEPAPE, 1922).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Vallesiense. Sprendlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1981); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

-Pannoniense. Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (OPRAVIL & KNOBLOCH, 1967).

-Pontiense. Azambuja, Portugal (TEIXEIRA, 1946).

-Plaisanciense. Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890).

-Astiense. Vacquières, Gard, Francia (DEPAPE, 1922).

Familia Onagraceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de Onagraceae están referidos a palinomorfos del Maastrichtiense de California (*Trivestibulopollenites* sp.) y de Brasil (*Jussitriporites* sp.) (MULLER, 1981). Frutos atribuibles al género *Circaea* L., aparecen a partir del Oligoceno (CRONQUIST, 1981).

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 17 géneros y alrededor de 675 especies (CRONQUIST, 1981), con distribución casi cosmopolita.

En los sedimentos de la depresión Ceretana únicamente hemos hallado granos de polen

de una forma escasa.

MICRORRESTOS

Epilobium sp.

(Lám. XX, fig. 1)

Polen referible a este género se ha hallado por primera vez en la Cerdaña en el yacimiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo referible al género parataxónico: *Jussiaepollenites* sp. Las distintas especies del género *Epilobium* L. presentan una polinización de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados, aspidados; subisopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; triangulares con contorno de plano a convexo en vista polar; E=61,25-54,4 μm ; poros de alrededor de 11,25 μm de luz; exina de 2,5-1 μm de espesor; sexina y nexina difíciles de distinguir; téctum completo; no se observan columelas en el infratéctum; superficie granulada al M. O.

Orden Cornales

Familia Nyssaceae Dumortier, 1829

Su registro fósil es abundante habiendo sido constatado por primera vez en el Paleoceno de España, Francia, Texas y Costas del Golfo de México, a partir de palinomorfos (MULLER, 1981). Frutos se han encontrado en gran número de depósitos a partir del Eoceno inferior. Restos foliares aparecen en numerosas ocasiones en asociación con frutos también desde el Eoceno. Leños han sido colectados en el Eoceno de Yellowstone, Estados Unidos (CRONQUIST, 1981).

La familia Nyssaceae está compuesta actualmente por 3 géneros y 7 u 8 especies que habitan en el Este de Norteamérica y en el Este de Asia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Nyssa sp.

(Lám. XX, fig. 2)

Polen asignable a este género se ha encontrado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y en la mina de Sanavastre, siendo asignables a la especie parataxónica *Nyssapollenites pseudocruciatatus* (R. Pot.) Thierg., citada por NAGY (1985) en el Egeriense, Ottnangiense, Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense, Pannoniense inferior y superior de Hungría. El género *Nyssa* L., presenta una polinización entomófila, aunque algunos de sus granos probablemente se dispersan de forma anemófila (LIEUX, 1983).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; de suboblatos a circulares en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 20,6 \mu\text{m}$; $E \approx 21,25\text{-}20 \mu\text{m}$; colpos de unas $2,5 \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente el grano terminando en los polos sin fusionarse; poros redondeados de unas $3\text{-}2 \mu\text{m}$ de diámetro; exina de alrededor de $2,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida o algo verrucada.

Familia Cornaceae Dumortier, 1829

El registro fósil de esta familia es reducido. Se han descrito leños del Cretácico Superior semejantes a los de *Cornus* L., como *Cornoxydon* Conwentz, sin embargo este tipo de troncos podrían ser también asignados a los géneros *Symplocos* Jacq. y *Myrica* (EYDE, 1988).

Los primeros registros verdaderamente asignables a Cornaceae son frutos del Campaniense-Santoniense de Suecia (EYDE, 1988). Restos foliares se han descrito en el Eoceno del Norte de Dakota (TAYLOR & TAYLOR, 1993). Según MULLER (1981) el registro polínico de esta familia debe ser revisado ya que presenta granos semejantes a los de otras familias como Garryaceae y Nyssaceae.

Esta familia se encuentra hoy en día constituida por 11 géneros y alrededor de 100 especies extendidas en las regiones templadas del Norte y irregularmente distribuidas en regiones templadas y tropicales del Sur (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdeña hemos encontrado un único resto foliar y palinomorfo asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Cornus sp.

(Lám. XX, fig. 5)

Granos de polen referibles a este género aparecen por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Posiblemente pueda ser relacionado con el tipo polínico de la especie actual *Cornus suecia* A. Crag., según lo expuesto por MOORE et al. (1991).

El género *Cornus* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 28 \mu\text{m}$; $E \approx 26\text{-}23 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, anchura de los colpos $\approx 3 \mu\text{m}$; poros hundidos en el colpo, de apariencia lolongada con unas $4,5 \mu\text{m}$ de luz; exina de aproximadamente $2 \mu\text{m}$ de espesor; sexinas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie ligeramente escábrida.

MACRORRESTOS

Cornus sp.

(Fig. 56; Lám. XX, fig. 6)

Material

Se han colectado dos restos foliares como impresiones en buen estado de conservación, procedentes del yacimiento de Coll de Saig: MNCNV-263, MNCNV-4701.

Descripción del material

Resto foliar peciolado; peciolo: 0,27 cm; limbo elíptico; longitud del limbo: 2,63 cm; anchura máxima del limbo: 1,38 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,2 cm; ápice agudo; base aguda; margen liso e irregularmente ondulado; nerviación curvipinnada simple; 8 pares de nervios secundarios de curso derecho con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$, siendo más ancho hacia la base y más estrecho hacia el ápice; nerviación de rango inferior

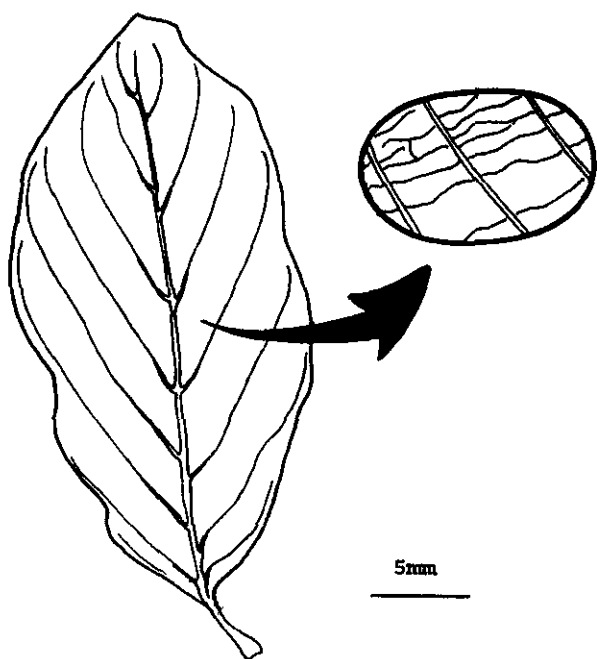


Fig. 56. *Cornus* sp. MNCNV-4701

a la secundaria mal preservada aunque la nerviación terciaria parece percurrente, y oblícua frente al nervio medio y la de rango inferior reticulada ortogonalmente.

Observaciones

Esta es la primera vez que se describen restos foliares atribuibles sin lugar a duda al género *Cornus* en el Vallesense de la Cerdaña.

Orden Santalales

Familia Viscaceae Miers, 1851

Los restos fósiles asignables a esta familia están referidos únicamente a palinomorfos, los más antiguos datan del Eoceno Inferior de Europa Central, siendo atribuibles al tipo *Arceuthobium* M. Bieb (MULLER, 1981).

Esta familia actualmente se encuentra integrada por 7-8 géneros y 350 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Viscaceae

(Lám. XX, fig. 10)

Granos de polen atribuibles a esta familia aparecen de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y en la mina de Sanavastre. Parecen relacionables con el género *Viscum* L., pero presentan equinulas más delgadas, y posiblemente correspondan a la especie parataxónica, *Tricolporopollenites spinus* descrita por Krutzsch (1962), que aparece en Alemania en sedimentos desde la mitad del Oligoceno superior hasta el Plioceno.

Según CRONQUIST (1981), los diferentes géneros de esta familia presentan polinización anemófila o entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 21,8 \mu\text{m}$; $E \approx 18 \mu\text{m}$; colpos de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente todo el grano terminando en los polos distanciados unos de otros sin fusionarse; se destaca un engrosamiento de los colpos en la zona ecuatorial en donde se desarrollan los poros que casi no son visibles; exina de $\approx 1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie con espinas de hasta $3 \mu\text{m}$ de longitud, dispuestas por todo el grano.

Orden Celastrales

Familia Aquifoliaceae Bartling, 1830

Sus primeros registros están basados en palinomorfos del Turoniense del SE de Australia (MARTIN, 1977; MULLER, 1981), relacionables con el género *Ilex* L., e incluidos en el género parataxónico *Ilexpollenites* Thierg.

Esta familia se encuentra constituida actualmente por 4 géneros y unas 300-400 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

Aunque han sido citados restos macroscópicos de aquifoliáceas en el Mioceno Superior de la Cerdaña (MENÉNDEZ AMOR, 1955; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), la morfología de éstos indica su relación con especies del género *Quercus*, en particular, con *Q. mediterranea*. Tras el estudio realizado hemos detectado únicamente palinomorfos asignables al género *Ilex*.

MICRORRESTOS

***Ilex* sp.**

(Lám. XX, fig. 11)

Granos de polen asignables a este género han sido hallados de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en los de Coll de Saig, Can Vilella y Prats. Hemos agrupado en este apartado granos que posiblemente pudieran pertenecer a especies diferentes ya que la aparición de formas intermedias entre los distintos morfotipos nos hacen considerar la posible existencia de fenómenos de polimorfismo en los palinomorfos estudiados.

Considerando las descripciones de NAGY (1985), parte del polen encontrado es comparable con la especie *Ilexpollenites iliacus* (R. Pot.) R. Pot., hallada en el Egeriense,

Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría, aunque ésta presenta dimensiones menores en los granos que en los estudiados por nosotros. También hemos encontrado ejemplares relacionables con *Ilexpollenites propinquus* R. Pot., especie que presenta el mismo rango estratigráfico que la anterior y, del mismo modo, un tamaño inferior al de nuestros ejemplares.

El género *Ilex* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de subprolato a casi circulares en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=42,7-29 µm; E=33,6-21,8 µm; colpos con extremos redondeados de aproximadamente 2,2 µm de anchura; poros redondeados de ≈2,7 µm de luz; exina de 5-3,5 µm de espesor; sexina unas 5 veces más gruesa que la nexina; granos intactos; superficie clavada.

Orden Euphorbiales

Familia Buxaceae Dumortier, 1822

Los restos más antiguos asignables a la familia Buxaceae son flores procedentes del Cretácico medio (Albense-Cenomanense) del Grupo Potomac (Este de Norteamérica), las cuales se incluyeron dentro del género *Spanomera* Drinnan, Crane, Friis & Pedersen (DRINNAN et al., 1991).

Granos de polen relacionables con los integrantes de esta familia (excluyendo *Spanomera*) tienen la misma procedencia (*Hexaporotricolpites* Boltenhagen); y del intervalo Campaniense-Daniense de Alemania (*Grootipollis calvoerdensis* Krutzsch & Lenk) (MULLER, 1981; DRINNAN et al., 1991).

La familia Buxaceae está hoy en día integrada por 5 géneros y alrededor de 60 especies con una distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HUTCHINSON (1967), BARABÉ et al. (1982) y WEBSTER (1987) a causa de sus estomas y características florales la consideran integrante de la subclase Hamamelidae.

El único representante de la familia Buxaceae que se encuentra en los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña, es el género *Buxus* L.

Los primeros registros del género *Buxus* son de carácter palinológico. KEDVES (1962), describió palinomorfos tricolporados con endoaperturas múltiples semejantes a los de

algunos *Buxus*, en el Eoceno Inferior de Hungría. Éstos fueron incluidos dentro del género *Nagyipollis* Kedves. Los bojes son plantas fundamentalmente entomófilas. No obstante, quizás pudieran actuar también como anemófilas (RASOARIMALALA et al., 1982).

Los restos macroscópicos asignables al género *Buxus* son escasos, encontrándose únicamente en sedimentos Neógenos y Cuaternarios de Eurasia (KVAČEK et al., 1981). Éstos son fundamentalmente restos foliares, impresiones o compresiones con cutícula o sin ella, y más raramente, frutos; relacionables todos ellos con la sección *Buxus*.

Según KVAČEK et al. (1981), este género, que actualmente se encuentra extendido por Eurasia, Noreste, Centro y Sudeste de África, Socotra, Madagascar, América del Norte y Central, las Antillas, y Norte de Sudamérica, presenta unas 70 especies reunidas en cuatro secciones.

En los afloramientos de la Cerdaña están presentes tanto macrorrestos como palinomorfos asignables a este género.

MICRORRESTOS

Se han detectado dos tipos diferentes de palinomorfos asignables al género *Buxus*:

a) *Buxus* sp.1

(Lám. XX, fig. 9)

Este tipo es referible a la sección *Buxus* de este mismo género, y en particular al tipo *Buxus sempervirens* L., siendo idéntico al descrito por PUNT & MARKS (1991). Aparece de una forma puntual en la mina de Sanavastre y en los afloramientos del barranco de Salanca, camino de Balltarga a Bor, Beders y riu de Santa María.

Descripción del material

Granos pantoporados; isopolares; radialmente simétricos; esferoidales o más o menos elípticos, apareciendo usualmente algo deformados; diámetro=31,8-32,3 µm; poros pequeños y circulares en número elevado, con aproximadamente 3,6 µm de luz, no definidos por un anillo o ribete y sólo marcados por la desaparición de la exina; exina de 3,6 µm de espesor; sexina dos a tres veces más gruesa que la nexina; téctum perforado; infratécum columelado; superficie microrreticulada, con lúmenes más o menos circulares.

Observaciones

Los granos de polen asignables a la sección *Buxus* aparecen a partir del Oligoceno inferior (BESSEDIK, 1983), siendo usual encontrar polen tipo *B. sempervirens* en los sedimentos de los yacimientos donde se colectan macrorrestos de la especie fósil *B. pliocenica* Sap. & Mar. Se podría suponer que la especie fósil y la actual pudieran tener granos de polen con las mismas características morfológicas.

b) *Buxus* sp.2

(Lám. XX, fig. 12)

Esta especie aparece representada en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y Can Vilella, siendo referible al tipo *B. liukiensis* Mak., descrito por BRÜCKNER (1993).

Descripción del material

Granos pantoporados; esferoidales; diámetro=35,5-29 µm; poros pequeños, de aproximadamente 1,3-2 µm, y desiguales entre sí, ya que ni son de la misma talla, ni de la misma morfología (de circulares a ovales); exina de aproximadamente 2 µm de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulado-verrugada; lúmenes de los retículos < 1 µm.

Observaciones

Los granos estudiados por nosotros presentan una gran semejanza con la especie parataxónica *Nagyipollis szokolyaënsis*, descrita por NAGY (1992), en el Badeniense inferior de Hungría. A diferencia de nuestros ejemplares, esta autora expresa que la especie mencionada posee tres colpos, éstos no son observables en las figuras de su trabajo.

MACRORRESTOS

***Buxus pliocenica* Saporta & Marion, 1876**

(Fig. 57; Lám. XX, figs. 13 y 14; Lám. XXI, figs 1 y 2)

- * 1876 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA & MARION, págs. 274-277, lám. XXXII, figs. 6-8.
- 1879 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA, págs. 353-354, fig. 105, 7, 8a-b
- 1884-1885 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 289-290, lám. X, figs. 7-8.
- 1884-1885 - *Bumelia* sp., RÉROLLE, págs. 290-291, lám. XI, fig. 4.
- 1888 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA, págs. 287-288.
- 1894 - *Buxus sempervirens* L. var. *pliocenica*, ALMERA, pág. 342, lám. 27, fig. 10.
- 1894 - *Buxus* sp., ALMERA, pág. 342.

- 1922 - *Buxus sempervirens*, DEPAPE, págs. 167, 214, 218, 223, 233, 243; lám. XI, figs. 4-6.
 1936 - *Buxus balearica*, MARTY & GLANGEAUD, págs. 24, lám. E, fig. 4.
 1939 - *Buxus sempervirens* L. *fossilis*, MÄDLER, págs. 109-110, lám. 13, figs. 1-2.
 1945 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
 1950 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
 1951 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, BATALLER, pág. 141.
 1954 - *Buxus sempervirens*, SUÑER, pág. 79.
 1955 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 109.
 1969 - *Buxus pliocenica*, KNOBLOCH, págs. 122-123, fig. 264-267, lám. LIII, fig. 5.
 1971 - *Buxus sempervirens*, GIVULESCU, págs. 251-256, figs. 1-7.
 1979 - *Buxus* cf. *sempervirens*, MÄDLER & STEFFENS, pág. 12, lám. 6, fig. 4.
 1981 - *Buxus pliocenica*, KVAČEK et al., págs. 384-385; lám. III, figs. 1-2; lám. IV, figs. 1-3.
 1981 - *Buxus sempervirens*?, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
 1981 - *Buxus sempervirens*?, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 35-36.
 1989 - *Buxus pliocenica*, SITÁR et al., pág. 53, figs. 15-16.
 1990 - *Buxus* cf. *sempervirens*, GIVULESCU, págs. 137-138, lám. 5, figs. 8-10, lám. 29, fig. 4.

Material

Se han estudiado 7 ejemplares foliares preservados como compresiones con cutícula con una conservación excepcional. Proceden de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca:

MGBV-10504, MGSB-40453, MNCNV-716, MNCNV-4696, MNCNV-4697, MNCNV-4698, MNCNV-4702.

Diagnosis original (SAPORTA & MARION, 1876)

B. foliis coriaceis, integris, sat longe petiolatis, ovatis ovatoque ellipticis, apice rotundatis; nervis secundariis subobliquis, multiplicibus, fere immersis; capsula squamulis 6 involucreta, ovato-globosa, stylis 3 persistentibus, breviter acutis, subdivergentibus superata.

Descripción del material

La especie *B. pliocenica* fue descrita a partir de restos foliares y de frutos (SAPORTA & MARION, 1876), aunque en los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente aparecen restos foliares.

Éstos son peciolados; longitud del peciolo: 0,2-0,3 mm; limbo elíptico, elíptico-ancho, lanceolado u oblongo; longitud del limbo: 4-2,9 cm; anchura máxima del limbo: 2,7-1,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2-1 cm; ápice redondeado, obtuso, retuso o emarginado; base redondeada, obtusa o cuneada; margen liso; nerviación paxilada; nervio medio masivo; gran cantidad de nervios secundarios (alrededor de 30 pares) que nacen del nervio medio de forma opuesta o alterna con ángulo de divergencia > 45°; nervios secundarios ramificados en cualquier lugar de su recorrido, desde su base al resto de su

trayectoria; nervios secundarios fusionados en su zona terminal, formando una vena intramarginal que recorre el perímetro del limbo foliar (a ésta la denominan fimbrial SITÁR *et al.*, 1989); espacio intramarginal sin venación; nervios terciarios con ramificación exmedial, es decir, orientados hacia el margen.

Hojas subestomáticas; estomas laterocíticos (Lám. XXI, fig. 2), distribuidos al azar, con un tamaño de $70,8 \times 41,6 \mu\text{m}$; aproximadamente uno de cada 100 estomas aparecen rodeados por células rectangulares de tamaño mayor que el resto de las células epidérmicas ($64 \mu\text{m}$) orientadas de forma concéntrica alrededor de éstos; células epidérmicas del envés poligonales con aproximadamente $38,4 \times 22,8 \mu\text{m}$; pared celular de $1,6 \mu\text{m}$ de grosor; disposición de las células epidérmicas sobre el nervio medio orientadas en filas, en esta zona no aparecen estomas, las células adoptan una forma cuadrangular; no existe orientación de las células epidérmicas sobre nervios de menor grado; presencia de largos tricomas sobre el nervio medio (KVAČEK *et al.*, 1981).

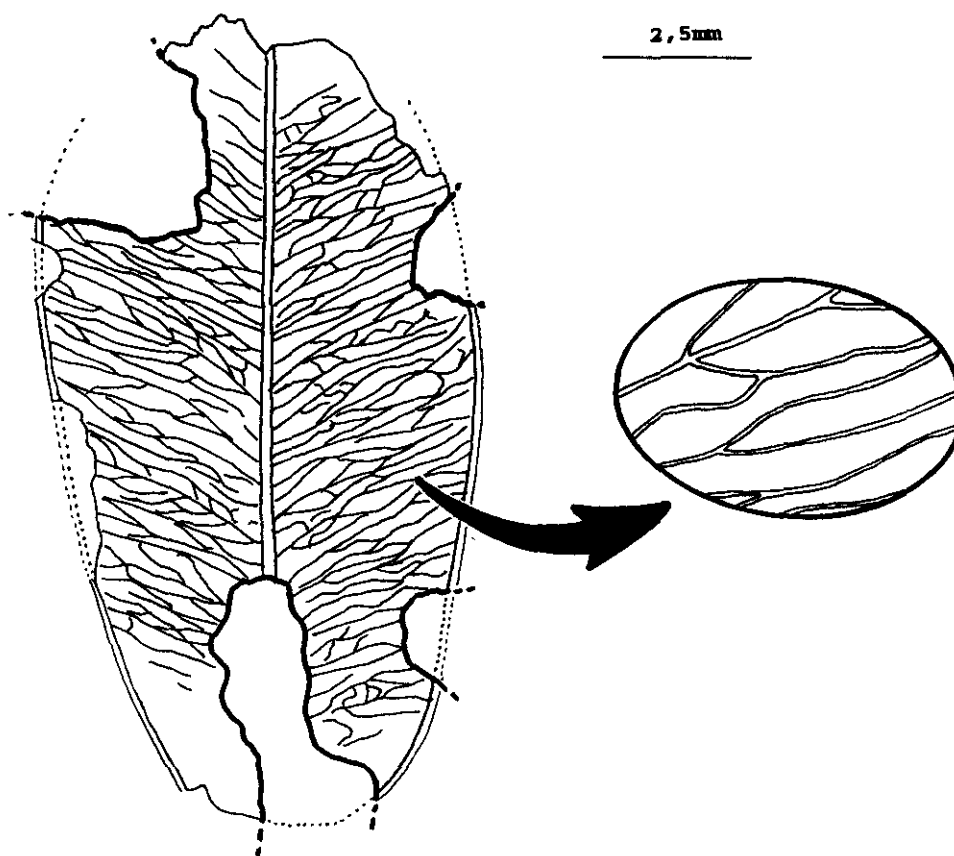


Fig. 57. *Buxus pliocenica* MNCNV-4696

Haz glabro con células epidérmicas de aproximadamente 25,6x23,8 µm, poligonales (Lám. XXI, fig. 1), de pared celular engrosada (3,2 µm), orientándose en la zona que corresponde al nervio medio adoptando una forma cuadrangular. No ocurre ésto sobre los nervios de menor orden, lo que indica la coriacidad de la hoja de esta especie.

SAPORTA & MARION (1876), describieron un fruto que atribuyeron a esta especie, procedente de los materiales pliocenos de Meximieux, éste no se encuentra en conexión física con las hojas que también describen. Se trata de una cápsula septicida ovoide, obtusa y corta, visiblemente trilocular y sobremontada por tres estilos cortos y agudos, erectos y un poco divergentes. En su base se puede observar un involucre formado por seis bracteolas puntiagudas dispuesta en forma estrellada. Según los autores anteriormente citados estas bracteolas corresponden a un cáliz trifido acompañado de 2 ó 3 escámulas. Este tipo de resto no se ha hallado en el Mioceno de la Cerdeña.

Observaciones

KVAČEK et al. (1981), atribuyeron los restos foliares neógenos asignables al género *Buxus* con las características morfológicas y epidérmicas ya descritas como *B. pliocenica*, aludiendo a que debió existir una especie de boj ancestral en la zona del Mediterráneo que originó *B. sempervirens*, *B. hyrcana* Pojark y *B. colchica* Pojark, especies con morfología foliar, y estructuras epidérmicas idénticas; y que bien podría ser la especie neógena de la que, posteriormente evolucionaron.

Consideramos que todos los ejemplares estudiados tanto por nosotros como por otros autores en el Mioceno de la Cerdeña deben asignarse a la especie *B. pliocenica* según las consideraciones de KVAČEK et al. (1981); pues pensamos que la inclusión de los ejemplares fósiles hallados dentro de la especie *B. sempervirens* puede llevar a error, ya que al no encontrarse fosilizadas plantas enteras no podemos asegurar con total fiabilidad si estos ejemplares corresponden a una de las tres especies de bojes mencionadas. Por esta razón consideramos inválidos los taxones *B. sempervirens* L. *fossilis* Engelhard & Kinkelid y *B. sempervirens* L. var. *ceretana* Rérolle.

Parece ser que *B. pliocenica* sustituyó a otras especies de bojes típicamente tetianos como *B. egeriana* Kvaček, Bůžek & Holý. Las características morfológicas y anatómicas de las hojas y frutos asignables a esta especie parecen relacionarla con *B. pliocenica* por lo que bien pudo ser su antecesora (KVAČEK et al., 1981).

Ésta es la primera vez que se describe *B. pliocenica* en el Mioceno superior de la depresión Ceretana y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Tortonense.** Sacel, Rumanía; Moravia, Checoslovaquia; Glywic y Zalesiec, Polonia (GIVULESCU, 1971).
- Sarmatiense.** Fürkenschanze, Austria; Krinki, URSS (GIVULESCU, 1971).
- Vallesiense.** La Cerdaña, España.
- Messiniense.** La Bourboule, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936).
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
- Plaisanciense.** Torrente de Esplugas, Bajo Llobregat, España (ALMERA, 1894).
- Astiense.** Meximieux, Francia (SAPORTA & MARION, 1876).
- Plioceno Superior.** Temisani, Borsec, Rumanía (GIVULESCU, 1971).

B. pliocenica se encuentra citado en el Plioceno de: Lipcani, Kodor, Suhumi y Ceada, URSS; Kurilo y Podgumer, Bulgaria; Laaerberg, Austria; Frimmersdorf, Willershausen y Frankfurt am Main, Alemania; Valle del Ródano, Francia; y Afyon-Ikiz Dere, Turquía (GIVULESCU, 1971; KNOBLOCH, 1990).

Además PAMALAREV (1989) citó esta especie en el Mioceno y Plioceno de Yugoslavia, Grecia, Rusia, Georgia, Ucrania y Moldavia.

Familia Euphorbiaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es muy abundante y diversificado. Los primeros restos hallados hasta el momento son leños del Cretácico Superior del Grupo Colorado (Arizona), descritos como *Paraphyllantoxylon arizonensis* por CREPET & DAGHLIAN (1982). También se han descrito maderas en el Senoniense de Marruecos, incluyéndose en la especie *Euphorbioxylon bussonii* por KOENIGUER (1968).

Inflorescencias se han colectado en el Eoceno medio de la Formación Claiborne (Estados Unidos) (CREPET & DAGHLIAN, 1982). En el mismo periodo se han colectado frutos en Egipto (*Palaeowetherellia* Chandler) y Tennessee (*Crepetocarpon* Dilcher & Manchester) (CREPET & DAGHLIAN, 1982; TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Los primeros palinomorfos proceden del Paleoceno tardío y el Eoceno temprano de

Australia (tipo *Austrobuxus nitidus* Miq.), del Paleoceno y Eoceno de Bengala (tipo *Croton* L.) (MULLER, 1981).

Hoy en día esta familia presenta unos 300 géneros y 7.500 especies de distribución cosmopolita, aunque se encuentra muy extendida por regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente hemos hallado granos de polen.

MICRORRESTOS

Euphorbia sp.

(Lám. XXI, fig. 6)

Polen asignable a este género se encuentra por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos de Beders, San Salvador, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre, siendo semejante al que presenta la especie actual *E. terracina* L., según lo descrito por SAAD & EL-GHAZALY (1988). Este tipo de polen presenta una dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolato en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=41,8-27\ \mu\text{m}$; $E=35-21,8\ \mu\text{m}$; colpos con $3,6-1,8\ \mu\text{m}$ de anchura, uniformes en toda su longitud, llegando a fusionarse en los polos en algunas ocasiones; poros con márgenes difusos; exina de unas $4\ \mu\text{m}$; con sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie microrreticulada.

Orden Rhamnales

Familia Rhamnaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son restos foliares del Eoceno medio de la Formación Claiborne del Oeste de Kentucky y Tennessee, relacionables con *Zizyphaeae* y descritos como *Berhamniphyllum claibornense* por JONES & DILCHER (1980).

Los primeros palinomorfos hallados se remontan al Oligoceno de Vermont y de Rumanía (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra representada hoy en día por unos 55 géneros y 900 especies de distribución cosmopolita, siendo frecuente en regiones topicales y subtropicales

(CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña solamente se han encontrado palinomorfos atribuibles a esta familia.

MICRORRESTOS

***Frangula* sp.**

(Lám. XXI, fig. 4)

Granos inequívocamente asignables a este género se han hallado por primera vez en la zona de estudio en el afloramiento de Beders, siendo idénticos a los descritos por MENKE (1976) en el Plioceno de Oldenswort, Alemania. Presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 20 \mu\text{m}$; $E \approx 17 \mu\text{m}$; colpos de unas $1,8 \mu\text{m}$ de anchura; poros con alrededor de $1,3 \mu\text{m}$ de luz; exina con aproximadamente $1,5 \mu\text{m}$ de espesor, formando costillas cerca de los colpos; téctum completo; infratécum columelado; superficie psilado-punteada.

***Rhamnus* sp.**

(Lám. XXI, fig. 4)

Granos de polen asignables a este género se han encontrado puntualmente en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en Coll de Saig, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, Prats y Can Vilella. Estos palinomorfos presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en visión ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=21-19 \mu\text{m}$; $E=17-10 \mu\text{m}$; colpos de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de anchura; poros de $\approx 2-1,5 \mu\text{m}$ de luz; exina con unas $2-1,5 \mu\text{m}$ de espesor; téctum completo; infratécum columelado; superficie psilada al M. O.

Familia Vitaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros fósiles atribuidos a esta familia fueron restos foliares del Cretácico de

Nebraska que se incluyeron en el género *Cissus* L. Sin embargo, ya ZITTEL en 1891 indicó que éstos podrían pertenecer también a alguna especie de Araliaceae. Los primeros fósiles verdaderamente asignables a esta familia son semillas del Eoceno (CRONQUIST, 1981). Restos foliares se han hallado en las localidades neógenas de Europa (GRANGEON, 1958). Los primeros granos de polen se encontraron en Oligoceno de Francia y Rumanía, incluyéndose en el tipo *Parthenocissus* Planchon (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día presenta 11 géneros y alrededor de 700 especies, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, con relativamente pocos miembros en regiones templadas (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña sólo se han encontrado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Parthenocissus sp.

(Lám. XXII, fig. 7)

Granos de polen de este género se han hallado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Coll de Saig, Beders, torrente de la Bavosa y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

El género *Parthenocissus* presenta flores entomófilas.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=49,3-42,5 \mu\text{m}$; $E\approx 25 \mu\text{m}$; colpos con forma navicular, recorren longitudinalmente el grano terminando en los polos donde no se fusionan; poros circulares, con $2,5-1,25 \mu\text{m}$ de luz; exina de $2,5-1 \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de hasta $1,25 \mu\text{m}$ de luz.

Orden Linales

Familia Linaceae S. F. Gray, 1821

Su registro fósil es escaso, estando referido únicamente a palinomorfos. Los más antiguos datan del Mioceno Superior de Venta del Moro (España), siendo relacionables con

el género *Linum* L. Es posible que los palinomorfos descritos como *Cryptopolyporites cryptus* Venkatachala & Kar, en el Eoceno de Kutch (India), sean relacionables con *Linum*, pero esto debería ser confirmado con investigaciones más detalladas (MULLER, 1981).

La familia Linaceae está actualmente constituida por 6 géneros y alrededor de 220 especies anchamente distribuidas por el Globo, siendo más comunes en regiones templadas y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la depresión Ceretana hemos encontrado palinomorfos relacionables con el género *Linum*, que pasamos a describir a continuación.

MICRORRESTOS

Linum sp.

(Lám. XXI, fig. 3)

Los granos de polen de este género se han hallado por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos de Beders, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y camino al Serrat de Nas, siendo asignables al tipo *L. catharticum* L., de dispersión entomófila, descrito por PUNT & DEN BREEJEN (1981).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de suboblatos a circulares en vista ecuatorial; subcirculares en vista polar; $P \approx 53,5 \mu\text{m}$; $E \approx 54,5 \mu\text{m}$; colpos con $3,5 \mu\text{m}$ de anchura, que recorren longitudinalmente todo el grano acabando en los polos donde no se fusionan entre ellos; exina con $3,5\text{-}3 \mu\text{m}$ de espesor; polen intectado; superficie con báculos, espinas y gemas.

Orden Sapindales

Familia Aceraceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a la familia Aceraceae son frutos y hojas del Maastrichtiense de Alberta (Canadá), agrupados en el complejo "*Acer*" *arcticum* (WOLFE & TANAI, 1987).

En la actualidad se encuentra integrada por dos géneros y unas 102-152 especies (HEYWOOD, 1985), estando extendida por todas las regiones templadas del Hemisferio Norte, Indochina y Malasia, e Indonesia en el Hemisferio Sur. El género con mayor

distribución y número de especies es *Acer* L.

Se han descrito leños atribuibles a *Acer* o semejantes a éste del Cretácico al Neógeno (SUZUKI, 1982; TAKAHASHI & SUZUKI, 1988). No obstante, WOLFE & TANAI (1987), expresan que los primeros registros del género *Acer* proceden del Paleoceno superior y Eoceno inferior de Alaska, tratándose de restos foliares y frutos (WOLFE & TANAI, 1987).

Los primeros palinomorfos indudablemente asignables al género que nos ocupa proceden del Oligoceno inferior de la Columbia Británica (Canadá), siendo referidos por MULLER (1981) al tipo *Acer campestre* L.

El género *Acer* presenta en la actualidad unas 140 especies (WOLFE, 1981), cuya distribución coincide con la ya expresada anteriormente. La mayoría de éstas presentan una polinización de tipo entomófilo, aunque algunas, como *A. negundo* L., la presentan anemófila.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado representado el género *Acer*, tanto por macrorrestos, de una forma muy abundante, como por palinomorfos.

MICRORRESTOS

Acer sp.

(Lám. XXI, fig. 7)

Granos de polen referibles a este género aparecen en todos los afloramientos de la Cerdaña de una forma puntual. Éstos parecen ser relacionables con el tipo *A. campestre* L., propuesto por CLARKE & JONES (1978), y con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Aceripollenites reticulatus*, detectada en el Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos o subprolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=30-43,6 µm; E=20-25,5 µm; colpos más anchos en el ecuador con aproximadamente 4,5 µm, pareciendo que se pueden llegar a unir en los polos, donde se hacen muy estrechos; exina de ≈1,5 µm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie estriada, las estrías recorren el grano de polen en toda su longitud de forma ondulada.

Observaciones

El escaso número de granos hallados, comparando con la gran cantidad de macrorrestos colectados, seguramente es debido a que el polen de *Acer* presenta una dispersión entomófila, sin descartar que estos pólenes sean menos resistentes que otros frente a los procesos de fosilización.

Los granos hallados en los afloramientos ceretanos presentan al M. O. características idénticas, por lo que no podemos distinguir distintos tipos, a diferencia de lo que ocurre con los macrorrestos. Posiblemente las especies ceretanas asignables al género *Acer* presentaron palinomorfos semejantes.

MACRORRESTOS

Acer integerrimum (Viviani) Massalongo, 1859

(Fig. 58; Lám. XXI, figs. 8 y 9)

- 1833 - *Acerites integerrima*, VIVIANI, pág. 131, lám. II, fig. 6.
- 1850 - *Acerites integerrimus*, UNGER, pág. 452.
- 1856 - *Acer trachyticum*, KOVÁTS, pág. 32, Lám. VII, figs. 1-2.
- * 1859 - *Acer integerrimum*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 3341-342, lám. XVIII, fig. 3.
- 1859 - *Acer sphendaminum*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 343-344, lám. XIX, fig. 5.
- 1859 - *Acer triaenium*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 330-334, lám. XV-XVI, fig. 6, lám. XX, fig. 2, lám. XX, fig. 2, lám. XXXVIII, fig. 6.
- 1859 - *Populus bianconii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 247-248, lám. XXXVII, fig. 7.
- 1867 - *Acer integerrimum*, STUR, pág. 177.
- 1874 - *Acer integerrimum*, SCHIMPER, págs. 139-140.
- 1876 - *Acer laetum*, C. A. MEY. (*pliocenicum*), SAPORTA & MARION, págs. 280-282, lám. XXXIV, figs. 2-3.
- 1892 - *Acer laetum*, BOULAY, pág. 87, lám. IX, figs. 1-3.
- 1884 - *Acer laetum pliocenicum*, SAPORTA, pág. 97, lám. IX, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer decipiens*, RÉROLLE, pág. 298, lám. XII, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, RÉROLLE, págs. 374-377, lám. XIV, fig. 2.
- 1903 - *Acer decipiens*, MARTY, pág. 56, fig. 1-2.
- 1903 - *Acer laetum pliocenicum*, MARTY, pág. 57, figs. 3-4.
- 1904-1905 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, LAURENT, págs. 192-194, lám. XV, figs. 1-2, lám. XVI, fig. 7.
- 1908 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, LAURENT, pág. 56.
- 1922 - *Acer laetum* C. A. MEY. *pliocenicum*, DEPAPE, pág. 186, lám. XV, fig. 7.
- 1936 - *Acer laetum*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 28, lám. C, fig. 7, lám. D, fig. 8.
- 1939 - *Acer integerrimum*, MÄDLER, pág. 118, lám. 9, fig. 18, lám. 10, figs. 7-8.
- 1945 - *Acer decipiens*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V, lám. IX, lám. X.
- 1947 - *Acer decipiens*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1950 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1951 - *Acer decipiens*, BATALLER, pág. 141.
- 1951 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, BATALLER, pág. 141.
- 1953 - *Acer trachyticum*, GRANGEON, págs. 313-314, text.-lám. II, figs. 1-2.
- 1955 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 150, lám. XL, fig. 3.
- 1955 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 151-152, lám. XL, fig. 4.
- 1955 - *Lygodium gaudini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 38, lám. XV, fig. 3.
- 1958 - *Acer decipiens* aff. *Acer longipes*, GRANGEON, págs. 188, 190-191, lám.-text. XXXIV, figs. 1-3, 5, 7, lám. XVI, fig. 7.
- 1958 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1958 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1959 - *Acer* cfr. *cappadocicum*, ANDREÁNSZKY, pág. 159, lám. XLVII, fig. 2.
- 1963 - *Acer laetum*, TRALAU, pág. 66.
- 1963 - *Acer pictum*, TRALAU, pág. 67.
- 1969 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH, págs. 138-139, fig. 295, lám. LXVI, fig. 6.

- 1972 - *Acer laetum*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1972 - *Acer platanoides*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1972 - *Acer integerrimum*, WALTHER, págs. 107-111, lám. 22-23, lám. 26. figs. 1-4.
 1980 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, SANZ DE SIRIA, pág. 48, lám. ???
 1981 - *Acer integerrimum*, VERNET, págs. 45-46, lám. I, figs. 10-11.
 1982 - *Acer laetum*, SANZ DE SIRIA, pág. 11, lám. I, fig. 19.
 1983 - *Acer integerrimum*, ROIRON, págs. 696-698, fig. 6, n° 1-5, 7.
 1986 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 14-15, lám. 1, fig. 1, lám. 9, figs. 2-3.
 1987 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
 1989 - *Acer integerrimum*, SITÁR et al., pág. 51, lám. XXXI, fig. 4.
 1989 - *Acer cf. integerrimum*, SITÁR et al., pág. 47, lám. XXVII, figs. 10-11.
 1990 - *Acer integerrimum*, AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. ", figs. 1-5.
 1990 - *Acer integerrimum*, GIVULESCU, págs. 126-127, lám. 17, fig. 13, lám. 22, fig. 8, lám. 36, fig. 4.
 1990 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH, págs. 267.
 1992 - *Acer cappadocicum*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. I, figs. 2-3.

Material

Se han estudiado 35 ejemplares preservados en forma de impresión o compresión de hojas sin trazas cuticulares, por lo general en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, Santa Eugenia, Can Pilbre, Pedrá, Beders y torrente de Vilella:

CLF-017, MGBG-A-87, MGBV-9452, MGBV-9519, MGBV-9684, MGBV-9729, MGBV-9734, MGBV-10479, MGBV-10518, MGBV-11718, MGBV-11726, MGM-230M, MGM-1075M, MGM-1079M, MGSB-31205, MGSB-40407, MGSB-47026, MNCNV-329, MNCNV-332, MNCNV-365, MNCNV-372, MNCNV-3289, MNCNV-3529, MNCNV-3550, MNCNV-3557, MNCNV-3583, MNCNV-4658, MNCNV-4661, MNCNV-4676, MNCNV-4678, MNCNV-4682, MNCNV-4684, MNCNV-4686, MNCNV-4871, UCM-CBEDERS-16.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

A. foliis petiolo longo canaliculato instructis, basi rotundato-cordatis, palmato quinquelobis, lobis lanceolato-acuminatis integerrimis, margine plicato-undulatis, tribus superioribus aequalibus v. subaequalibus majoribus, infimis patentibus minoribus, sinibus acutis rotundatis. Nervis primariis 5 insculptis, secundariis alternis arcuatis, marginem versus inter se conjunctis, rete venoso polygono distinctissimo.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo: 2,7-2,2 cm; forma palmada con 3 ó 5 lóbulos; cuando existen 5, los dos basales se encuentran poco desarrollados; longitud del limbo: 3,8-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 5,1-3,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,8-0,9 cm; ápices agudos; base cordada; margen liso; nerviación rectipalmada; alrededor de 5 pares de nervios secundarios curvipinnados curvándose uniformemente con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios;

nerviación terciaria percurrente, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango menor reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

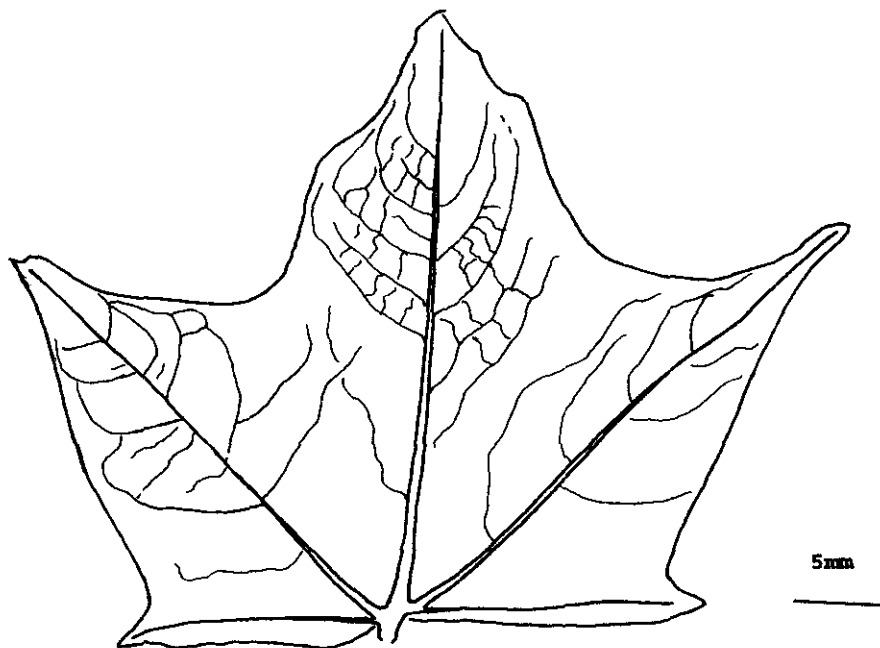


Fig. 58. *Acer integerrimum* MNCN s/n

Observaciones

Esta especie se encuentra morfológicamente relacionada con las actuales *A. cappadocicum* Gled. y *A. pictum* Thumb. La primera habita en el Este de la región mediterránea, Cáucaso, Armenia, Himalaya y el Este de China Central. La segunda en China, Manchuria y Corea (VERNET, 1981).

Posiblemente *A. integerrimum* es la antecesora de las dos especies actuales, apareciendo en yacimientos terciarios a partir del Mioceno Inferior por toda Eurasia.

Ésta es la primera vez que se cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Mioceno Inferior. Čermniky, Europa Central (VERNET, 1981).

-Miceno Medio. Hartau, Europa Central (WALTHER, 1972).

-Vallesiense. La Cerdaña, Lérida, España.

-Sarmatiense. Erdöbénye, Hungría (STUR, 1867).

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958); La Bourboule, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Pinicíná, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1976).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990); Moravská Nová Vés, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).

Además se encuentra citado en el Mioceno Superior de Sośnice, Polonia (WALTHER, 1972) y Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

-Plaisanciense. Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-la Sabie, Cantal, Francia (SAPORTA, 1884; LAURENT, 1904-1905); Meximieux, Francia (SAPORTA & MARION, 1876); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno Superior. Hajnačka, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989); Willerhausen, Alemania (WALTHER, 1972).

Además se encuentra en el Plioceno de Mont Doré y Thèziers, Francia (BOULAY, 1892; DEPAPE, 1922), y en el de Frankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespiá, Gerona, España (VILLALTA & VICENTE, 1972; ROIRON, 1983).

***Acer pyrenaicum* Rérolle, 1884-1885**

(Figs. 59 y 60; Lám. XXII, figs. 1, 2 y 3)

- 1884-1885 - *Acer magnini*, RÉROLLE, págs. 370-371, lám. XIII, figs. 1-3.
- * 1884-1885 - *Acer pyrenaicum*, RÉROLLE, pág. 368-370, lám. XII, figs. 2-6.
- 1884-1885 - *Acer pseudocreticum*, RÉROLLE, págs. 373-374, lám. XIV, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer subrecognitum*, RÉROLLE, págs. 371-372, lám. XIII, figs. 1-3.
- 1884-1885 - *Acer trilobatum*, RÉROLLE, pág. 297, lám. XI, fig. 5.
- 1884-1885 - *Acer* sp., RÉROLLE, págs. 372-373, lám. XIII, fig. 5.
- 1884-1885 - *Acer* sp., RÉROLLE, págs. 375-377, lám. XIV, figs. 4-8.
- 1884-1885 - *Populus tremula* L. *pliocenicum*, RÉROLLE, lám. XI, fig. 7.
- 1890a - *Acer pyrenaicum*, BOULAY, págs. 43-44.
- 1890b - *Acer nicolai*, BOULAY, págs. 44-45, lám. VI, figs. 13-14.
- 1894 - *Acer nicolai*, ALMERA, pág. 338.
- 1894 - *Acer opulifolium* WILLD., *pliocenicum*, ALMERA, pág. 338.
- 1894 - *Acer pseudo-creticum*, ALMERA, pág. 339.
- 1904-1905 - *Acer opulifolium* (*pliocenicum*), LAURENT, pág. 203, lám. XIV, fig. 2., lám. XVIII, fig. 4, lám. XX, fig. 4.
- 1904-1905 - *Acer pyrenaicum*, LAURENT, págs. 200-203, lám. XV, figs. 3-4.
- 1904-1905 - *Acer* sp., LAURENT, pág. 203.
- 1908 - *Acer pyrenaicum*, LAURENT, págs. 56-57, lám. VIII, fig. 6.
- 1922 - *Acer nicolai*, DEPAPE, pág. 189, lám. XII, figs. 6-8.
- 1922 - *Acer opulifolium* VILL. *pliocenicum*, DEPAPE, págs. 185-186, lám. XII, fig. 9.
- 1922 - *Acer pyrenaicum*, DEPAPE, págs. 187-188, lám. XII, fig. 35, fig.-text. 32.
- 1936 - *Acer nicolai*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 30.
- 1945 - *Acer magnini*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. IV, lám. X.
- 1945 - *Acer pseudocreticum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. III.
- 1945 - *Acer pyrenaicum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. IV.
- 1945 - *Acer subrecognitum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Acer trilobatum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V, lám. IX.
- 1945 - *Acer trilobatum* var. *productum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350.
- 1947 - *Acer pseudocreticum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1947 - *Acer pyrenaicum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1948 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 784, fig. 10.
- 1948 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 784-785, fig. 1c.
- 1950 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.

- 1950 - *Acer nicolai*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
 1950 - *Acer opulifolium*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
 1950 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1951 - *Acer magnini*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer pyrenaicum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer pseudocreticum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer subrecognitum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer trilobatum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer trilobatum* A. BRONG. var. *productum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer* sp., BATALLER, pág. 141.
 1952 - *Acer trilobatum*, TEIXEIRA, pág. 59, est. VI, fig. 6, est. VII, figs. 1-3.
 1955 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 151-152, lám. XL, fig. 3.
 1955 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 152-153, lám. XLI, figs. 2-3.
 1955 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 153, lám. XLI, fig. 1.
 1955 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 154-156, lám. XLII, figs. 1-2.
 1955 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 156.
 1955 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 156-157.
 1955 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 157-159, lám. XL, fig. 1.
 1955 - *Sassafras ferretianum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 118-119, lám. XXXIV, fig. 4.
 1958 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1970 - *Acer* cf. *magnini*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 142, lám. II, fig. 3.
 1972 - *Acer opalus granatense*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1977 - *Acer pseudocreticum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1977 - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Acer nicolai*, BALLESTO et al., pág. 246, lám. 1, figs. 6-7.
 1979 - *Acer opalus*, FOLLIERI, págs. 82-83, fig. 4, 2-3.
 1980a - *Acer magnini*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
 1980a - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, pág. 48.
 1980b - *Acer pseudocreticum*, SANZ DE SIRIA, pág. 23, lám. III, fig. 13c.
 1980b - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, págs. 23-24, lám. III, fig. 12c.
 1981 - *Acer magnini*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - cf. *Acer pseudocreticum*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Acer* cf. *rubrum*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Acer trilobatum*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Acer magnini*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - cf. *Acer pseudocreticum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer* cf. *rubrum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer trilobatum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer* cf. *obtusum* W. et K. (*Acer* cf. *opalis* MILL.), VERNET, pág. 46.
 1981 - *Acer opalis* MILL. (*Acer opulifolium* VILL.), VERNET, pág. 46, lám. I, 13.
 1983 - *Acer opalus*, ROIRON, pág. 698, fig. 7, n° 4-8.
 1988 - *Acer pyrenaicum*, AGUSTÍ et al., pág. 191, fig. 172.
 1988 - *Acer* cf. *ilicense*, KNOBLOCH, pág. 18-19, lám. 6, fig. 1, 9-10, lám. 7, fig. 9, lám. 11, fig. 7, lám. 14, fig. 2-4.
 1988 - *Acer campylopteryx* group (*A. campylopteryx* UNG., *A. opulifolium-pliocenicum* SAP., *A. obtusilobum* UNG.), PAMALAREV, pág. 96.
 1988 - *Acer crenatifolium*, PAMALAREV, pág. 96.
 1992 - *Acer opalus*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. 1, figs. 4-6, lám. II, figs. 1, 3, 4-5.

Material

Se han estudiado 179 ejemplares referidos a hojas y sámaras que no se encuentran en conexión orgánica. Se trata de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, siendo su grado de conservación muy variado ya que se han hallado algunos especímenes en un

estado excelente y otros muy deteriorados. Los afloramientos donde se han obtenido fósiles referibles a la especie que nos ocupa son: Beders, Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, barranco de Salanca, Alp, Pedrá y torrente de Vilella. Los ejemplares analizados se exponen en la siguiente relación:

- Hojas:

CA-8960-1, CA-8960-2, CLF-016, CLF-018, MGB-3980, MGBG-A-1, MGBG-A-2, MGBG-A-4, MGBG-A-9, MGBG-A-95, MGBG-A-126, MGBG-A-129, MGBG-A-133, MGBG-A-134, MGBG-A-135, MGBG-A-136, MGBG-A-137, MGBV-1715, MGBV-9480, MGBV-9498, MGBV-9499, MGBV-9503, MGBV-9504, MGBV-9692, MGBV-9695, MGBV-9700, MGBV-9728, MGBV-9735, MGBV-9738, MGBV-9746, MGBV-9896, MGBV-10482, MGBV-10494, MGBV-10572, MGBV-10574, MGBV-11711, MGBV-11712, MGBV-11715, MGBV-11717, MGBV-11734, MGBV-s/nº, MGM-1076M, MGM-1078M, MGM-1080M, MGM-1081M, MGM-1097M, MGM-1099M, MGSB-21771_{1,2}, MGSB-31198, MGSB-31225, MGSB-31315, MGSB-40414, MGSB-40444_{1,4}, MGSB-40451, MGSB-48126, MGSB-47027, MGSB-48127, MGSB-48128, MGSB-48129, MGSB-48130, MGSB-48131, MGSB-48132, MGSB-48133, MGSB-48471, MNCNV-144, MNCNV-329, MNCNV-366, MNCNV-368, MNCNV-369, MNCNV-370, MNCNV-371, MNCNV-372, MNCNV-373, MNCNV-796, MNCNV-799, MNCNV-822, MNCNV-3087, MNCNV-3649, MNCNV-3503, MNCNV-3504, MNCNV-3525, MNCNV-3527, MNCNV-3533, MNCNV-3542, MNCNV-3553, MNCNV-3566, MNCNV-3588, MNCNV-3591, MNCNV-3608, MNCNV-3614, MNCNV-3615, MNCNV-4258, MNCNV-4353, MNCNV-4357, MNCNV-4656, MNCNV-4657, MNCNV-4659, MNCNV-4663, MNCNV-4665, MNCNV-4666, MNCNV-4667, MNCNV-4668, MNCNV-4669_{1,2}, MNCNV-4670, MNCNV-4671, MNCNV-4672, MNCNV-4675, MNCNV-4677, MNCNV-4679, MNCNV-4680, MNCNV-4681, MNCNV-4683, MNCNV-4685, MNCNV-4687, MNCNV-4688, MNCNV-4854, MNCNV-4868, MNCNV-4869, MNCNV-4870, UCM-CBI-6, UCM-CBII-005, UCM-CBII-006, UCM-CBII-14, UCM-CCS-27, UCM-CCS-67, UCM-CS-001, UCM-CTV-32, UCM-CTV-35, UCM-CTV-37, UCM-CTV-45, UCM-CTV-46.

- Sámaras:

CA-8961-1, CA-8961-2, MGBG-A-79, MGBG-A-110, MGBV-9511, MGBV-9516, MGBV-9690, MGBV-9717, MGBV-9797, MGBV-10480, MGSB-31210, MGSB-36199, MGSB-40452_{1,4}, MGSB-47035, MGSB-48145, MNCNV-319, MNCNV-362, MNCNV-363, MNCNV-364, MNCNV-755, MNCNV-3085, MNCNV-3292, MNCNV-3501, MNCNV-3513, MNCNV-3515, MNCNV-3526, MNCNV-3539, MNCNV-3543, MNCNV-3545, MNCNV-3546, MNCNV-3547, MNCNV-3549, MNCNV-3588, MNCNV-3593, MNCNV-3633, MNCNV-4607, MNCNV-4660, MNCNV-4662, UCM-CCS-57, UCM-CCS-62.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

A. foliis crasse petiolatis, basi cordato-emarginatis, trilobatis vel rarius subquinelobis, lobis subacutis, medio validiore, lateralibus sub angulo plerunque acuto divergentibus, plus minus denticulatis vel crenulatis, nervis primariis secundariisque validis.

Descripción del material

Restos foliares largamente peciolados; longitud del peciolo: 6,4-0,6 cm; forma rectipalmada con tres lóbulos por lo general (Fig. 59; Lám. XXII, fig. 2), aunque no son raros los ejemplares que tienen cinco (Lám. XXII, fig. 1), siendo los más basales pequeños (a veces los lóbulos son desiguales presentándose el del medio mucho más desarrollado que los laterales); longitud del limbo: 7,9-2,9 cm; anchura máxima del limbo: 9,3-2 cm; distancia de

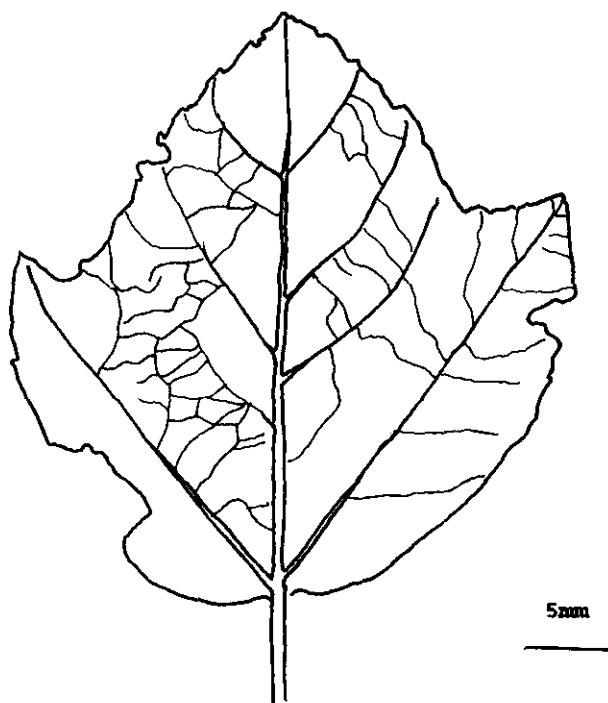


Fig. 59. *Acer pyrenaicum* MNCNV s/n

la zona de máxima anchura a la base: 4,5-1 cm; ápices agudos; base de redondeada a cordada; margen aserrado irregularmente; a veces, en el lóbulo medio aparecen dos únicos dientes muy desarrollados y patentes (MGBG-A-134), en otras ocasiones solamente hay un diente, quedando la hoja con forma asimétrica (MNCNV-373); nerviación palmada; alrededor de 5-6 pares de nervios secundarios rectipinnados simples con curso derecho o uniformemente curvado y ángulo de divergencia por lo general $\geq 45^\circ$ (a veces existe variación en el

ángulo de divergencia, siendo $>45^\circ$ en base y ápice, y $\approx 45^\circ$ en el resto del limbo, o apareciendo únicamente con el ángulo de divergencia $<45^\circ$ en el ápice); presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente constituyendo areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras de 4,2-3,2 cm de longitud (Fig. 60; Lám. XXII, fig. 3); nueces elípticas, sin quilla, de 1,2-0,9x0,7-0,5 cm, recorridas longitudinalmente por venas; ángulo que forma la nuez con el basamento del ala $\approx 30-40^\circ$; sulco poco pronunciado; venación de la nuez continuada de forma paralela por la parte proximal del ala formando un basamento, el cual está recorrido en su totalidad por venas que surgen de él curvándose, dividiéndose dicotómicamente, anastomosándose entre ellas, recorriendo en su totalidad la parte cóncava de la estructura membranosa. El ala puede rodear en parte o no a la semilla.

Observaciones

Esta especie presenta una heterofilia muy marcada, por esta razón RÉROLLE (1884-1885) describió seis especies diferentes de *Acer* y una de *Populus* a partir de restos foliares del tipo de los descritos en el apartado anterior. La división de estas especies las realizó a

partir de aspectos exclusivamente morfológicos, fundamentalmente tamaño y número de lobulaciones. La descripción de *A. pyrenaicum* es la más perfecta y recoge todas las diferentes características morfológicas que produce el polimorfismo foliar. Es decir, *A. pyrenaicum* es la especie de *Acer* descrita por RÉROLLE (1884-1885), que tiene en cuenta todas los caracteres expuestos en el apartado anterior para los ejemplares ceretanos. Por esta razón, consideramos válida *A. pyrenaicum*, siendo, pues, sinónimas de ésta *A. magnini*, *A. pseudocreticum* y *A. subrecognitum* descritas también por RÉROLLE (1884-1885), a partir de restos foliares polimórficos de la especie que nos ocupa. Por las mismas razones, creemos que *A. nicolai*, descrito por BOULAY (1890) en el Plioceno de Théziers, tampoco presenta valor taxonómico, siendo especie sinónima de *A. pyrenaicum*. No consideramos válidas la citas de *A. cf. rubrum* L. y *Acer* sp., realizadas sobre material ceretano atribuible a la especie que estamos estudiando.

La presencia de restos foliares idénticos a *A. tricuspidatum* A. Braun & Agassiz (= *A. trilobatum* Stbg.), sugirieron a varios autores (RÉROLLE, 1884-1885; MENÉNDEZ AMOR, 1955; SANZ DE SIRIA, 1980; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, 1981) su presencia en el Mioceno de la Depresión Ceretana. Sin embargo, aunque hasta el momento no se han hallado restos foliares con la cutícula preservada, los de la Cerdaña se diferencian por las siguientes características:

- 1- ápices por lo general no acuminados.
- 2- presencia de cinco lóbulos.
- 3- limbos más anchos con lobulaciones más largas.

Esto no es generalizable para todos los ejemplares hallados, ya que aparecen restos foliares morfológicamente indiferenciables de *A. tricuspidatum*. Nosotros pensamos que estas formas se deben al fenómeno de heterofilia anteriormente expuesto y apuntado por ECKENWALDER (1980) para el género.

Los restos foliares descritos son idénticos a las hojas presentadas en la actualidad por la especie circunmediterránea *A. opalus* Mill. (BARRÓN, 1992), por lo que pensamos pudiera encontrarse relacionado filogenéticamente con ella. Los ejemplares asignados a la especie fósil incorrectamente descrita como *Acer opulifolium* Vill. *pliocenicum* Sap., en la flora de Meximieux (SAPORTA & MARION, 1876), no nos parecen que deban ser relacionados con *A. opalus*, ya que éstos presentan morfologías idénticas a *A. campestre*.

Las sámaras colectadas no se diferencian de las que actualmente presenta *A. opalus*

(BARRÓN, 1992). Por esta razón, y dado el parecido de los restos foliares, hemos asignado este tipo de sámaras a la especie *A. pyrenaicum*, estando así de acuerdo con lo expresado por LAURENT (1904-1905), quien relaciona este tipo de frutos con *A. opulifolium* especie sinónima de *A. opalus*.

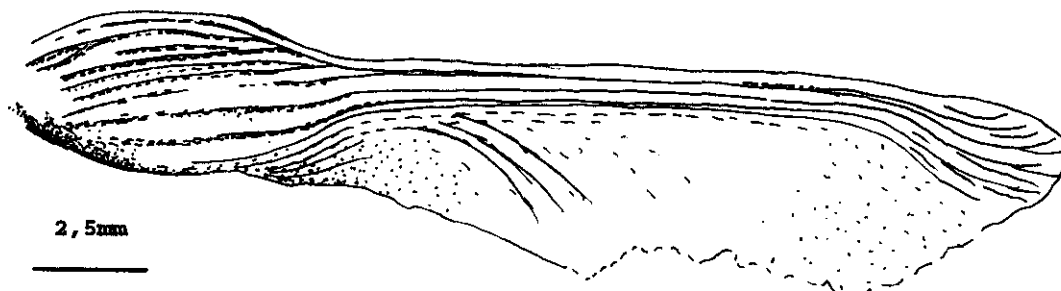


Fig. 60. *Acer pyrenaicum* MNCNV-758

MENÉNDEZ AMOR (1955), atribuye estas sámaras a *A. integerrimum*; a nuestro juicio ésto es inexacto, ya que las especies de *Acer* de este tipo presentan frutos con características como las que se describirán más adelante.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Capa de Congerías de Castellbisbal, Cataluña, España (ALMERA, 1894).

-Pannoniense-Pontiense. Brickgard Aunbenham cerca de Ampfing, Baviera Inferior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936).

-Mioceno Superior. Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970).

-Plaisanciense. Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890a); Valle del Ródano, Francia (BOULAY, 1890b); Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-La Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905; 1908); Torrente de Esplugas, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

Además se encuentra citado en el Plioceno de Vacquières, Francia (DEPAPE, 1922); Rasteau, Vaison-La-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952); y Torre in Pietra, Roma, Italia (FOLLIERI, 1979).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespià, Gerona,

España (ROIRON, 1983).

Según PAMALAREV (1988), esta especie aparece en el Mioceno y Plioceno de Checoslovaquia, Austria, Polonia y Yugoslavia.

***Acer subcampestre* Goeppert, 1855**

(Lám. XXII, fig. 5)

- * 1847 - *Acer subcampestre*, GOEPPERT, pág. 34, lám. 22, figs. 16-17.
- 1887 - *Acer palæocampestre*, BOULAY, pág. 29.
- 1887 - *Acer pseudocampestre*, BOULAY, págs. 28-29.
- 1894 - *Acer pseudo-campestre*?, ALMERA, pág. 338.
- 1945 - *Acer* cf. *campestre*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350, láms. VIII, IX.
- 1950 - *Acer* cf. *campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Acer pseudocampestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
- 1951 - *Acer* cf. *campestre*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Acer campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140, lám. XLI, fig. 4.
- 1958 - *Acer pseudocampestre*, GRANGEON, págs. 191, 194-195, lám.-text. XXXVI, figs. 6-7, 9, lám. I, fig. 14.
- 1958 - *Acer campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1959 - *Acer* cfr. *campestre*, ANDREÁNSKY, pág. 159, fig. 186.
- 1969 - *Acer obtusilobum*, KNOBLOCH, págs. 137-138, fig. 294, lám. LXVII, fig. 6, lám. LXIX, fig. 8.
- 1980 - *Acer* cf. *campestre*, VIGÓN, pág. 29.
- 1981 - *Acer subcampestre*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108, lám. III, fig. 1.
- 1986 - *Acer* cf. *subcampestre*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 15, lám. 9, fig. 1.
- 1987 - *Acer* cf. *subcampestre*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
- 1983 - *Acer campestre*, ROIRON, pág. 698, fig. 7, n° 1-3.
- 1992 - *Acer campestre*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. I, fig. 1.

Material

Se han estudiado 10 ejemplares preservados como impresiones foliares en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Bellver de Cerdanya, Coll de Saig y Santa Eugenia:

MGBG-A-92, MGBV-9476, MGBV-10050, MGBV-10483, MGBV-10487, MGBV-11714, MGBV-11727, MNCNV-367, MNCNV-11734, MNCNV-4673.

Diagnosis original (GOEPPERT, 1847)

A. fol. petiolatis basi truncatis 3-5 lobis, lobis late expansis v. divaricatis integris sinuatis obtusiusculis infimis oppositis minoribus medio trilobo.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo: 3-0,6 cm; limbo palmado, con 3 ó 5 lóbulos, cuando tienen 5, los dos basales se encuentran poco desarrollados; longitud del limbo: 5,04-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 6,58-3,1 cm; distancia de la zona de máxima

anchura a la base: 2,02-0,9 cm; ápices agudos; base cordada o lobada; margen irregularmente lobulado u ocasionalmente dentado; nerviación rectipalmada; alrededor de 4 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia de 45°-90° que acaban su recorrido en las lobulaciones; presencia de nervios intersecundarios; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Esta especie presenta una morfología idéntica a la de la actual *A. campestre* L., por lo que se la incluyó en ésta (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945; MENÉNDEZ AMOR, 1950, 1955; ROIRON, 1983; BARRÓN, 1992). Sin embargo, hasta el momento no existen estudios cuticulares que relacionen los restos colectados con esta especie. Por esta razón creemos más apropiado considerarlos bajo la denominación parataxónica *A. subcampestre*.

Ésta es la primera vez que se cita esta especie en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Aquitaniense.** Armissant, Aude, Francia (GRANGEON, 1958); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).
- Sarmatiense.** Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Pontiense.** Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958).
- Mioceno Superior.** Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).
- Plaisanciense.** Torrente del Terme y de Esplugas, Barcelona, España (ALMERA, 1894); Meximieux, Francia (SAPORTA, 1973).
- Plioceno Superior.** Wrocław, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Acer sp.

(Fig. 61; Lám. XXII, fig. 4)

1859 - *Acer sphendaminum*, MASSALONGO & SACRABELLI, págs. 343-344, lám. XIX, figs. 7-8.

1892 - *Acer campestre*, BOULAY, págs. 90-91, lám. 10, fig. 3.

1958 - Sámara de arces, GRANGEON, pág. 194, lám.-text. XXXV, figs. 3, 5, 7, 9.

1973 - *Acer campestre*, GIVULESCU & OLOS, pág. 51, lám. XIX, fig. 9-10, 14.

1973 - *Acer laetum*, GIVULESCU & OLOS, pág. 51, lám. XIX, fig. 7-8.

1983 - *Acer integerrimum*, ROIRON, pág. 698, fig. 6, n° 6.
1990 - *Acer* sp., AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. 2, fig. 6-7.
1990 - *Acer* cf. *campestre*, pág. 128, lám. 20, fig. 1, lám. 29, figs. 11-13.
1992 - *Acer* sp., BARRÓN, págs. 546-548, lám. II, fig. 2.

Material

Se han estudiado 4 ejemplares procedentes de los afloramientos del Torrente de Vilella: MNCNV-3290, MNCNV-3291, MNCNV-3528, MNCNV-4674.

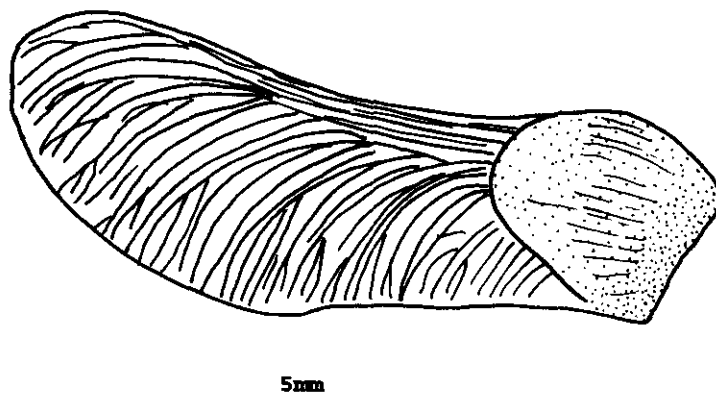


Fig. 61. *Acer* sp. MNCNV-3290

Descripción del material

Sámaras de alrededor de 3,5 cm de longitud; nueces cuadrangulares de 0,8x0,8 cm, sin quilla, recorridas longitudinalmente por venas; ángulo de unión de las alas $\approx 75-80^\circ$; ángulo de la nuez $\approx 30^\circ$; ausencia de sulco; ala con venas que abarcan toda la semilla en la zona opuesta a la de unión de los dos aquenios, presentando las mismas características que el tipo de sámara anteriormente descrito.

Observaciones

Si comparamos este tipo de sámara con otras semejantes que presentan diversas especies de arces, podemos concluir que las encontradas en la Cerdaña podrían ser asignables tanto a *A. integerrimum* como a *A. subcampestre*.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Vallesiense.** Sprendlingen, Alemania (MELLEN, 1989); la Cerdaña, Lérida, España.
 - Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (BOULAY, 1892); Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).
 - Messiniense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBER & ROIRON, 1990).
- Además se encuentra citada en el Plioceno de Chiuzbaia, Transilvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

***Acer* sp.**

(Lám. XXII, fig. 8)

1955 - *Cinnamomum* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 115-116, lám. XXXV, fig. 3.

1992 - *Acer* sp., BARRÓN, págs. 546-547, lám. II, fig. 6.

Material

Se ha estudiado un único ejemplar procedente del afloramiento de Coll de Saig: MNCNV-303.

Descripción del material

Flor con pedúnculo recto de 0,3 cm de longitud, cáliz muy deteriorado de 0,4 cm de anchura donde apenas se distinguen los sépalos. Saliendo de este cáliz se observan 2 estambres completos con filamentos recurvados y anteras en las que no se pueden distinguir las tecas; también se pueden visualizar los filamentos de otros 5 estambres; no se observan carpelos.

Observaciones

El género *Acer* presenta flores hermafroditas y unisexuales, sin embargo tras estudiar este ejemplar no podemos asegurar que se trate de una flor masculina, ya que se pudieron perder los carpelos durante el proceso de fosilización.

Este resto floral no puede ser atribuido a ninguna especie en particular, ya que un gran número de especies del género *Acer* poseen flores con estas características.

Familia Meliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son granos de polen del Oligoceno de Camerún, descritos como *Psilastephanocolporites grandis* Salard-Cheboldaeff y comparables con el polen del género *Trichilia* L. (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día se encuentra integrada por 51 géneros y alrededor de 550 especies, extendidas en regiones tropicales y subtropicales, con relativamente pocas especies en climas templados (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos de la depresión Ceretana hemos hallado un conjunto de restos foliares que quizás se puedan relacionar con esta familia.

MACRORRESTOS

aff. *Cedrela* sp.

(Lám. XXII, fig. 9)

1884-1885 - *Fraxinus* sp., RÉROLLE, págs. 291-293, lám. X, fig. 10.

1990 - *Cedrela* sp., AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. 1, figs. 6-8.

Material

Se han estudiado 4 restos foliares procedentes de Coll de Saig, torrente de Vilella y barranco de Salanca que corresponden a impresiones en buen estado de conservación: MGBV-10044, MGBV-10560, MNCNV-4460, MNCNV-4792.

Descripción del material

Restos foliolares; longitud del peciólulo: 0,13 cm; limbo asimétrico, lanceolado, orientado hacia un lado; longitud del limbo: 8,34-4,16 cm; anchura máxima del limbo: 3,48-2,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2-1,23 cm; ápice agudo; base redondeada o asimétrica, siendo entonces aguda; margen liso; nerviación curvipinnada simple; más de 8 pares de nervios secundarios curvados abruptamente, formando ángulos de divergencia de 45° a 90°; en algunas ocasiones, dicotomías en los nervios secundarios; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con el nervio medio; nervios de rango inferior ortogonalmente reticulados, formando areolas poligonales bien desarrolladas.

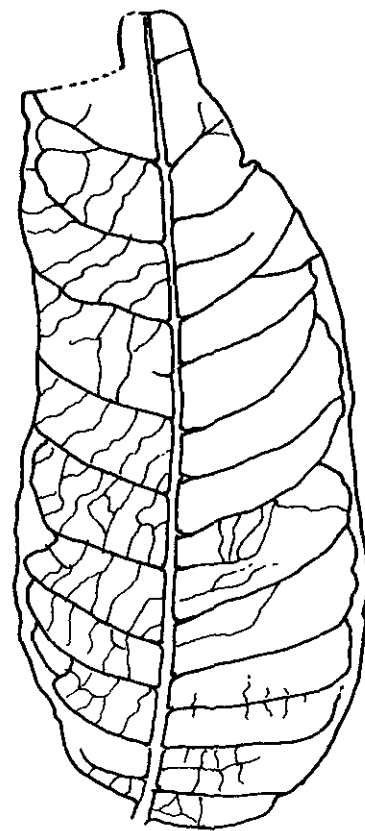


Fig. 62. aff. *Cedrela* sp. MNCNV-4460

Observaciones

A falta de estudios cuticulares, no podemos asegurar que estos restos foliares pertenezcan al género *Cedrela* L., por esta razón los mencionamos como *affinis*.

Si realmente estos ejemplares pudieran relacionarse con el género *Cedrela*, serían muy

semejantes a los del Messiniense de Murviel-Les-Beziers descritos por AMBERT & ROIRON (1990). Estos autores relacionan estos restos foliares con la especie fósil *C. sarmatica* Kov., y con las actuales: *C. fissilis* Vell., de Brasil y Panamá, y de *C. dugesi* Wats. y *C. glaziovii* D. C., de Estados Unidos.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.

-**Messiniense.** Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1990).

-**Pannoniense.** Aubenham, Marlpil, Baviera, Alemania (UNGER, 1983).

Orden Geraniales

Familia Geraniaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es escaso estando integrado únicamente por palinomorfos. Los más antiguos se han encontrado en el Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981).

La familia Geraniaceae presenta polinización entomófila, y está compuesta actualmente por 6 géneros y unas 700 especies de distribución casi cosmopolita que habitan fundamentalmente en regiones templadas y subtropicales (HEYWOOD, 1985).

MICRORRESTOS

***Geranium* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 1)

Palinomorfos asignables a este género se han encontrado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor, siendo referibles al tipo *Geranium molle* L., descrito por STAFFORD & BLACKMORE (1991).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; E=78,5-61,25 µm; exina de 5-6 µm de espesor; sexina unas tres veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con lúmenes de aproximadamente 3,75-1,6 µm; presencia

de báculos como elemento supratectal.

Orden Apiales

Familia Araliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia datan del Cretácico Superior de las regiones polares y de Norteamérica, en donde se describieron especies asignables tanto al género *Aralia* L. como al género *Hedera* L. (ZITTEL, 1891). Sin embargo, en el Albiense del grupo Potomac (Virginia, USA), FONTAINE (1889) describió los paragénos *Araliaephyllum* y *Araliopsis* en base a restos foliares de plantas que presentaban una morfología semejante a la de varios géneros de Araliaceae actuales. Posiblemente estos taxones no se encuentren relacionados con la familia que nos ocupa.

Los primeros palinomorfos, *Tricolporopollenites armatus* Gruas-Cavagnetto & Bui, datan del Paleoceno superior de Francia. Polen del tipo *Hedera* se ha detectado en el Mioceno Superior de Venta de Moro (España), y en el Plioceno de Alemania (MULLER, 1981).

En la actualidad, la familia Araliaceae presenta 70 géneros y 700 especies extendidas por regiones tropicales y subtropicales, aunque unas pocas habitan zonas templadas (CRONQUIST, 1981). El tipo de polinización que presentan los distintos géneros de esta familia es entomófilo.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado palinomorfos y restos foliares que pueden atribuirse a esta familia.

MICRORRESTOS

Hedera sp.

(Lám. XXII, fig. 6)

Polen asignable a este género solamente se ha encontrado (por primera vez en la Cerdaña) en la mina de Sanavastre, siendo relacionable con el tipo *Hedera helix* L., descrito por VAN HELVOORT & PUNT (1984), y con la especie parataxónica *Araliaceopollenites reticuloides* Thiele-Pfeiffer, mencionada en el Egeriense y Eggenburgiense de Hungría por NAGY (1985).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista

ecuatorial; redondeados en vista polar; $P \approx 32,5 \mu\text{m}$; $E \approx 31,25 \mu\text{m}$; colpos recorriendo longitudinalmente todo el grano de polen terminando en los polos donde no se fusionan; anchura de los colpos $\approx 3,75\text{-}2,5 \mu\text{m}$; poros alargados de unas $3,73 \mu\text{m}$ de luz; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de espesor; nexina $\approx$ sexina; tectum parcial; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes desiguales de hasta $4 \mu\text{m}$ de luz, más anchos en la mesocolpia que en la proximidad de los colpos.

MACRORRESTOS

aff. *Aralia* sp.

(Lám. XXIII, fig 2)

1884-1885 - *Platanus* sp., RÉROLLE, págs. 279-280, lám. X, fig. 1.

1945 - *Aralia*?, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.

1945 - *Platanus* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.

1951 - *Aralia*(?), BATALLER, pág. 139.

1955 - *Aralia multifida*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 161-162, lám. XXXVIII, fig. 3.

1955 - *Platanus* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 109-110.

Material

Se han estudiado 11 ejemplares como impresiones foliares en mal estado de conservación, colectados en el afloramiento de Coll de Saig:

MGBV-9688, MGBV-9757, MGBV-9758, MGBV-9759, MGSB-48472, MNCNV-246, MNCNV-251, MNCNV-252, MNCNV-815, MNCNV-2842, MNCNV-4700.

Descripción del material

Restos foliares siempre fragmentados, hasta el momento no se ha encontrado ningún ejemplar completo, ni con el peciolo; forma del limbo palmada, parece que con 5 lóbulos; longitud de alrededor de 15 cm; anchura máxima observada ≈ 12 cm; ápices agudos o redondeados; base no preservada; margen liso, aunque a veces aparecen dientes aislados o ramificaciones en los lóbulos del limbo; lóbulos a veces ramificados (MNCNV-815); en algunas ocasiones distalmente ensanchados (MNCNV-252, MGBV-9759) pareciendo que queda el lóbulo capitado; nerviación rectipalmada; por lo general, no se observa la presencia de nervios secundarios, que parecen ser curvipinnados con ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$ y curso derecho; si existe un diente o ramificaciones en los lóbulos un nervio secundario surge del nervio medio terminando en el ápice de estas estructuras; también se observan nervios secundarios que terminan en el seno que forma el punto de unión de dos lóbulos; presencia

de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con el nervio secundario y oblíquos frente al nervio medio.

Observaciones

Los restos descritos fueron asignados por MENÉNDEZ AMOR (1955), a la especie *Aralia (Oreopanax) multifida*, descrita por SAPORTA (1873), en el Estampiense de Aix-en-Provence. El autor considera que los ejemplares englobados en la especie anteriormente citada, podrían relacionarse tanto con el género *Oreopanax* Decne. & Planch., como con el género *Cussonia* Thumb., ambos de afinidades tropicales.

Nosotros no podemos confirmar que los restos foliares estudiados deban ser asignados a la especie fósil anteriormente citada. Además, hemos encontrado hojas de sombra en árboles de la especie *Ficus carica* L. que presentan la misma morfología que los restos descritos.

Desgraciadamente, no se han hallado fragmentos con cutícula preservada que nos permitan atribuir con certeza este tipo de resto foliar a uno u otro género. Por esta razón los citamos con duda como aff. *Aralia* sp.

Familia Apiaceae Lindley, 1836

El registro fósil de esta familia está referido únicamente a palinomorfos. Los más antiguos proceden del Eoceno inferior de la Cuenca Anglo-parisiense y de Francia y son relacionables con los tipos *Hydrocotyle* L. y *Bupleurum* L., respectivamente (MULLER, 1981). En el Plioceno de Rio Maior (Portugal), esta familia se encontraba bien representada a partir de 15 tipos de granos de polen (DINIZ, 1969).

Las apiáceas desarrollan una polinización entomófila, encontrándose integradas hoy en día por unos 300 géneros y 3.000 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Apiaceae

Granos de polen asignables a esta familia se han hallado de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de Prats, Coll de Saig y vertedero de Sampsor. Dentro de este grupo deben encontrarse representados varios taxones que no se pueden llegar a distinguir a partir de palinomorfos. Nosotros hemos llegado a diferenciar dos tipos que en

los contajes hemos considerado conjuntamente.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXII, fig. 8): granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=59-47\ \mu\text{m}$; $E=23-19\ \mu\text{m}$; poros circulares con $6-3\ \mu\text{m}$ de luz; exina de $\approx 2-1,5\ \mu\text{m}$ de espesor, más gruesa en el ecuador que en los polos; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida.

b) tipo 2 (Lám. XXII, fig. 7): granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de prolatos a subprolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=30-27\ \mu\text{m}$; $E=21,8-12,7\ \mu\text{m}$; poros circulares de $2,7-1,8\ \mu\text{m}$ de luz; colpos adelgazados hacia los polos de $3-1,8\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de unas $3\ \mu\text{m}$ de espesor, más gruesa en el ecuador que en los polos; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida.

Subclase Asteridae

Orden Solanales

Familia Convolvulaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son granos de polen del Eoceno Inferior del Camerún incluidos en la especie parataxónica *Calystegiapollis microechinatus* Salard-Chebouldaeff (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día presenta unos 50 géneros y 1.500 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985), la incluyen dentro del orden Polemoniales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente hemos detectados palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

***Convolvulus* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 3)

Polen asignable a este género se ha encontrado por primera vez en la Cerdaña de

forma puntual en los afloramientos de Beders, Coll de Saig, San Salvador, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor; siendo comparable a los palinomorfos incluidos en el tipo *Convolvulus arvensis* L., descrito por SENGUPTA (1972) y CRONK & CLARKE (1981). Su escasa presencia en los sedimentos de la Cerdaña se debe fundamentalmente a su dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=54,63-60 µm; E=50-45,5 µm; colpos estrechos con una anchura de aproximadamente 4,5 µm, no presentando engrosamientos a lo largo de su recorrido y acabando en los polos donde no se fusionan; exina ≈3,6-4 µm; sexina unas 3 veces más gruesa que la nexina; semitectado; infratécum columelado; superficie de la exina perforada.

Observaciones

NAGY (1985), relaciona granos semejantes a los estudiados por nosotros con la familia Alangiaceae, de distribución tropical. Sin embargo, según ERDTMAN (1986), los palinomorfos de esta familia presentan las aperturas colporadas, colporoidadas o poros. Los granos estudiados por nosotros son colpados, por lo que creemos no se pueden relacionar con Alangiaceae. Las figuras atribuidas por NAGY (1985), a *Alangiopollis simplex* Nagy, no presentan poros ni poroides, por lo que quizás los ejemplares figurados por esta autora debieran relacionarse con Convolvulaceae.

Orden Lamiales

Familia Boraginaceae A. L. de Jussieu, 1789

Es escaso el registro fósil de esta familia, estando basado únicamente en palinomorfos. Los más antiguos que se conocen son los del Oligoceno inferior de Puerto Rico, incluidos en el tipo *Tournefortia bicolor* Sw. (MULLER, 1981).

En la actualidad se encuentra integrada por unos 100 géneros y 2.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985) la incluyen dentro del orden Polemoniales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado granos de polen.

MICRORRESTOS

Echium sp.

(Lám. XXIII, fig. 6)

Granos de polen asignables a este género aparecen por vez primera en la zona estudiada de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca y camino al Serrat de Nas, pudiéndoseles comparar con los tipos *Echium vulgare* L. y *Echium flavum* Desf., descritos por CLARKE (1977), y DÍEZ in VALDÉS et al. (1987), respectivamente. Estos palinomorfos presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Pólenes 3-zonocolporados; heteropolares; con simetría radial; piriformes en vista ecuatorial; triangulares en vista polar; $P \approx 35,5 \mu\text{m}$; $E \approx 26 \mu\text{m}$; colpos estrechos de $\approx 1 \mu\text{m}$ que recorren el polen en toda su longitud terminando en los polos sin fusionarse; poros con unas $4,5 \mu\text{m}$ de diámetro, algunas veces con apariencia alargada; exina de unas $1,3 \mu\text{m}$; no se distingue la nexina de la sexina a M. O.; téctum completo; no se observa el infratécum columelado; superficie psilada.

Familia Lamiaceae Lindley, 1836

Los primeros registros están referidos a palinomorfos del Mioceno Superior de Alaska (tipo *Salvia* L.), España y Alemania (tipo *Mentha* L.) (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra representada en la actualidad por 200 géneros y 3.200 especies de distribución cosmopolita.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña tan sólo se encuentra representada a partir de tres tipos de granos de polen, uno de los cuales es referible al género *Phlomis* L.

MICRORRESTOS

Phlomis sp.

(Lám. XXIII, fig. 4)

Polen asignable a este género aparece de forma apreciable o puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el torrente de la Bavosa, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, camino de Balltarga a Bor, Coll de Saig, camino al Serrat de Nas y Can Vilella. Este género presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 6-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=42,7-40,9\ \mu\text{m}$; $E=25,4\ \mu\text{m}$; colpos terminales, estrechos, con aproximadamente $2\ \mu\text{m}$ de anchura; exina $\approx 1,5-2,5\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie microrreticulada.

Lamiaceae

Bajo esta denominación englobamos dos tipo de palinomorfos que pertenecieron a plantas entomófilas:

a) tipo 1 (Lám. XXIII, fig. 5): granos 6-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $E\approx 30\ \mu\text{m}$; los colpos recorren longitudinalmente todo el grano llegando hasta los polos donde no se fusionan con anchuras de $1,25-2,5\ \mu\text{m}$; exina de unas $0,9\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina y nexina no diferenciadas; téctum completo; no se observa el infratécum columelado; superficie psilada.

Este tipo de polen ha sido hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, barranco de Salanca, Prats, Beders, riu de Santa María, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor, sin que se pueda asignar a ningún género concreto de labiada.

b) tipo 2: polen 6-zonocolpado; isopolar; radialmente simétrico; subprolato en vista ecuatorial; no se ha observado en vista polar; $P=33,75\ \mu\text{m}$; $E=28,75\ \mu\text{m}$; colpos de unas $25\ \mu\text{m}$ de longitud, estrechos, de aproximadamente $1,25\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de unas $1,25\ \mu\text{m}$; sexina y nexina no diferenciadas; téctum completo; infratécum columelado; superficie escábrida.

Sóamente hemos hallado un grano de este tipo en la mina de Sampsor, no pudiendo ser asignado a ningún género en concreto como en el caso anterior.

Orden Scrophulariales

Familia Oleaceae Hoffmannsegg & Link, 1813-1820

Algunos autores como CRONQUIST (1981) incluyeron la familia Oleaceae dentro del orden Scrophulariales, mientras que otros como HEYWOOD (1985), la integraron dentro del

orden Gentianales. También ha sido segregada como único miembro de Oleales (CALL & DILCHER, 1992).

Según CALL & DILCHER (1992), los registros más antiguos de la familia datan del Eoceno de Norteamérica, estando basados en sámaras asignables al género *Fraxinus* L. No obstante, SUZUKI (1982), cita la especie *Chionanthus mesozoica* M. Suzuki & Nishida, a partir de leños en el Cretácico de Chiba (Japón). Los primeros registros polínicos fiables datan del Oligoceno de Bélgica, siendo comparables con el tipo *Olea* L. (MULLER, 1981).

Actualmente la familia Oleaceae está representada por 30 géneros y 600 especies de distribución casi cosmopolita, encontrándose muy bien representada en Asia y Malasia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno superior de la Cerdaña las oleáceas se encuentran representadas tanto por macrorrestos (*Fraxinus*), como por granos de polen (*Fraxinus*, *Olea*, *Ligustrum* L. y *Phyllirea* L.). No ha sido posible asignar algunos de los palinomorfos estudiados a ningún género concreto de oleácea, dado su estado de preservación, por lo que se les ha agrupado en los contajes polínicos como Oleaceae.

MICRORRESTOS

Fraxinus sp.

(Lám. XIII, fig. 12)

Granos de polen asignables a este género se han detectado de forma puntual o con cierta representación en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el del vertedero de Sampsor, Coll de Saig y Can Vilella, siendo relacionables con los del tipo *Fraxinus-excelsior* L., descrito por PUNT et al. (1991). Las especies del género *Fraxinus* que en la actualidad presentan este tipo de palinomorfo poseen una polinización de tipo anemófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; subprolatos en vista ecuatorial; circulares en visión polar; P=25,6-28 µm; E=26,25-20.6 µm; colpos de aproximadamente 1,25-3,75 µm, recorren longitudinalmente todo el grano; exina de unas 1,62-1,25 µm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes irregulares, de 2,5-0,6 µm de luz, encontrándose los de menor luz alrededor de los colpos.

***Ligustrum* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 8)

Polen asignable a este género se ha hallado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca y torrente de Vilella, siendo identificable con el tipo *Ligustrum vulgare* L., enunciado por PUNT **et al.** (1991). Quizás también pudieran ser relacionados con las especies parataxónicas descritas por NAGY (1985): *Oleoidearumpollenites chinensis*, del Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría, y *O. reticulatus*, del Egeriense, Karpatiense y Badeniense inferior también de Hungría.

Este género presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; esféricos en visión polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E \approx 57 \mu\text{m}$; colpos estrechos ($\approx 6,3 \mu\text{m}$) que recorren longitudinalmente todo el grano llegando hasta los polos en donde no se fusionan; exina con unas $6,3 \mu\text{m}$ de espesor; sexina 1,5-2 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes grandes de hasta $5,5 \mu\text{m}$ de luz, siendo más pequeños alrededor de los colpos y en los polos ($\approx 1 \mu\text{m}$).

***Olea* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 3)

Granos de polen asignables a este género se han detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Prats, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *Olea europaea* L., descrito por CANDAU in VALDÉS **et al.** (1987) y PUNT **et al.** (1991).

El género *Olea* presenta una polinización de tipo entomófilo, pero tiende a la anemofilia, por lo que produce gran cantidad de granos de polen que quedan suspendidos en la atmósfera (WODEHAUSE, 1965).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 25,5 \mu\text{m}$; $E \approx 24 \mu\text{m}$; colpos estrechos de alrededor de $3 \mu\text{m}$; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina;

téctum parcial; infratéctum columelado con columelas simples; superficie reticulada con lúmenes irregulares de unas 2 µm de luz que son más reducidos alrededor de los colpos; lúmenes tan anchos o algo más que los muros.

***Phyllirea* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 10)

Palinomorfos atribuibles a este género, aparecen con cierta representación o de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca, Prats y en la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *Phyllirea angustifolia* L. descrito por PUNT **et al.** (1991).

Este género presenta flores con polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3(4)-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=23,18-17,3 µm; E=15-25,4 µm; colpos estrechos que recorren el grano en toda su longitud, terminando sin fusionarse en la zona central de los polos; exina de unas 3 µm; sexina algo más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de 1-1,5 µm de luz que no decrecen ni en los polos ni cerca de los colpos.

MACRORRESTOS

***Fraxinus numana* MASSALONGO, 1859**

(Lám. XXIV, figs. 1 y 2)

- * 1859 - *Fraxinus numana*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 284-285, lám. IX, figs. 3-5, lám. XLII, fig. 2.
- 1873 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 226.
- 1879 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 109, figs. 13-14, pág. 345.
- 1884-1885 - *Fraxinus* sp., RÉROLLE, págs. 54, lám. XIX, fig. 2.
- 1888 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 232, fig. 10, pág. 233.
- 1891 - *Fraxinus gracilis*, ZITTEL, pág. 328, fig. 10, pág. 752.
- 1945 - *Fraxinus praedicta*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 346, 351, lám. V.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, lám. LI, fig. 4.
- 1955 - *Potamogeton rufescens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 54, lám. XIX, fig. 2.
- 1981 - *Fraxinus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Fraxinus* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Fraxinus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
- 1981 - *Fraxinus* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34-36.
- 1988 - *Fraxinus praedicta*, GÓMEZ-ALBA, lám. 17, fig. 7.
- 1991 - *Fraxinus excelsior*, BARRÓN, págs. 101-108, text-figs. 3-5, lám. 1, figs. 1-9.

Material

Se han estudiado 13 ejemplares correspondientes a sámaras y a foliolos, preservados como impresiones y compresiones sin cutícula preservada, en buen estado de conservación. Todos estos restos proceden de los afloramientos de Coll de Saig, torrente de Vilella, barranco de Salanca, Beders y Can Pilbre:

- Folios: MGBV-9493, MGBV-9795, MGBV-9862, MNCNV-312, MNCNV-467, MNCNV-494, MNCNV-687, MNCNV-924, MNCNV-4715.

- Sámaras: CLF nº-032, MGBV-9493, MGBV-10170, MGBV-10495, MNCNV-3121, MNCNV-3293b, MNCNV-3294, MNCNV-3295, MNCNV-4714, MNCNV-4716.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

F. foliis pinnatis, foliolis coriaceis lanceolato-ellipticis, integerrimis, utrinque attenuatis obtusiusculis, costa validissima, nervis secundariis camptodromis alternis ad extremum marginem arcuatim conjunctis, nervulis venisque obsoletis. Samaris elliptico-oblongis, nervoso-striatis, integris utrinque obtusiusculi.

Descripción del material

Folios cortamente peciolulados (Lám. XXIV, fig. 1); longitud del peciolulo: 0,3-0,1 cm; limbo de elíptico a lanceolado; longitud del limbo: 5,1-3,9 cm; anchura máxima del limbo: 2,3-2,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2,3-1,7 cm; ápice agudo o acuminado; base cuneiforme; margen aserrado irregularmente, presentando mayor número de dientes en el margen que nervios secundarios; serración con ángulo apical agudo cóncavo-convexo; nerviación semilazada; 8-6 pares de nervios secundarios curvados uniformemente con ángulo de divergencia de unos 45°, siendo este ángulo más o menos abierto en el ápice; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicuos frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras de 2,5-5 cm de longitud (Lám. XXIV, fig. 2); forma obovada con el ala truncada en su ápice; semillas que ocupan alrededor de 1/3 de la longitud de la sámara recorridos longitudinalmente por venas; cicatriz por donde la nuez alada se abrirá en el momento de la germinación y le que recorre longitudinalmente; superficie ornada por venas

(que se desarrollan muy juntas sobre la cicatriz) con ramificaciones dicótomas.

Observaciones

La especie descrita es comparable a la actual *Fraxinus excelsior*, la cual habita en Europa y Asia Menor. Las especies fósiles descritas a partir de restos foliares: *Fraxinus excelsifolia* Wessel & Weber, *Fraxinus arvernensis* Laurent y *Fraxinus excelsior* var. *pliocenica* Laurent (WESSEL & WEBER, 1855; LAURENT, 1904-1905, 1908), pudieran asignarse tanto a la especie descrita como a distintos géneros de juglandáceas, por lo que sería necesario realizar estudios cuticulares para una atribución apropiada a uno u otro género.

Esta es la primera vez que se describe la especie *Fraxinus numana* en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pontiense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).
- Villafranquiense.** Ceyssac, Alto Loira, Francia (SAPORTA, 1873).

Orden Rubiales

Familia Rubiaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia parecen ser restos foliares colectados en el Eoceno medio del Sureste de Estados Unidos (CRONQUIST, 1981). Los primeros granos de polen encontrados datan del Eoceno superior de Alemania, siendo relacionables con el tipo *Gardenia* Ellis, e incluidos en la especie *Triporetetradites pachterstedtensis* Krutzsch (MULLER, 1981). Flores han sido registradas en el ámbar del Oligoceno medio de Samland (Kalinin, Rusia) (ZITTEL, 1891).

Esta familia está integrada en la actualidad por 450 géneros y 6.500 especies de distribución cosmopolita.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña, únicamente hemos hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Rubiaceae

(Lám. XXIII, fig. 11)

Polen asignable a la familia que nos ocupa se ha hallado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la Mina de Sampsor. No es posible, dada su morfología, relacionarlo con ningún género de esta familia ya que un buen número de ellos son estenopalinos.

La dispersión de este tipo de polen es entomófila.

Descripción del material

Granos 8-10-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista polar, no habiéndose observado nunca en vista ecuatorial; $E \approx 33,6 \mu\text{m}$; colpos estrechos, que recorren longitudinalmente el polen llegando hasta los polos donde no se fusionan entre ellos; exina de aproximadamente $1,8 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; tectum completo; no se observa el infratectum columelado; superficie psilada o algo escábrida.

Orden Dipsacales

Familia Caprifoliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia quizás pudieran ser referidas al Cretácico Superior, ya que se han asignado restos foliares y frutos procedentes de las regiones árticas al género *Viburnum* L. (ZITTEL, 1891).

Los primeros registros polínicos datan del Eoceno Medio y Superior de Francia, siendo referidos al género *Viburnum*, y más concretamente a la especie: *Tricolporopollenites viburnoides* Gruas-Cavagnetto (MULLER, 1981). Los granos de polen relacionables con el género *Lonicera* L., no aparecen hasta el Oligoceno (MULLER, 1981).

Esta familia comprende hoy en día unos 15 géneros y 400 especies que se distribuyen principalmente por zonas templadas del Hemisferio Norte, regiones boreales y montañas tropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha detectado un conjunto de palinomorfos relacionables con la familia Caprifoliaceae, y en concreto con tres géneros de ésta (*Lonicera*, *Sambucus* L. y *Viburnum*). Hemos de hacer mención del hallazgo de polen de tipo "Sambucoide" en el afloramiento del torrente de la Bavosa, el cual no se puede asignar a ningún género en concreto dado su mal estado de preservación.

MICRORRESTOS

Lonicera sp.

(Lám. XXIV, fig. 4)

Granos de polen asignable a este género han sido detectados por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del camino al Serrat de Nas, Prats, torrente de Vilella, barranco de Salanca, Beders y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Pudiéndose relacionarlos con el tipo *Lonicera peryclimenum* L., descrito por PUNT **et al.** (1974) y DÍEZ in VALDÉS **et al.** (1987), el cual presenta una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; casi circulares en visión ecuatorial; planos en vista polar; E=46,3-69 μ m; ectoaperturas de tipo colpo subterminales; endoaperturas tipo poro, lalongadas, algo menos largas que el colpo; exina $\approx$ 2,5-3 μ m de espesor en la mesocolpia; sexina unas tres veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie con espínulas de unas 3 μ m de longitud.

Sambucus sp.

(Lám. XXIII, fig. 9)

Este tipo de polen ha sido encontrado por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del riu de Santa María, San Salvador, Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, carretera de Bellver de Cerdanaya a Pi, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la Mina de Sanavastre; siendo identificable con el tipo *S. ebulus* L., descrito por PUNT **et al.** (1974). Este tipo de polen presenta algunas afinidades con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Caprifoliipites sambucoides*, del Karpatiense, Badeniense y Sarmatiense de Hungría.

Este género presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=20-25 μ m; E=16-20 μ m; colpos anchos de unas 3 μ m, que recorren longitudinalmente todo el grano terminando en los polos, aquí éstos se presentan casi unidos sin llegar a fusionarse; poros lalongados de aproximadamente 3 μ m de longitud

y 1,5-2 μm de anchura; exina de unas 3 μm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de $\approx 1 \mu\text{m}$; y muros estrechos y lisos sin elementos supratectales; alrededor de las aperturas los lúmenes disminuyen de tamaño.

***Viburnum* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 9)

Esta forma polínica es referible al tipo *Viburnum tinus* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987), hallándose por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

El género *Viburnum* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 23\text{-}24 \mu\text{m}$; $E \approx 28 \mu\text{m}$; colpos de unas 3,5 μm de anchura, que recorren el grano en toda su longitud llegando hasta los polos donde terminan muy cercanamente los unos de los otros sin fusionarse; poros lalongados de aproximadamente 2 μm de anchura y 4 μm de longitud; exina de unas 3 μm ; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de hasta 3,5 μm de luz; malla irregular, gruesa y lisa sin elementos supratectales; alrededor de las aperturas los lúmenes disminuyen de tamaño.

Familia Valerianaceae Batsch, 1802

Los primeros vestigios que se tienen de esta familia están referidos a pólenes del Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981). En el Mioceno Superior de la Cerdaña, esta familia se encuentra representada por un sólo tipo de grano, y está constituida actualmente por unos 13 géneros y 300 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

***Valeriana* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 5)

Este tipo de palinomorfos aparece por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en las minas de Sanavastre y Sampsor. Presentaron una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; circulares en visión polar; $P=48,7-42\ \mu\text{m}$; $E=33,7-27\ \mu\text{m}$; colpos de $\approx 2\ \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente el grano acabando en los polos donde no se fusionan; exina de unas $2\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum completo; infratectum columelado, superficie microrreticulada con espínulas dispersas de alrededor de $1\ \mu\text{m}$ de longitud.

Familia Dipsacaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros asignables a esta familia son palinomorfos del Mioceno Medio de Hungría, que se incluyeron en la especie parataxónica *Scabiosaepollenites magnus* Nagy (MULLER, 1981; NAGY, 1985).

Esta familia en la actualidad está constituida por 10 géneros y alrededor de 270 especies que se distribuyen por Eurasia y África (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos detectado palinomorfos del mismo tipo que los mencionados por NAGY (1985).

MICRORRESTOS

***Scabiosa* sp.**

(Lám. XXV, fig. 1)

El tipo de polen asignable a este género ha sido hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, camino al Serrat de Nas, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y la mina de Sampsor, siendo referible al tipo *Scabiosa columbaria* L. descrito por CLARKE & JONES (1981), y a *Scabiosaepollenites magnus*, del Karpatische, Badeniense inferior y Pannoniense de Hungría.

Este tipo de polen presentaba una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Pólenes 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; circulares o ligeramente elípticos en visión polar; $P=88,7-80\ \mu\text{m}$; $E=77,5-74,5\ \mu\text{m}$; colpos cortos ($\approx 31,25\ \mu\text{m}$) que no llegan a los polos, y estrechos ($\approx 1,8\ \mu\text{m}$); exina de unas $7,5\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie equinulado-equinada con espínulas dispersa de unas $2\ \mu\text{m}$ de longitud, entre las que se encuentran gran cantidad de espínulas de menos de $1\ \mu\text{m}$.

Orden Asterales

Familia Asteraceae Dumortier, 1822

Parece ser que el origen de esta familia es relativamente reciente, ya que los primeros registros obtenidos provienen del Oligoceno superior de Austria (*Tricolpopollenites microechinatus* Hochuli), en referencia a las compuestas tubulifloras. La ligulifloras son detectadas por vez primera en el Mioceno Inferior (MULLER, 1981).

Restos macroscópicos asignables a esta familia sin lugar a dudas, son frutos agrupados en la especie parataxónica *Cypselites gypscrus* Sap., del Oligoceno de Aix-en-Provence (ZITTEL, 1891). La inflorescencia descrita en los sedimentos del límite Oligoceno-Mioceno del Suroeste de Montana, *Vacquiera cronquistii* Becker, no debe ser asignada a la familia que nos ocupa (CREPET & STUESSY, 1978; TAYLOR & TAYLOR, 1993). Últimamente, se ha descrito un "capítulo" en el tránsito Maastrichtiense-Paleoceno de Nigeria como *Palaeogundelia sahelianum* (HANON et al., 1990), que a nuestro entender tampoco debería ser atribuido a esta familia, ya que no presenta ni flósculos ni lígulas, ni existe polen asignable a esta familia sobre los ejemplares, ni en los sedimentos donde se han hallado.

En la actualidad las compuestas engloban más de 1.100 géneros y quizás hasta 20.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña no es raro encontrar palinomorfos referibles a la familia Asteraceae. En este trabajo se han agrupado por un lado los granos de las asteráceas ligulifloras y por otro los de las tubulifloras.

La familia Asteraceae presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Asteraceae liguliflorae

Este tipo de polen que presenta la característica fundamental de ser fenestrado, aparece con cierta representación o de manera puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en el de Coll de Saig. Se ha distinguido dos morfologías en base a su tamaño y a la ornamentación de la exina. Sin embargo, dentro de estos dos tipos se incluyen seguramente granos de polen pertenecientes a más de un taxón, ya que existen géneros estenopalinos:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXIV, fig. 7; Lám. XXV, fig. 2): granos fenestrados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista ecuatorial; hexagonales en vista polar; diámetro $\approx 33-43\ \mu\text{m}$; exina de $6-8\ \mu\text{m}$ de grosor a nivel de las crestas; sexina 2-3 veces más espesa que la nexina; tectum parcial dispuesto en lagunas con contorno pentagonal o exagonal; infratectum columelado; sobre las crestas aparecen espinas de $3-7\ \mu\text{m}$.

Este tipo es el más comúnmente encontrado, y según sean sus lagunas (pentagonales o hexagonales) pueden ser asignados a los tipos *Tragopogon* L., *Scorzonera* L. y *Cichorium* L., respectivamente, según lo expuesto por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987); y del mismo modo al tipo *Cichorium intybus* L., descrito por BLACKMORE (1984).

b) tipo 2 (Lám. XXIV, fig. 6): granos fenestrados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista ecuatorial; hexagonales en vista polar; diámetro $\approx 28-44\ \mu\text{m}$; exina de $12-15,45\ \mu\text{m}$ de espesor a nivel de las crestas; sexina más de dos veces más gruesa que la nexina; tectum parcial, con su superficie diferenciada en lagunas; infratectum columelado; sobre las crestas aparecen espinas de $7,2-4,5\ \mu\text{m}$, las cuales parecen rodear todo el grano formando una especie de corona.

Este tipo de polen ha sido detectado en el afloramiento del barranco de Salanca, Beders y en la mina de Sanavastre, pudiéndose referir a los tipos *Lactuca serriola* L. y *Lactuca sativa* L., descritos por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987) y BLACKMORE (1984), respectivamente.

Asteraceae tubuliflorae

Palinomorfos asignables a este grupo, aparecen de forma constante en todos los

afloramientos de la Cerdaña. En algunos casos su presencia es puntual, en otros, suficientemente representativa, sin llegar a poderlos considerar como abundantes. En los afloramientos de la Cerdaña ponemos de manifiesto la existencia de cuatro tipos en donde seguramente se incluyen granos de polen pertenecientes a más de un taxón, ya que existen géneros estenopalinos, del mismo modo que en las ligulifloras. Los tipos observados han sido los siguientes:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXV, fig. 4): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; circulares o suboblitos en visión ecuatorial; casi circulares en visión polar; $E \approx 20 \mu\text{m}$; $P \approx 24 \mu\text{m}$; colpos cortos que no alcanzan los polos; anchura de los colpos alrededor de $3 \mu\text{m}$; no se observan poros al M. O., al M. E. B. constatamos que éstos aproximadamente poseen $1 \mu\text{m}$ de luz; exina de unas $4 \mu\text{m}$ de espesor; sexina hasta cuatro veces más gruesa que la nexina; nexina engrosada alrededor de las endoaperturas formando costillas; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie microrreticulada con lúmenes de aproximadamente $1 \mu\text{m}$ de anchura, tanto como los muros; espinas de unas $4 \mu\text{m}$ de longitud.

Este tipo de polen aparece en todos los afloramientos estudiados, siendo equiparable al tipo *Anthemis arvensis* L. descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987). También es relacionable con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Tubulifloridites anthemidearum*, hallada en el Karpatense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría.

b) tipo 2 (Lám. XXV, fig. 9): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; circulares o suboblitos en vista ecuatorial; más o menos circulares y anguloaperturados, en vista polar; $P \approx 40,5 \mu\text{m}$; $E \approx 47 \mu\text{m}$; colpos con unas $4 \mu\text{m}$ de anchura; exina de aproximadamente $15 \mu\text{m}$ de espesor; sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum con columelas densas; superficie perforada-finemente reticulada con lúmenes de alrededor de $1 \mu\text{m}$, pero tan anchos o algo más anchos que los muros; espinas de unas $4 \mu\text{m}$ de longitud.

Este tipo de polen aparece en el afloramiento de Beders, pudiéndose quizás relacionar con el tipo *Senecio vulgaris* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987).

c) tipo 3 (Lám. XXV, fig. 5): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; esféricos o algo elípticos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; diámetro ≈ 47 μm ; colpos estrechos; exina de alrededor 3,1 μm de espesor; sexina tan gruesa como la nexina; téctum casi completo; infratéctum columelado; formación de crestas donde el téctum está presente; espinas situadas sobre las crestas de unas 6,3 μm ; ornamentación perforada en las lagunas.

Este tipo de polen está presente en el barranco de Salanca y en la mina de Sampson, y no hemos podido relacionarlo con ningún género en particular.

d) tipo 4 (Lám. XXV, fig. 8): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; esféricos tanto en vista ecuatorial como en vista polar; diámetro $\approx 26,25$ μm ; colpos y poros no se observan al M. O.; exina de aproximadamente 1,25 μm de espesor; sexina del mismo grosor que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; formación de crestas; presencia de espinas orientadas en dos filas sobre las crestas con unas 2,5 μm de longitud.

Este tipo de polen ha sido detectado únicamente en el afloramiento de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, y quizás pueda ser referible al tipo *Calendula arvensis* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987).

e) tipo 5 (Lám. XXV, fig. 3): pólenes 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 28$ μm ; $E \approx 17$ μm ; exina de alrededor de 2,5 μm de espesor; sexina varias veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; presencia de crestas; superficie con espinas situadas sobre las crestas de unas 5 μm de longitud, alternando con las crestas aparecen espinas o gemas de unas 1,8 μm de longitud.

Este tipo de polen se ha encontrado únicamente representado en la mina de Sampson, no habiéndolo podido relacionar con ningún género en particular.

Clase Liliatae

Subclase Alismatidae

Orden Najadales

Familia Potamogetonaceae Dumortier, 1829

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son frutos de sedimentos

paleocenos (CRONQUIST, 1981). Este mismo autor expone que el género *Potamogeton* L., se encuentra representado en el Oligoceno de Inglaterra y la URSS a partir de restos foliares, palinomorfos, frutos y semillas. MULLER (1981), no comparte esta tesis con respecto al polen, expresando que los restos polínicos más antiguos atribuibles a esta familia son los del Mioceno Superior de España (Venta del Moro), Francia y Alemania.

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género, *Potamogeton*, y unas 100 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado tanto restos foliares como palinomorfos.

MICRORRESTOS

Potamogeton sp.

(Lám. XXV, figs. 6 y 7)

Palinomorfos asignables a este género se han detectado de forma puntual o apreciable en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en Oliá. Posiblemente estemos agrupando granos de polen asignables a especies diferentes, ya que hemos encontrado algunos de más de 30 µm de diámetro, con lúmenes muy desarrollados, y otros de tamaño mucho menor con lúmenes de menos de un micrómetro de luz.

Casi todos los representantes actuales del género *Potamogeton* presentan una polinización de tipo anemófilo, salvo en el caso del subgénero *Coleogeton* (REICHENB.) RAUNK que la presenta hidrófila (HEYWOOD, 1985).

Descripción del material

Granos inaperturados; apolares; radialmente simétricos; esféricos o elípticos; diámetro=37-23,5 µm; exina de unas 1,5 µm de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con muros estrechos y lúmenes de 0,5-1,5 µm, con forma irregular.

Observaciones

La escasa representación que ostenta este género en algunos afloramientos seguramente es debida a la fragilidad de sus granos, que no resisten bien el proceso de fosilización, al presentar la exina muy reducida.

MACRORRESTOS

Potamogeton orbiculare Rérolle, 1884-1885

(Fig. 63; Lám. XXVI, figs. 1 y 2)

- * 1884-1885 - *Potamogeton orbiculare*, RÉROLLE, págs. 185-187, lám. III, fig. 7.
- 1945 - *Potamogeton orbiculare*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1950 - *Potamogeton orbiculare*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Potamogeton orbiculare*, BATALLER, pág. 139.
- 1955 - *Potamogeton orbiculare*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 53-54, lám. XIX, fig. 1.
- 1977 - *Potamogeton orbiculare*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980 - *Potamogeton orbiculare*, SANZ DE SIRIA, pág. 8, lám. I, fig. 3a.
- 1981 - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
- 1981a - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 88, lám. I, fig. 10.
- 1981 - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 35.

Material

Se han estudiado 16 ejemplares como impresiones de hojas en buen estado de conservación, procedentes del barranco de Salanca, Coll de Saig, Pedrá y camino al Serrat de Nas:

CA-8965, MGBV-9505, MGBV-11729, MGM-52M, MGM-1051M, MGM-1052M, MGSB-21775, MGSB-31216, MGSB-40448_{1,3}, MNCNV-350, MNCNV-4738, MNCNV-4739, MNCNV-4740, MNCNV-4741.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

P. caule geniculato flexuoso, stipulis lanceolatis, foliis late ovato-rotundatis, margine integerrimis, nervis lateralibus utroque latere circiter 8-10, convergentibus, alternatim validioribus tenuioribusque, nervulis transversis rate subtile plerumque rectangulum efformantibus.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo; 1,14-0,2 cm; limbos de orbiculares a elípticos; longitud del limbo; 9,16-2,6 cm; anchura del limbo: 3,9-2,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 3,58-1,1 cm; ápice obtuso, en algunas ocasiones, mucronado; base de cuneada a decurrente; margen liso, irregularmente ondulado; nerviación arqueado-estriada; nervios primarios laterales que aparecen alternos u opuestos; a lo largo del nervio primario medio y en toda su longitud, se desarrollan 4-5 pares de nervios secundarios de forma curvipalmada, fusionándose en el ápice del limbo; curso de los nervios secundarios uniformemente curvado; ángulo de divergencia menor de 45°; nerviación terciaria percurrente que se desarrolla de forma perpendicular al nervio medio; nerviación de rango inferior

reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales perfectamente desarrolladas.

Observaciones

RÉROLLE (1884-1885), relacionaba esta especie con las actuales, *P. perfoliatus* L., *P. plantagineus* Duct. y *P. lucens* L. Tras comparar con material de herbario

pensamos que también podría relacionarse con *P. natans* L. Estas cuatro especies están incluidas en la Sección *Potamogeton* del Subgénero *Potamogeton*. Pensamos que *P. orbiculare* debería considerarse integrante de esta Sección, pero no podemos relacionarlo en concreto con ninguna de sus especies hasta que se hallen inflorescencias o frutos. Éstos, si se encontraran bien conservados, serían decisivos para relacionar taxonómicamente la especie ceretana con las actuales.

En el Pannoniense de Chiuzbaia (Rumanía), GIVULESCU (1990), señaló la presencia de un resto foliar semejante a algunos de nuestros especímenes, que determinó como *Potamogeton* cf. *natans*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Vallesiense.** Seo de Urgell, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

Subclase Arecidae

Orden Arecales

Familia Arecaceae C. H. Schultz-Schultzenstein, 1832

Los primeros registros de esta familia datan del Santoniense de la Formación Margoth, en donde se han colectado restos foliares (*Sabal margothiensis* Berry) y troncos

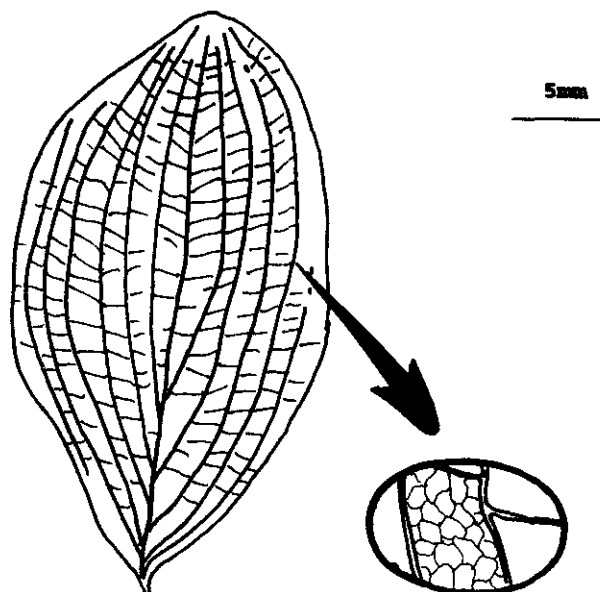


Fig. 63. *Potamogeton orbiculare* MNCNV-4740

(*Palmoxylon diffwoodensis* Berry) (DAGHLIAN, 1981). Palinomorfos se han encontrado en el Santoniense de Borneo (DAGHLIAN, 1981), y en el Maastrichtiense de Senegal, Camerún, India, Borneo, Venezuela, Colombia y Brasil (MULLER, 1981). Todos ellos son relacionables con el tipo *Nypa* Steck.

La familia Arecaceae está integrada hoy en día por unos 110 géneros y alrededor de 1.800 especies, la mayoría de ellas de distribución tropical y subtropical (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han registrado granos de polen y, de forma excepcional, un resto foliar.

MICRORRESTOS

Arecaceae

Palinomorfos asignables a esta familia aparecen por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Prats, torrente de la Bavosa, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Se han encontrado tres tipos polínicos que podrían ser relacionados con varios géneros, pero se han considerado en los contajes todos en conjunto. Las palmáceas presentan una polinización anemógama de sus granos de polen.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXVI, fig. 9): granos 1-anasulcados; heteropolares; radialmente simétricos; esféricos; diámetro≈28-21,8 µm; sulco elíptico y corto de 10-7 µm de longitud; exina con 3-2 µm; sexina≈nexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie microrreticulada y con espinas; espinas de unas 6 µm de longitud ensanchadas en su parte basal.

Este tipo se ha encontrado en los afloramientos de Prats, barranco de Salanca, torrente de Vilella y camino al Serrat de Nas. Posiblemente pueda ser relacionado con el género *Nypa*, ya que presenta similitudes con los figurados por THANIKAIMONI (1986), aunque los granos estudiados por nosotros presentan los sulcos menos desarrollados.

b) tipo 2 (Lám. XXVI, fig. 4): Granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en vista ecuatorial; E_1 ≈32-29 µm;

$E_2 \approx 19 \mu\text{m}$; sulco estrecho recorriendo todo el polo; exina de 2-1,5 μm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum perforado; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes de aproximadamente 0,9 μm .

Este tipo de polen ha sido hallado únicamente en el barranco de Salanca, no pudiéndose relacionar con ningún género en concreto.

c) tipo 3 (Lám. XXVI, figs. 3 y 6): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; de esféricos a elípticos; diámetro: 23-20 μm ; sulcos estrechos; exina de aproximadamente 1 μm de espesor; sexina=nexina; tectum perforado; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes del retículode alrededor de 1 μm de luz, siendo más estrechos cerca del sulco. Estos granos a menudo se encuentran fisurados quedando abiertos por la mitad.

Este tipo de polen ha sido detectado en el afloramiento del vertedero de Sampsor y en la mina de Sampsor; siendo comparable con las especies parataxónicas: *Sabalpollenites papilosus* (Mürr. et Pf.) Nagy, descrita en el Egeriense y Eggenburiense de Hungría (NAGY, 1985); y *Monocolpopollenites granulatis* Kds., descrita por KEDVES & BOHONY (1966) en los sedimentos eocenos de Bajót (Hungría).

MACRORRESTOS

Arecaceae

(Lám. XXVI, fig. 2)

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar colectado en forma de impresión foliar en el afloramiento de Coll de Saig: CJQ-011.

Descripción del material

Se trata de un fragmento foliar muy deteriorado, de aproximadamente 16 cm de longitud y 10-12 cm de anchura, en donde se observa un nervio de 16 cm de longitud y 0,4 cm de anchura recorrido por estriaciones paralelas entre sí; de éste salen nervios de orden inferior, también paralelos entre ellos, con un ángulo de divergencia de unos 45°; éstos se curvan orientándose hacia la zona apical.

Observaciones

A causa de su pésimo estado de preservación no podemos relacionar este resto foliar con ningún género de palmera en concreto, por esta razón lo nominamos a nivel de familia.

Esta es la primera vez que se describe un resto foliar de Arecaceae en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Subclase Commelinidae

Orden Cyperales

Familia Cyperaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos asignables a ciperáceas son frutos hallados en el Eoceno y Oligoceno de Inglaterra (DAGHLIAN, 1981). Palinomorfos se han encontrado en el Eoceno Medio del Norte de centro Europa, siendo comparables con el tipo *Carex* L. (MULLER, 1981). No obstante, estudios coevolutivos sobre hongos y cyperáceas parecen indicar que estas últimas debieron originarse tan pronto como las gramíneas, es decir hacia el Cretácico Superior (SAVILE, 1990).

Esta familia en la actualidad está integrada por alrededor de 70 géneros y unas 4.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1985).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado únicamente palinomorfos.

MICRORRESTOS

Cyperaceae

(Lám. XXVI, fig. 10)

Palinomorfos atribuibles a esta familia se han detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, Prats, camino al serrat de Nas, Can Vilella y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Como algunos de los géneros de esta familia presentan granos de polen como los que se van a describir a continuación, hemos creído oportuno estudiarlos todos conjuntamente como Cyperaceae.

Descripción del material

Granos anaporozonocolpados; heteropolares; radialmente simétricos; de piriformes a triangulares en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; P=44,5-31 µm; E=35-32

µm; presentan un poro en la cara distal de unas 6 µm de luz; aberturas de tipo colpo unas veces en la zona más próxima al polo proximal, y otros en la parte media entre el polo proximal y el distal, siendo paralelos al polo distal; colpos con anchura aproximada de 1,5-6 µm, y longitud de 25,4-16 µm; exina de ≈3 µm de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie granulada y escábrida.

Observaciones

Algunos de los granos estudiados pudieran ser asignados a la especie parataxónica *Cyperaceapollis neogenicus* N. Kr., hallado en el Mioceno Inferior de Alemania, y en el Badenense inferior de Hungría (NAGY, 1985). Las cyperáceas presentan una dispersión anemófila del polen.

Familia Poaceae Barnhart, 1895

RAVEN & AXELROD (1974), expresaron que los primeros granos de polen asignables a esta familia no se encuentran hasta el Maastrichtiense del Oeste de África, no siendo frecuentes en el registro fósil hasta el Eoceno inferior. Por su parte, MULLER (1981), dice que no existen estudios utilizando microscopía electrónica de los palinomorfos cretácicos, por lo que los primeros restos polínicos fiables proceden del Paleoceno de Brasil, Nigeria (*Monoporites annulatus* Pares Regali, Uesunigui & Santos) y Australia (*Graminidites* sp.).

Se han encontrado espigas de gramíneas en el Paleoceno/Eoceno de la Formación Wilcox del Oeste de Tennessee (CREPET & FELDMAN, 1991). En estas espigas estos últimos autores consideran que la presencia de caracteres modernos nos indica un origen preterciario de las poáceas.

Esta familia en la actualidad presenta unos 500 géneros y alrededor de 8.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985), opinan que el diagnóstico de esta familia es suficientemente consistente frente a Cyperaceae, como para constituir él sólo el orden Poales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto restos macroscópicos como palinomorfos.

MICRORRESTOS

Poaceae

(Lám. XXVI, figs. 8 y 12)

Se incluye un conjunto de granos de polen que seguramente debieron pertenecer a varios taxones, pero que no es posible su diferenciación, ya que las gramíneas presentan morfologías polínicas semejantes. Se han detectado palinomorfos asignables a la familia Poaceae en mayor o menor número en todos los afloramientos de la Cerdaña.

Descripción del material

Granos 1-anapórados; heteropolares; radialmente simétricos; de circulares a elípticos; diámetro: 55-19 μm ; poros con 5-1,8 μm de luz, con contorno circular o elíptico; presencia de anillo de 3,5-1,8 μm ; exina de 1,5-0,9 μm de espesor; la exina aumenta de grosor, hasta 4,5 μm , alrededor del poro formando un anillo; sexina > nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie psilada o ligeramente granulada.

Observaciones

La presencia de este tipo de palinomorfo en gran cantidad en algunos de los afloramientos estudiados se debe seguramente a su carácter anemófilo.

Parte de los granos estudiados deben compararse con la especie parataxónica *Graminidites media* (Cookson) R. Pot., la cual ha sido hallada en el Egeriense, Ottnangiense, Karpatiense, Badeniense y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

MACRORRESTOS

Poaceae

(Fig. 64; Lám. XXVI, figs. 7 y 11; Lám. XXVII, fig. 1)

1955 - *Poacites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 58, lám. XVIII, fig. 2.

Material

Se han estudiado tres ejemplares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y Riu de Santa María, hallados como impresiones y compresiones de hojas con la cutícula preservada. El estado de conservación de estos ejemplares es muy bueno: MNCNV-295, MNCNV-4732, MNCNV-4737.

Descripción del material

Hojas alargadas; longitud: 8-3,5 cm; anchura media: 0,6-0,4 cm: ápice agudo; base cuneada; margen liso; nerviación estriada longitudinalmente; presencia de una zona media donde se destaca un nervio central; en algunos ejemplares parece que en la hoja existen dos nervios medios paralelos entre sí (Fig. 64); nervios de segundo orden recorren paralelos el limbo de la hoja.

Únicamente se ha obtenido la cutícula correspondiente a un haz (Lám. XXVII, fig. 1), con las siguientes características: células epidérmicas alargadas, estrechas y paralelas entre sí, siguiendo el eje longitudinal de las hojas; longitud aproximada de las células: 71-47 μm ; anchura: 19-14,4 μm ; los extremos de las células son redondeados, o forman tabiques que presentan una orientación de 45° respecto al eje longitudinal de las células; pared celular de unas 2 μm de espesor; presencia de punteaduras.

Observaciones

Este tipo de resto foliar es típico de las gramíneas de biótipo fanerófito o caméfito integradas en los géneros: *Bambusa* Schreb., *Pleioblastus* Nakai, *Phyllostachys* Sieb. & Zucc. y *Sinarundinaria* Nakai.

Poaceae

(Fig. 65; Lám. XXVII, figs. 2 y 4)

○

1955 - *Rhizocaulon* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 56-57, lám. XVIII, fig. 4.

Material

Se han colectado dos únicas impresiones de inflorescencias en buen estado de conservación en los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MNCNV-291 y UCM-BED-016.

Descripción del material

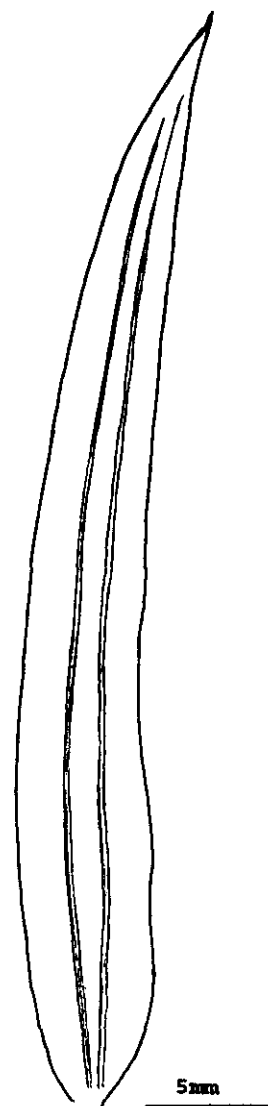
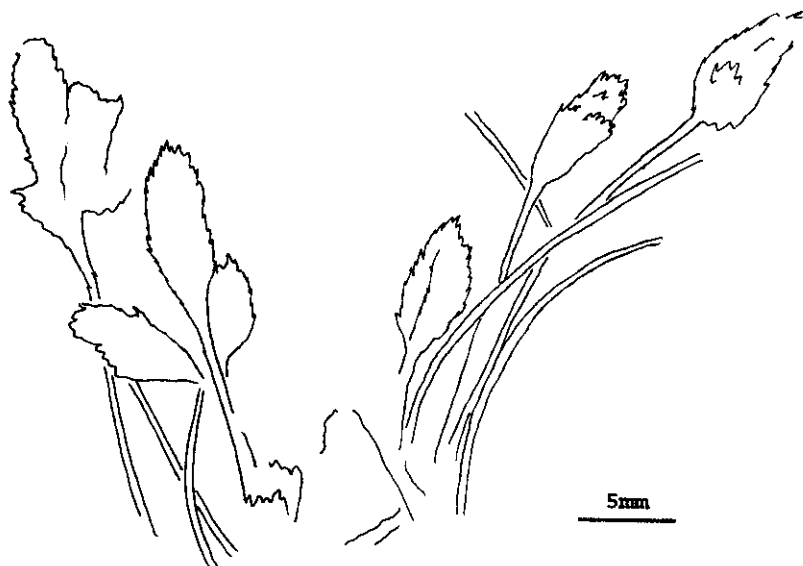


Fig. 64. Poaceae MNCNV-4732

Conjunto de espigas de 0,8-0,7 x 0,3-0,2 cm; sin brácteas; al presentarse como impresiones no se observa en ellas ninguna estructura, aunque el margen de éstas impresiones no es liso, lo que nos indica la presencia de estructuras florales. Espigas pedunculadas,



pedúnculos de aproximadamente 2 x 0,03 cm; en el ejemplar de Beders con apariencia estriada. Este último ejemplar presenta las espigas reunidas en una especie de tallo de 6,5 x 0,4 cm que se adelgaza algo en su ápice, estando rematado por una coma de espigas.

Fig. 65. Poaceae UCM-Bed 026

Observaciones

La ausencia de detalles preservados en los ejemplares estudiados nos impide asignar éstos a uno u otro género. Sin embargo, por la disposición de las espigas, el ejemplar de Beders recuerda a la especie actual *Melica uniflora* Retz.

Orden Typhales

Familias Sparganiaceae Rudolphi, 1830 y Thyphaceae A. L. de Jussieu, 1789

Estas dos familias son estenopalinas, por lo que se tratan juntas en este apartado.

Los primeros restos asignables a éstas se remontan al Paleoceno de la Formación Fort Union, Norteamérica (DAGHLIAN, 1981). MULLER (1981), expresó que los primeros palinomorfos hallados deben ser relacionados con el tipo *Sparganium* L. DAGHLIAN (1981), aunque señaló la dificultad que existe de distinguir los palinomorfos de estas dos familias, expresó que quizás Sparganiaceae presente un registro ligeramente más antiguo que

Typhaceae, al haberse encontrado frutos de esparganiáceas en el Eoceno de Wyoming y en el Paleoceno superior y el Eoceno inferior del Norte de Dakota.

La familia Sparganiaceae en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género (*Sparganium*) y alrededor de 13 especies que habitan principalmente en las regiones templadas del Hemisferio Norte, aunque se extienden por el Hemisferio Sur en Australia y Nueva Zelanda (CONQUIST, 1981).

La familia Typhaceae presenta hoy en día un sólo género (*Typha* L.) y unas 10 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos miocenos de la Cerdaña hemos encontrado tanto restos foliares como granos de polen relacionables con estas dos familias.

MICRORRESTOS

Typha sp.

(Lám. XXVII, fig. 3)

Ha sido encontrado por primera vez en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en los de San Salvador, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, Olia y camino al Serrat de Nas, siendo asignable al tipo *Typha latifolia* L., descrito por PUNT (1975).

Descripción del material

Granos en tétrades; 1-anaporados; heteropolares; radialmente simétricos; diámetro: 30-25,45 μm ; poros circulares de unas 3,6 μm de luz; exina de aproximadamente 1,36 μm ; sexina=ñexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de alrededor de 1 μm .

Sparganiaceae-Typhaceae

(Lám. XXVII, figs. 5 y 6; Lám. XXVIII, figs. 1 y 2)

En este grupo hemos reunido granos que pudieran ser asignados tanto a tifáceas como a esparganiáceas, ya que estas dos familias son estenopalinas, y a no ser que los palinomorfos se encuentren agrupados en tétrades, es casi imposible relacionarlos con uno u otro taxón.

Descripción del material

Granos 1-anaporados; isopolares; radialmente simétricos; circulares o elípticos;

diámetro: 43,2-19 µm; poros circulares de aproximadamente 3 µm de luz, al M. E. B. se observa que los poros presentan una membrana apertural granulada (Lám. XXVIII, fig. 2); exina de 1,8-1,36 µm de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes desde 3 µm hasta menos de 1 µm; al M. E. B. se observa que la superficie de los pólenes se encuentra ligeramente granulada (Lám. XXVIII, figs 1 y 2).

Observaciones

Parte de los palinomorfos estudiados son referibles a la especie parataxónica *Sparganiaceapollenites polygonalis* Thierg., que ha sido citado en el Egeriense, Karpatense, Badeniense y Pannoniense de Hungría por NAGY (1985). Los palinomorfos procedentes de la mina de Sanavastre estudiados al M.E.B. (Lám. XXVIII, figs. 1 y 2), deben ser referidos al tipo *Sparganium erectum* L., propuesto por PUNT (1975).

MACRORRESTOS

Typha latissima Alex Braun, 1851 in Heer, 1855

(Fig. 66; Lám. XXVII, fig. 9)

- * 1855 - *Typha latissima*, HEER, págs. 98-99, lám. XLIII-XLIV.
- 1867 - *Typha latissima*, SAPORTA, pág. 56.
- 1863 - *Typha latissima*, SAPORTA, pág. 18.
- 1867 - *Typha latissima*, STUR, pág. 143.
- 1892 - *Typha latissima*, ETTINGSHAUSEN, págs. 76-77, lám. I, figs. 95-96.
- 1894 - *Typha latissima*, ALMERA, pág. 322.
- 1855 - *Typha latissima*, HEER, págs. 98-99, tafs. XLIII-XLIV.
- 1945 - *Typha latissima*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 347.
- 1950 - *Typha latissima*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 160, 164.
- 1951 - *Typha latissima*, BATALLER, pág. 139.
- 1955 - *Typha latissima*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 58-59, lám. XIX, fig. 3.
- 1971 - *Typha latissima*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 32-34, lám. II, fig. 1.
- 1977 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pag. 46, lám. ? fig. 2.
- 1980 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pag. 9, lám. I, fig. 6a.
- 1980 - *Typha latissima*, VIGÓN, pág. 27, lám. 3, fig. 14, 14a, 14b.
- 1981 - *Typha latissima*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
- 1981 - *Typha latissima*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 36.
- 1981 - *Typha* sp., SANZ DE SIRIA, pág. 5.
- 1984-1984 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pág. 163.
- 1988 - *Sparganium strictum*, VICENTE I CASTELLS, pág. 24, lám. 1, fig. 12.
- 1988 - *Typha latissima*, VICENTE I CASTELLS, págs. 24-25, lám. I, fig. 13, lám. VII, fig. 2.

Material

Se han estudiado 29 fragmentos de restos foliares en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares, no siendo muy bueno su estado de conservación. Éste tipo

de resto se ha colectado en todos los afloramientos de macroflora de la Cerdaña:

MGBG-A-8, MGBG-A-148, MGBG-A-168, MGBG-A-187, MGBG-A-216, MGSB-31328_{1,2}, MGSB-45473, MGSB-48115, MGSB-48116, MNCNV-138, MNCNV-730, MNCNV-836, MNCNV-845, MNCNV-924, MNCNV-3581, MNCNV-3604, MNCNV-3610, MNCNV-3634, MNCNV-4719, MNCNV-4722, MNCNV-4723, MNCNV-4724, MNCNV-4725, MNCNV-4726, MNCNV-4728, MNCNV-4729, MNCNV-4736, MNCNV-4883.

Diagnosis original (HEER, 1855)

T. foliis longissimis, 6-13 lin. latis, nervis longitudinalibus fortioribus plerumque 14-18, septis transversis conjunctis, nervis interstitialibus 4-6 subtilibus; stipite cylindrico, nervis aequalibus, valde approximatis.

Descripción del material

Fragmentos de hojas acintadas con nerviación estriada longitudinalmente; longitud máxima preservada $\approx 9,16$ cm; anchura media $\approx 2,14$ cm; margen liso; no existe nervio medio, presentándose un conjunto de nervios muy patentes (1º orden); entre cada par de nervios de primer orden se desarrollan 4-6 nervios de menor rango (2º orden); presencia de nervios del mismo grosor que los de primer orden perpendiculares al resto de la nerviación, distribuidos irregularmente a lo largo de la hoja uniendo parejas de nervios de primer orden entre sí.

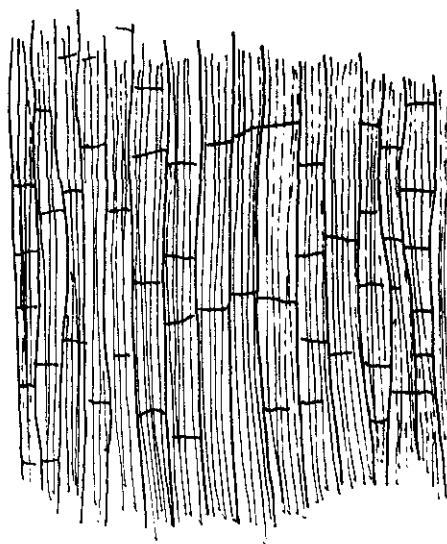


Fig. 66. *Typha latissima* (reconstrucción)

Observaciones

En esta paraespecie se han incluidos todos los restos foliares terciarios con las características descritas, seguramente pertenecientes a distintas especies de espadañas terciarias. En los afloramientos ceretanos se han hallado palinomorfos relacionables con la especie actual *T. latifolia*, posiblemente estos restos foliares pudieran asignarse a la planta que producía estos granos de polen.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Luteciense.** Menat, Auvergne, Francia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Sanosiense.** Sant Pere dels Arquells, Cervera, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Chatiense.** Monod y Hohe rhonen, Zurich, Suiza (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Estampiense.** Gargas, Basses Alpes, Francia (SAPORTA, 1863).
- Oligoceno superior.** Sluknov, Checoslovaquia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Inferior.** Häring, Tirol, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Radoboj, Croacia, Yugoslavia; St. Gallen y Paudeux, Suiza; Ribesalbes, Castellón, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia; Mallorca, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971); Martorell, Barcelona, España (SANZ DE SIRIA, 1981).
- Serravaliense.** Sant Sadurni D'Anoia, Barcelona, España (SANZ DE SIRIA, 1983-1984).
- Mioceno Medio.** Thalheim, Transilvania, Rumanía (STUR, 1867); Ruppen, Suiza (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (HEER, 1855).
- Vallesiense.** Seo de Urgell, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980); la Cerdanya, Lérida, España (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945).
- Tortoniense.** Montjuïc, Barcelona (VICENTE I CASTELLS, 1988).
- Messiniense.** Castellbisbal, Barcelona, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).
- Plaisanciense.** Tortosa, Tarragona, España; Papiol, Barcelona, España (MENÉNDEZ AMOR, 1950).

Commelinidae indet.

1955 - *Cyperites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 57, lám. XVIII, fig. 1.

Material

Se han estudiado 41 impresiones de fragmentos foliares en mal estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y Coll de Saig:

MGBG-A-190, MGBV-9702, MGBV-9876, MGSB-40428_{1,4}, MGSB-48172, MNCNV-268, MNCNV-691, MNCNV-794, MNCNV-820, MNCNV-821, MNCNV-3582, MNCNV-3600a, MNCNV-3600b, MNCNV-3605, MNCNV-3630, MNCNV-3631, MNCNV-3644, MNCNV-4391, MNCNV-4395, MNCNV-4718, MNCNV-4720, MNCNV-4721, MNCNV-4730, MNCNV-4731, MNCNV-4733, MNCNV-4734, MNCNV-4735, MNCNV-4742, MNCNV-4884, MNCNV-4885, UCM-BLL-001, UCM-BII-003, UCM-CBLL-11, UCM-CCS-59, UCM-CTV-25, UCM-CTV-31, UCM-CTV-39, UCM-CTV-43.

Descripción del material

Restos foliares incompletos; longitud conservada $\approx 8,6$ cm; anchura media $\approx 0,7$ cm; acintados; margen liso; nerviación longitudinalmente estriada; nervios de 1^{er} orden en número variable; presencia de unos 10 nervios de 2^o orden por cada par de nervios de 1^{er} orden.

Observaciones

Incluimos en este grupo un conjunto de fragmentos de restos foliares, que dadas sus características morfológicas podrían haber formado parte de plantas de las familias: Poaceae, Cyperaceae, Sparganiaceae y Juncaceae. No podemos llegar a asignarlos a ninguna de éstas familias ya que no presentan la cutícula preservada.

Subclase Lilidae

Orden Liliales

Familia Liliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Sus primeros registros se remontan al Eoceno superior de Nueva Zelanda, en donde se han hallado palinomorfos asignables al tipo *Astelia* Banks & Soland (MULLER, 1981). Leños han sido colectados en el Noroeste de Nevada, identificándose con el género parataxónico *Protoyucca* Tidwell & Parker (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Esta familia se encuentra actualmente integrada por unos 280 géneros y alrededor de 4.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado palinomorfos y restos macroscópicos.

MICRORRESTOS

Liliaceae

Granos de polen asignables a esta familia han aparecido de forma puntual en los afloramientos de la Cerdaña (por primera vez), debido, seguramente, a su dispersión de tipo

entomófilo.

Hemos encontrado en los afloramientos de la Cerdaña dos tipo polínicos que no han podido ser relacionados con ningún género en concreto:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXVII, fig. 7): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en vista ecuatorial; $E_1=42,7-33 \mu\text{m}$; $E_2=29-25,4 \mu\text{m}$; sulco estrecho de aproximadamente $2-1 \mu\text{m}$, a veces se continúa por el polo proximal, encontrándose más ensanchado en sus extremos; exina de alrededor de $2-1,5 \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie de escábrida a ligeramente estriada, en algunos ejemplares con perforaciones.

Este tipo de palinomorfos se han hallado en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de Coll de Saig y Oliá.

b) tipo 2 (Lám. XXVII, fig. 8): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; $E_1=48,5-45 \mu\text{m}$; $E_2=34,4-23 \mu\text{m}$; sulco ancho, aproximadamente de $4-2 \mu\text{m}$, ensanchado en sus extremos, no se continúa por el polo proximal; exina de $3-2 \mu\text{m}$ de espesor; en algunos ejemplares, formación de un reborde de exina alrededor del sulco; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie escábrida con verrugas.

Este tipo de polen se ha encontrado de una forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino de Balltarga a Bor, Can Vilella y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

MACRORRESTOS

Smilax hastata (Brongniart) Saporta, 1865

(Fig. 67; Lám. XXVIII, fig. 3)

- 1828 - *Smilacites hastata*, BRONGNIART, págs. 45-46, lám. III, fig. 8.
- * 1865 - *Smilax hastata*, SAPORTA, pág. 68.
- 1870-1872 - *Smilax hastata*, SCHIMPER, pág. 431.
- 1908 - *Smilax mauritanica*, LAURENT, pág. 30-33, lám. IV, fig. 5.
- 1922 - *Smilax aspera* L. var. *mauritanica*, DEPAPE, págs. 126-127, lám. II, fig. 6.
- 1945 - *Smilax* cf. *obtusangula*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 347.
- 1950 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Smilax* cf. *obtusangula*, BATALLER, pág. 139.
- 1953 - *Smilax aspera*, ARAMBOURG et al., págs. 9-13, lám. I, fig. 1.

- 1955 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 55.
 1958 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1959 - *Smilax praeaspera*, ANDREÁNSZKY, pág. 183, fig. 236, lám. LVIII, fig. 5.
 1969 - *Smilax hastata*, KNOBLOCH, pág. 34, fig. 63-64.
 1981 - *Smilax obtusangula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
 1981 - *Smilax* cf. *baltica*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
 1981 - *Smilax obtusangula*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.
 1981 - *Smilax* cf. *baltica*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1988 - *Smilax hastata*, PAMALAREV, pág. 100.

Material

Se ha estudiado un único resto foliar en muy buen estado de conservación correspondiente a una compresión sin cutícula preservada colectada en el afloramiento del torrente de Vilella: CMLL-053.

Diagnosis original (SAPORTA, 1865)

S. foliis hastato-cordatis, auriculis patentissimis, acuminatis, integerrimis, 5-nerviis, nervo medio recto, secundariis basi et apice curvatis vix validiore, nervis tertiariis in reticulum conjunctis.

Descripción del material

Resto foliar roto por el ápice, sin peciolo conservado; forma lanceolada; longitud conservada: 3,1 cm; anchura máxima del limbo: 1,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 0.15 cm; ápice falta por rotura; base sagitada; margen liso; nerviación arqueado-estriada; 5 nervios primarios que nacen en la base de la hoja, siendo el del medio más robusto que los demás; presencia de nervios secundarios que unen nervios de primer orden, naciendo con un ángulo de divergencia de 45-90°; no se observa nerviación terciaria.

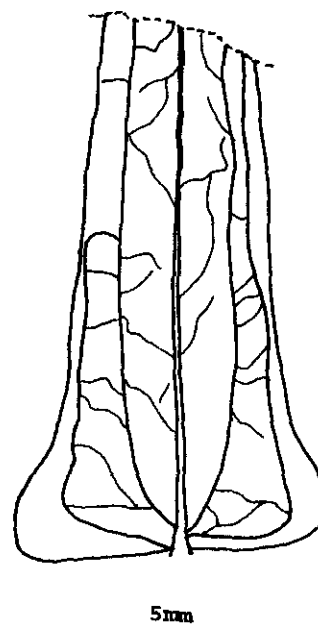


Fig. 67. *Smilax hastata* CMLL-053

Observaciones

Los restos foliares asignables al género *Smilax* L., aparecen de forma muy ocasional en los afloramientos de la Cerdaña. Los primeros en citar el género en esta región fueron VILLALTA & CRUSAFONT (1945), quienes hicieron referencia a un resto foliar de una colección privada que determinaron como *Smilax* cf. *obtusangula* Heer. Esta especie fue descrita en el Sarmatiense de Oehningen y posiblemente sea sinónima de la que nos ocupa.

La hoja estudiada es idéntica a algunas de la especie actual *Smilax aspera* L., siendo muy parecida a las hojas del Aquitaniense de Armissant figuradas por BRONGNIART (1828). Pensamos, pues, que el resto estudiado debe ser asignado a la especie *S. hastata* y que ésta podría ser el antepasado de *S. aspera*.

Esta es la primera cita de *S. hastata* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Aquitaniense.** Armissant, Aude, Francia (SAPORTA, 1865).
- Burdigaliense-Helvetiense.** Znojmo, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Helveciense.** Rött, Bonn, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Sarmatiense.** Buják, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Plaisanciense.** Niac, Cantal, Francia (LAURENT, 1908); Saint Marcel, Ardèche, Francia (DEPAPE, 1922).
- Astiense.** Vacquières, Gard, Francia (DEPAPE, 1922).
- Villafranquiense.** Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

4. CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS

4.1. Introducción

Después del estudio taxonómico realizado hemos tratado de sintetizar los datos proporcionados por el análisis de la distribución estratigráfica de los taxones determinados, tanto en el caso de los macrorrestos como en el de los microrrestos. Como resultado hemos obtenido que la amplia distribución que presentan las especies vegetales durante el Neógeno no nos permite considerar estos taxones como buenos marcadores bioestratigráficos; aunque, como veremos más adelante, se han intentado realizar en Europa escalas bioestratigráficas basándose en *palinomorfos*.

En este apartado se pretende resumir de forma complementaria la información bioestratigráfica que aportan los diferentes taxones estudiados. Dicha información se ha obtenido fundamentalmente a partir del estudio bibliográfico, y, como se verá a continuación, nos conduce a conclusiones contradictorias si se consideran los macro y microrrestos separadamente. A pesar de nuestro esfuerzo no hemos conseguido calibrar estos resultados ya que para ello se necesitaría un estudio más profundo de los diferentes afloramientos de flora fósil de Europa, lo que no constituye un objetivo de esta Tesis Doctoral.

Además, existe otro problema añadido que es la carencia de zonaciones bioestratigráficas en el Tethys a partir de fósiles vegetales, más concretamente de *palinomorfos*. Éstas sí se han intentado realizar en el Paratethys, pero parecen de difícil correlación con las establecidas en el Tethys. Por esta razón, en esta memoria se utilizan nombres de pisos diferentes cuando se consideran los macrorrestos y los microrrestos.

Como los datos resumidos no nos permiten tampoco realizar una calibración, que también excedería los objetivos de esta memoria, en este capítulo únicamente nos limitamos a exponer los datos obtenidos sin poder aportar conclusiones adicionales más definitivas.

4.2. Macroflora

RÉROLLE (1884-1885), después de comparar la macroflora recolectada por él con la procedente de otros yacimientos del Neógeno de Europa, en concreto con los de Senigalia (Italia), concluyó que ésta correspondía al Mio-Plioceno, y, más específicamente, al Messiniense. Disentimos de la datación realizada por el autor anterior ya que el Messiniense es un piso marino que se caracteriza por un conjunto de fósiles, también marinos, entre los que se encuentran foraminíferos y ciertos tipos de invertebrados. La Cerdaña es un cuenca exclusivamente continental, por lo que debe ser comparada con una escala correspondiente

a este ambiente.

ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), señalan que la presencia de *Hipparion catalaunicum* en la Cerdaña, corrobora la edad ya indicada en base a los restos vegetales, que debería estimarse entre el Sarmatiense superior y el Pontiense, en su tránsito al Plioceno (correspondiente al Vallesiense-Turolense en el área del Tethys). Las autoras citadas parecen corroborar la escasa validez que tienen los restos vegetales como marcadores bioestratigráficos, ya que en su opinión la flora de la Cerdaña podría encontrarse englobada dentro de un intervalo que iría desde el Mioceno Medio hasta el Plioceno. Sin embargo, utilizan pisos del Paratethys (Sarmatiense y Pontiense) de difícil correlación con los del Neógeno del área mediterránea occidental. A pesar de esto, debemos comentar que la datación realizada a partir de macrovertebrados, en este caso *Hipparion*, nos parece digna de analizar, ya que estos fósiles se han utilizado con frecuencia como marcadores bioestratigráficos.

ROIRON (1984), basándose en la bibliografía de RÉROLLE (1884-1885) y MENÉNDEZ AMOR (1955), consideró la macroflora de la Cerdaña como perteneciente al Mioceno Superior sin realizar una mayor precisión.

En la Fig. 68 se han resumido las distribuciones estratigráficas atribuidas en la bibliografía a las diferentes especies a las que hemos asignado los macrorrestos descritos en el apartado anterior. Entre ellas existen taxones como *Alnus occidentalis* y *Potamogeton orbiculare* que únicamente se han registrado en la zona de estudio y en el área de la Seo de Urgel, que es una cuenca vecina a la considerada que presenta asociaciones de macroflora de una edad similar (SANZ DE SIRIA, 1980b); la nueva especie *Daphnogene eugeniae*, porque se describe por primera vez en este trabajo, tampoco se ha considerado en el cuadro; así como las especies dudosas como *Daphnoge* sp. y *Laurophyllum* sp.

Del análisis de las distribuciones estratigráficas de las distintas especies observamos que un buen número de las determinadas presentan una amplia distribución a través del Neógeno como: *Osmunda parrishiana*, *Glyptostrobus europaeus*, *Persea princeps*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Fagus pristina*, *Quercus mediterranea*, *Carpinus grandis*, *Carpinus neilreichii*, *Populus tremulaefolia*, *Acer integerrimum* y *Typha latissima*.

Algunas de las especies descritas, como *Myrica marginalis*, *Betula insignis* y *Acer subcampestre*, aparecen por primera vez en el Mioceno Inferior, no se tiene registro de ellas durante el Mioceno Medio, y vuelven a citarse en el Mioceno Superior. Esto podría ser debido a determinaciones taxonómicas erróneas, o a que existieron plantas con dos

M I O C E N E		P L I O C E N E		S E R I E S	
M I O C E N E I N F E R I O R		M I O C E N E S U P E R I O R		C R O N O E S T R A T I G R A F I A	
M I O C E N E I N F E R I O R		M I O C E N E S U P E R I O R		D E L	
M I O C E N E I N F E R I O R		M I O C E N E S U P E R I O R		N E O G E N O M A R I N O	
OLIG.	CHATTIENSE	12.2		14	CRONOLOGIA
	AQUITANIENSE	11.2		15	CONTINENTAL
	BURDIGALIENSE	10.6		16	NEÓGENA
		9.5		17	
		8.2		18	
		7.2		19	
		6.2		20	
		5.2		21	
		4.2		22	
		3.2		23	
		2.2		24	
		1.2		25	
		0.2		26	
		0.1		27	
		0.0		28	
		0.0		29	
		0.0		30	
		0.0		31	
		0.0		32	
		0.0		33	
		0.0		34	
		0.0		35	
		0.0		36	
		0.0		37	
		0.0		38	
		0.0		39	
		0.0		40	
		0.0		41	
		0.0		42	
		0.0		43	
		0.0		44	
		0.0		45	
		0.0		46	
		0.0		47	
		0.0		48	
		0.0		49	
		0.0		50	
		0.0		51	
		0.0		52	
		0.0		53	
		0.0		54	
		0.0		55	
		0.0		56	
		0.0		57	
		0.0		58	
		0.0		59	
		0.0		60	
		0.0		61	
		0.0		62	
		0.0		63	
		0.0		64	
		0.0		65	
		0.0		66	
		0.0		67	
		0.0		68	
		0.0		69	
		0.0		70	
		0.0		71	
		0.0		72	
		0.0		73	
		0.0		74	
		0.0		75	
		0.0		76	
		0.0		77	
		0.0		78	
		0.0		79	
		0.0		80	
		0.0		81	
		0.0		82	
		0.0		83	
		0.0		84	
		0.0		85	
		0.0		86	
		0.0		87	
		0.0		88	
		0.0		89	
		0.0		90	
		0.0		91	
		0.0		92	
		0.0		93	
		0.0		94	
		0.0		95	
		0.0		96	
		0.0		97	
		0.0		98	
		0.0		99	
		0.0		100	

OSMUNDA PARACHLUGIANA	_____	PARATHETYS
PERIDIUM OENINGENSE	_____	ROMANIENSE
GLYPTOSTROBUS EUROPAEUS	_____	DACIENSE
TSUGA MOENANA	_____	PONTIENSE
PERSEA PRINCEPS	_____	PANNONIENSE
ZELKOVA ZELKOVAEFOLIA	_____	SARMATIENSE
MYRICA LIGNITUM	_____	BADENIENSE
MYRICA MARGINALIS	_____	KARPATIENSE
FAGUS GUSSONI	_____	OTTNANGIENSE
FAGUS PRISTINA	_____	EGGEBURGIENSE
QUERCUS DRYMEJA	_____	_____
QUERCUS HISPANICA	_____	_____
QUERCUS MEDITERRANEA	_____	_____
BETULA INSIGNIS	_____	_____
CARPINUS GRANDIS	_____	_____
CARPINUS NEITREICHII	_____	_____
TILIA VIDALI	_____	_____
POPULUS TREMULAEFOLIA	_____	_____
SALIX LAVATERI	_____	_____
TROPA CERETANA	_____	_____
PROTEA LINGULATA	_____	_____
BUXUS PLIOCENICA	_____	_____
ACER INTEGRIRIMUM	_____	_____
ACER PYRENAICUM	_____	_____
ACER SUBCAMPETRE	_____	_____
FRAXINUS NUMANA	_____	_____
TYPHA LATISSIMA	_____	_____

Fig. 68: Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de macrorrestos.

morfologías foliares idénticas en períodos distintos, como consecuencia de una convergencia adaptativa.

Por último, debemos señalar que un grupo de especies con una distribución más restringida en el Mioceno Superior y Plioceno, como *Fagus gussonii*, *Quercus hispanica*, *Tilia vidali*, *Salix lavateri*, *Trapa ceretana*, *Buxus pliocenica*, *Acer pyrenaicum* y *Fraxinus numana*, son las que presentan una mayor utilidad en la datación.

En resumen parece que la macroflora indica una edad vallesiense, que está limitada por los primeros registros de *Buxus pliocenica* y *Quercus hispanica* y la desaparición de *Protea lingulata*, lo que parece concordar con lo expresado por diversos autores a partir de restos de macrovertebrados. El análisis de la distribución de los diferentes taxones, nos podría aproximar hacia la mitad del Vallesiense, aunque no se puede asegurar que se trate del final del Vallesiense inferior o del episodio inicial del Vallesiense superior. También hemos de destacar que varias de las especies determinadas en esta memoria han sido citadas en localidades del E de Europa como pertenecientes a diferentes pisos del Paratethys, de difícil correlación con los marinos y continentales al uso en nuestros terrenos terciarios.

4.3. Microrrestos

Los palinomorfos son empleados de una forma usual en la literatura científica, para definir zonas y subzonas en materiales mesozoicos y paleozoicos; sin embargo su utilidad en el Neógeno está todavía por valorar desde un punto de vista estratigráfico.

En 1967, BRELIE subdividió el período comprendido entre el Chatiense y el Plioceno en 7 zonas palinológicas. Sin embargo, esta subdivisión presenta problemas ya que de forma errónea ubica a las Asteraceae solamente en el Aquitaniense y a *Tsuga* en el Plioceno, taxones que poseen una amplia distribución a lo largo del Neógeno.

Más adelante, también a partir de palinomorfos, BENDA (1971), estableció una zonación en Turquía, desde el Oligoceno tardío hasta el Plioceno más temprano, definiendo 6 asociaciones. Esta zonación se basó en extinciones sucesivas de elementos exóticos y en un progresivo incremento de los taxones modernos (herbáceos, principalmente). El autor citado, en trabajos posteriores (BENDA & MEULENKAMP, 1972, 1990; BENDA et al., 1974; BENDA et al., 1982a; BENDA et al., 1982b), estableció una correlación entre las asociaciones polínicas turcas y las del Mediterráneo Oriental e Italia y utilizó, en todos los casos, una nomenclatura parataxónica al referirse a los distintos tipos de palinomorfos que

encontró.

SUC (1987), criticó la metodología usada por el autor mencionado exponiendo que cuando se determina el contenido polínico de una preparación, no se pueden identificar los granos más que hasta nivel genérico, debido a su alta variabilidad morfológica y a la posible existencia de especies extintas.

Este autor opinaba que, en lugar de usar sucesivas extinciones de taxones vegetales inferidos a partir de palinomorfos, la biocronoestratigrafía del Neógeno se debería deducir a partir de datos paleoclimáticos deducidos del análisis polínico de un conjunto de afloramientos. Esto fue aplicado por este autor en 1980 para el Plioceno y Pleistoceno del Oeste de Europa, obteniendo resultados óptimos. SUC (1987), opinaba que en el Mioceno Superior los estudios de este tipo que se realizaron eran todavía fragmentarios y en parte contradictorios, por lo que aún no era posible proponer una zonación climatostratigráfica a partir de polen procedente de las regiones anteriormente citadas.

El equipo de BENDA hizo una propuesta de correlación entre el E del Mediterráneo y el Mioceno de la Cerdaña (BALTUILLE *et al.*, 1992). Así, tras el análisis de algunos puntos, mencionaban en la "mina de lignitos de Santa Eugenia" una asociación "Akça" que podría corresponderse con las del Plioceno Superior-Pleistoceno de Turquía (BENDA, 1971); y en la de Sanavastre dos "Kizilhisar", asociaciones parecidas a las que se desarrollaron del Tortoniense basal hasta el Plioceno inferior de Turquía (BENDA, 1971).

Nosotros pensamos, del mismo modo que SUC (1987), que este tipo de correlaciones son discutibles desde un punto de vista taxonómico y paleobiogeográfico.

Por ejemplo: BENDA & MEULENKAMP (1990), exponen que lo más característico de una asociación "Kizilhisar", es el predominio de *Pinus* tipo *haploxylon* sobre el tipo de *P. sylvestris*. Lo opuesto sería típico de una asociación "Akça". Sin embargo, estos autores no tienen en cuenta la existencia en Europa de otros taxones como *Cathaya* que presenta polen con morfología semejante a la del *P. haploxylon*. El género *Cathaya* no sólo pobló Europa, sino que estuvo distribuido por Asia Menor como indica HOROWITZ (1992); luego parece que el grupo *P. haploxylon* que BENDA (1971) consideraba debiera ser revisado.

Desde un punto de vista paleobiogeográfico hay que tener en cuenta que muchas especies vegetales tuvieron un área de distribución geográfica más o menos amplia. BENDA (1971), expuso que el género *Tetracolporopollenites*, relacionable con la familia Sapotaceae, se distribuyó en Turquía durante el Oligoceno superior llegando con duda al Aquitaniense.

Este taxón entre otros, indicaría que nos hallamos ante la presencia de una asociación "Tokça". A diferencia de Turquía, en Europa Occidental la presencia de granos de polen de Sapotaceae es un hecho desde el Paleógeno hasta el Plioceno (SUC, 1980; BESSEDIK, 1985). Quizás la falta de registro de Sapotaceae en el E del Mediterráneo durante el Neógeno pudiera ser debida a un problema de extinción regional. Por todo ello, pensamos que no se pueden extrapolar los datos de la cuenca de Turquía a las de Europa Occidental.

Como conclusión, consideramos que el tipo de datación climatostratigráfica defendida por SUC (1987), se ajusta más con la realidad.

BESSEDIK (1985), considerando los datos polínicos obtenidos en las minas de Sanavastre y Sampsor, sitúa a la Cerdaña en el Tortoniense medio-superior, entre las zonaciones N16 y N17 de BLOWN (1969) y en la parte media-basal de la zona NN11 de MARTINI (1971). A diferencia de Bessedik, SUC (1989), sitúa la Cerdaña a partir de los datos anteriores en el Tortoniense inferior. Como en el caso de los macrorrestos, disentimos de la datación, ya que el Tortoniense es un piso marino, siendo la Cerdaña una cuenca continental.

Por otra parte, hemos confeccionado una tabla de distribución de los biocronos (Fig. 69) de los palinomorfos descritos que parecen presentar algún valor bioestratigráfico. Previamente a su explicación, hemos de resaltar las razones aducidas anteriormente con respecto a la falta de correlación de escalas bioestratigráficas entre el Tethys y el Paratethys. La distribución de las especies indicada en la tabla (Fig. ??) tiene un valor meramente indicativo, ya que seguramente las especies mencionadas poseen problemas de índole paleobiogeográfico y además en el O de Europa sus rangos estratigráficos podrían ser diferentes.

En principio podemos observar especies con una distribución muy amplia durante el Neógeno, como: *Osmundacidites primarius*, *O. quintus*, *Polypodisporites favus*, *Sciadopityspollenites serratus*, *Sequoiapollenites polyformosus*, *Taxodiaceapollenites hiatus*, *Pinuspollenites labdacus*, *P. latisaccatus*, *Engelhardtoides microcoryphaeus*, *Tricolpopollenites microhenrici*, *Alnipollenites verus*, *Betullaepollenites betuloides*, *Triporopollenites coryloides*, *Carpinites carpinoides*, *Cyrillaceapollenites exactus*, *C. megaexactus*, *Sapotaceoidae sapotoides*, *Sporotraidites illigensis* y *Tricolpopollenites spinus*.

Ciertas especies parecen extinguirse en el E de Europa durante el Pannoniense como: *Abiespollenites maximus*, *Piceapollenites alatus*, *Piceapollenites neogenicus*,

Nymphaeaceapollenites minor, *Liquidambarpollenites orientaliformis*, *Celtipollenites komloënsis*, *Zelkovaepollenites potonie*, *Caryapollenites simplex*, *Juglanspollenites masulosus*, *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Pterocaryapollenites stellatus*, *Faguspollenites gemmatus*, *Quercus* tipo *robur*, *Intratropopollenites cordataeformis*, *Sapotaceoidae sapotoides* *Aceripollenites reticulatus* y *Caprifoliipites sambucoides*.

Únicamente hemos detectado un taxón cuyo primer registro en Europa oriental se sitúa en el Pannoniense: *Persicarpollis franconius*. En Hungría, *Araliaceopollenites reticuloides* se presenta únicamente desde el Egeriense hasta el Eggeburgiense, seguramente debido a un problema de falta de registro, algo parecido le ocurre a *Cathayapollenites gaussenii*. De forma semejante, destacamos especies como *Abiespollenites maximus*, *Liquidambarpollenites orientaliformis*, *Juglanspollenites masulosus* y *J. verus*, que poseen una amplia distribución pero presentan un registro discontinuo.

Como conclusión, el contenido palinológico parece indicar que los sedimentos lacustres de la Cerdaña deberían considerarse como pertenecientes al Mioceno Medio/Superior y, más concretamente, si tenemos en cuenta la distribución de los palinomorfos del E de Europa con las palinofloras del Sarmatiense superior y quizás con las del Pannoniense.

Esta datación es solamente indicativa, ya que con los pisos del Paratethys, no se conoce una correlación fiable con los del Tethys. Además, en algunos afloramientos como en la mina de Sanavastre, si consideramos de forma aislada sus niveles, parece que no presentan una edad sucesiva, luego esta datación únicamente se puede considerar válida en localidades en donde existe tanto macro como microflora, lo que parece indicar que la mitad del Vallesiense en el Tethys podría corresponder según nuestros datos con un Sarmatiense superior en el Paratethys. Esto es contradictorio al atribuirse el Vallesiense al Mioceno Superior del Tethys y el Sarmatiense al Mioceno Medio del Paratethys. Sin embargo, como hemos expresado al principio del apartado los objetivos de esta Tesis Doctoral no era un objetivo principal lograr la correlación entre los pisos reconocidos en el Tethys y en el Paratethys.

Excepcionalmente debemos mencionar el afloramiento de Can Vilella datado a partir de micromamíferos por AGUSTÍ & ROCA (1987) como Turolense, el cual parece pertenecer a la misma edad geológica que el resto de los afloramientos estudiados si nos atenemos al contenido palinológico.

5. TAFONOMÍA

5.1- Introducción

La Tafonomía es una rama científica de la Paleontología cuyo objetivo es averiguar cómo se ha producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1991b). En las últimas décadas, los estudios sobre tafonomía de vegetales han aumentado considerablemente (BURNHAM, 1989; FERGUSON, 1985, 1993; GREENWOOD, 1991; SPICER, 1981, 1991). Pese a ello, el conocimiento actual presenta muchas lagunas respecto a las propiedades de los restos de plantas afectadas, así como en lo referente a los procesos involucrados en la conservación de asociaciones de restos vegetales. Usualmente los trabajos de tafonomía de restos vegetales siguen un sistema conceptual tradicional (modelo de filtro según LÓPEZ-MARTÍNEZ & TRUYOLS-SANTONJA, 1994) en lugar del planteamiento sistemista y evolucionista propuesto por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1991a). Es muy difícil poder establecer una relación entre estos dos modelos debido, por una parte, a la nomenclatura utilizada, y por otra, a su diferente contenido filosófico. Por estas razones, en el texto se consideran las citas de los autores de ambas corrientes en primer lugar por respeto a su trabajo, y en segundo por la dificultad de correspondencia ya manifestada.

En esta memoria se intentan describir los procesos tafonómicos que sufrieron los restos vegetales que se encuentran en los sedimentos miocenos de la Cerdaña. Estos restos son: palinomorfos (polen y esporas), hojas y, en menor proporción, frutos y flores.

Los palinomorfos se conservan de una forma duripártica. Los fósiles de conservación duripártica fueron descritos por SCHOPF (1975), como "fragmentos orgánicos que resistirán los efectos de un lugar de deposición oxigenado", pero entre estos no consideró a los palinomorfos que según él deberían estimárseles como compresiones carbonificadas. Más adelante, SPICER (1991) opinó que la conservación de los palinomorfos es duripártica si se entiende ésta como: "la preservación de los componentes de las plantas en un estado esencialmente inalterado". Nosotros estamos de acuerdo con SPICER (1991), ya que los palinomorfos estudiados presentan una degradación del componente citoplasmático y la desaparición de la intina (parte celulósica de la pared), pero no de la exina, cuya composición química ha sufrido muy poca alteración. Esto se puede comprobar al observar su color, como se comentará más tarde

Los restos macroscópicos estudiados se han conservado en forma de compresiones e impresiones. Como se explicará en capítulos posteriores, se han colectado mayoritariamente compresiones en todos los afloramientos menos en el de Coll de Saig.

Una compresión se forma cuando el material vegetal original ha sido comprimido hasta quedar reducido a una película de carbón (SPICER, 1991). Un caso particular de compresión es la que conserva restos cuticulares. La cutícula de los vegetales presenta una composición química compleja, por esta razón el autor anteriormente mencionado, del mismo modo que los palinomorfos, considera que la cutícula tiene una conservación duripártica. El hallazgo de una compresión con cutícula no es habitual en las distintas localidades estudiadas, posiblemente porque sufren durante los procesos diagenéticos oxidaciones que las destruyen.

Cuando la película de carbón ha desaparecido y, por supuesto, no hay cutícula conservada, quedando impreso en los sedimentos una réplica de lo que fue el resto vegetal, a ésta se le denomina impresión. Como se explicará en el apartado correspondiente, las impresiones son los elementos más abundantes en la localidad de Coll de Saig.

El conjunto de los fósiles estudiados se pueden considerar excepcionales desde el punto de vista de su conservación, ya que en ellos se pueden observar todos sus detalles morfológicos y, en algunas ocasiones, estudiar desde un punto de vista anatómico. En 1994, LÓPEZ-MARTÍNEZ & TRUYOLS-SANTONJA califican a la localidad de "Bellver", como afloramiento paleontológico con fósiles de conservación excepcional, *Konservat-Lagerstätten*, según la nomenclatura de SEILACHER (1990). Por nuestra parte creemos, por lo dicho anteriormente, que con este término se deben calificar las localidades fosilíferas estudiadas de la cuenca de la Cerdaña.

Como se expone en el apartado de Geología, la Cerdaña es una antigua cuenca lacustre. En ésta se han hallado restos vegetales en diferentes litofacies, y en distintas localidades que corresponden fundamentalmente a zonas profundas del lago y a abanicos aluviales. En ellas, los parámetros hidrológicos y la tasa de sedimentación son diferentes, por lo que los restos que se encuentran en cada una tuvieron diferentes procesos tafonómicos, que se tratarán de describir en los siguientes apartados.

5.2- Esquema de la fosilización de un conjunto de restos vegetales en un medio acuático

Cuando en un ecosistema se producen restos vegetales y estos caen al suelo, primero hay una pérdida de compuestos solubles en agua por lixiviación (Fig.-text.5), incluidos entre estos azúcares, aminoácidos, sales minerales y ciertos polímeros. Luego tiene lugar una degradación a causa de la acción de las bacterias, hongos e invertebrados. Como resultado se

produce por una parte CO_2 , NO_3^- , $\text{PO}_3^{=}$, NH_4^+ y SO_4^- (mineralización primaria) y por otra humus. Las sustancias húmicas se forman por condensaciones y polimerizaciones de unidades estructurales de las plantas, sobre todo a partir de elementos de la pared celular como las ligninas, celulosas, ceras, resinas y algunas proteínas. Este humus entra a formar parte del complejo de intercambio del suelo y se puede degradar también, a más largo plazo, mediante una mineralización secundaria en la cual se producen los mismos elementos ya mencionados en la primaria. Alrededor de una quinta parte del humus formado en cada depósito anual de materia vegetal se conserva en el suelo (DUCHAUFOR, 1984).

El proceso anterior se puede repetir cuando los restos vegetales caen en un medio acuático. Pero sus reacciones químicas se pueden modificar o incluso anular, según las condiciones físico-químicas del medio acuático en cuestión. Así, nos encontramos que en ciertos medios acuáticos, a consecuencia de que en el agua hay un porcentaje menor de oxígeno que en la atmósfera, los microorganismos descomponedores aerobios tienen mayor dificultad en actuar.

Además, el porcentaje de oxígeno también disminuye con la profundidad de las aguas, de manera que en el fondo hay muy poco oxígeno disponible y no se pueden llevar a efecto los procesos aerobios. En este caso, la descomposición se lleva a cabo por los microorganismos anaerobios.

Si este medio acuático presenta cierta energía, las sustancias resultantes de la biodegradación anaerobia no se acumulan y los restos vegetales se desintegran totalmente.

La biodegradación tanto aerobia como anaerobia comienza cuando los restos vegetales se encuentran flotando en la masa de agua, continuándose posteriormente cuando se depositan en el sedimento.

La descomposición anaerobia se desarrolla de una forma distinta según se descende en profundidad en una hipotética columna (ALLISON, 1988). Según este autor, la reducción de compuestos con nitrógeno y la génesis del metano, son las reacciones dominantes en un medio dulceacuícola.

La degradación anaerobia conduce a la producción de ácidos húmicos y sus derivados coloidales. Como estos son de naturaleza ácida, una alta acumulación baja el pH de las aguas creando un medio ácido. Si el medio es tranquilo, estas sustancias se acumulan en el lugar de su producción. Usualmente se pensaba que esto era suficiente para que la descomposición se detuviera y se depositaran en el fondo una mayor cantidad de restos vegetales. Sin

embargo, ALLISON (1988) postula que la anoxia y la producción de sustancias iónicas activas hacen que se formen precipitados de minerales propios de una diagénesis temprana sobre los restos y así se detenga totalmente la degradación de estos.

Generalmente, el enterramiento sucede a continuación del depósito. En algunas ocasiones, los restos vegetales quedarán mejor conservados cuanto más rápido sea este proceso. El tipo y carácter de la conservación vendrá condicionado por la composición de su materia orgánica así como de la matriz sedimentaria que los contenga. Posteriormente, estos restos pueden sufrir diferentes procesos en la fase fosildiagenética.

5.3- Problemática

Usualmente, cuando se estudia una asociación de restos fósiles de plantas, su composición no refleja la comunidad vegetal tal y como era en el pasado, ya que por lo general varios de los taxones que las componen no se encuentran fosilizados. Además, es habitual que durante el proceso de depósito se incorporen elementos ajenos a la primitiva comunidad vegetal, lo que dificulta su interpretación.

De forma excepcional, en algunas localidades se han hallado plantas completas, aunque el encontrarlas en este estado no quiere decir que podamos llegar a reconstruir la paleocomunidad que integraban.

Las plantas presentan procesos de abscisión a lo largo de su existencia, ya que se encuentran compuestas por un indeterminado número de órganos que caen al medio. Con posterioridad, los órganos abscisos pueden sufrir distintos tipos de desmembraciones. Según KRASILOV (1975), las plantas pueden desarticularse de forma traumática, a causa de lluvias, vientos, enfermedades o ataque de animales fitófagos y hongos; y/o de forma fisiológica o funcional. En este último grupo debemos destacar:

- a) muda de órganos fotosintéticos, fundamentalmente hojas.
- b) separación de órganos relacionados con la reproducción (palinomorfos, esporangios, semillas, frutos, etc...).
- c) abscisión de órganos que han cumplido su finalidad, por ejemplo, la corola después de la polinización de la flor.
- d) abscisión de órganos que no han cumplido su función, por ejemplo, flores no fecundadas.

Por consiguiente, lo normal es que en un afloramiento encontremos un conjunto de

restos correspondientes a órganos o partes y/o fragmentos de estos.

Una asociación de plantas fósiles es "una acumulación de partes de plantas derivadas de uno o varios individuos, que son enterradas dentro de un volumen de sedimento establecido esencialmente bajo las mismas condiciones" (SPICER, 1989b, 1991).

Según BURNHAM (1989), el estudio de una asociación de vegetales fósiles nos lleva a invocar los siguientes puntos: 1) los taxones que vivieron en zonas ripícolas se encuentran sobrerrepresentados en las floras fósiles, es decir, se encuentran en un porcentaje mucho mayor en una asociación fósil si tenemos en cuenta lo que ocurre en la verdadera fitoasociación, en donde aparecen de forma más restringida ligados a un determinado hábitat, en este caso, riberas, 2) los procesos que operaron durante el transporte a largas distancias actúan fragmentando los restos vegetales impidiendo así su reconocimiento, dependiendo del tipo de resto vegetal (algunos órganos vegetales como las flores se fragmentan con facilidad) y del transporte (corrientes acuáticas de alta energía destruyen fácilmente restos vegetales tales como hojas de angiospermas), 3) los taxones más abundantes (en número de especímenes) derivan de plantas que crecieron cerca de los lugares de deposición, 4) los taxones más abundantes fueron dominantes numéricamente en la zona, y 5) diferencias florísticas y vegetacionales entre colecciones de plantas fósiles son debidas a diferencias climáticas o de edad. Pensamos que a estos cinco puntos habría que añadir un sexto punto, donde se explicaría que: el tipo de estructura y composición química de una planta o partes de ésta condiciona su mayor o menor conservación. Por ejemplo, las hojas coriáceas poseen mayor resistencia a la destrucción que las mesófilas, ya que las primeras se encuentran más lignificadas.

A causa de lo expuesto en los seis puntos anteriores, el registro fósil usualmente nos da un reflejo altamente distorsionado de la vegetación que existía en una zona determinada. Es decir, al realizar una reconstrucción paleoflorística debemos tener en cuenta los factores explicados en el párrafo anterior, ya que si no llegaremos a interpretaciones como las realizadas por OLSEN *et al.* (1978). Estos autores describieron cambios cíclicos en las comunidades vegetales lacustres del Triásico del Grupo Dan River (Norte de Carolina y Virginia), concluyendo que se debían a procesos ecológicos. Sin embargo, los restos vegetales que integran estas asociaciones presentan por lo general una gran diferencia en potencial de transporte, deposición y conservación. Análisis posteriores de los sedimentos triásicos de Dan River, indicaron diferentes procesos tafonómicos.

Aunque en los sedimentos lacustres del Mioceno Superior de la Cerdaña no se puede hablar de cambios cíclicos en sus asociaciones de fósiles vegetales, la diferencia de composición paleoflorística en algunos de sus afloramientos, como por ejemplo el torrente de Vilella, en donde abundan restos foliares de plantas ripícolas, y Beders, en donde no son frecuentes, podrían ser interpretadas como mayor desarrollo de un tipo de comunidades vegetales a lo largo del tiempo en detrimento de otras. Como explicaremos más adelante, nuestros estudios parecen indicar que la composición de las asociaciones registradas de estos dos afloramientos no está en relación con el desarrollo de distintas comunidades vegetales, sino con la distancia relativa a la orilla del lago.

La idea de fosilización más aceptada en la actualidad corresponde al modelo que puede ser llamado de modificación paleobiológica y destrucción selectiva. Según esta idea, la fosilización consiste en la transición desde el estado vivo al estado fósil, debido a la propia naturaleza de los organismos o a la intervención de algunos agentes que han actuado a modo de filtros sucesivos y han eliminado los restos menos resistentes o preservables (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1991a; LÓPEZ MARTÍNEZ & FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1992). El punto de partida es una comunidad viviente que tras su muerte, muerte de algunos de sus individuos y/o producción de restos, sufre pérdida de información paleobiológica. Al conjunto de, en sentido amplio, organismos muertos y/o restos de ellos no enterrados se le denomina tanatocenosis (OCHEV, 1993). Esta tanatocenosis puede llegar a ser enterrada, con la consiguiente pérdida de información paleobiológica, formándose una tafocenosis. La tafocenosis, finalmente, se transforma en una orictocenosis, estando sujeta ésta a factores anatóxicos, como son la meteorización y la erosión, volviéndose a perder de nuevo información paleobiológica.

Siguiendo el esquema propuesto por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1991a), desde un punto de vista sistemista y evolucionista, la fosilización es un proceso no paleobiológico que trae consigo una ganancia de información tafonómica. El registro fósil está constituido por entidades registradas, que constituyen las evidencias observables de entidades paleobiológicas y son el resultado de procesos de fosilización que han afectado a entidades previamente producidas y conservadas.

Resumiendo, como demostraremos más adelante, las asociaciones registradas que hemos estudiado han sufrido una pérdida de información que nos enmascara la verdadera composición y estructura de las comunidades vegetales que existieron en el Vallesiense

ceretano. Sin embargo, si tenemos en cuenta el segundo punto de vista, la ganancia de información tafonómica nos puede ayudar a conocer los mecanismos que sufrieron los restos vegetales desde que se produjeron hasta que llegaron a fosilizar, y tras obtener estos datos, poder inferir algunos resultados sobre las condiciones que reinaron en el pasado en la zona de estudio.

A continuación se analizan los mecanismos y los resultados de alteración tafonómica descritos en la bibliografía consultada y que han sido observados en los restos vegetales del Mioceno Superior de la depresión Ceretana.

5.4- Fase bioestratinómica

5.4.1- Biodegradación

Los restos vegetales son degradados de diferente manera dependiendo de su tipo y composición química. En este apartado vamos a tratar dos grupos: palinomorfos y restos foliares; suponemos que las semillas aladas, flores y frutos acuáticos encontrados sufrieron, dada su composición química, tipos de degradación similares a los de las hojas.

a) Palinomorfos: la composición de la esporodermis confiere una gran resistencia a las esporas y los granos de polen, que no obstante, pueden llegar a ser destruidos.

El polen es destructible siempre que esté sometido a la acción oxidante o microbiana (SALAS, 1987), esto ocurre tanto en suelos como en el medio acuático, existiendo una relación inversamente proporcional entre contenido de esporopoleninas, y degradación. Así, las esporas de lycopodiáceas y de varios pteridófitos, dada su alta cantidad de esporopolenina son más resistentes a la degradación que los granos de polen de gimnospermas y angiospermas (HAVINGA, 1967).

En primer lugar, tanto en un medio terrestre como acuático, los palinomorfos sufren una oxidación y, posteriormente, degradación microbiana (HAVINGA, 1964). En algunas ocasiones, pueden sufrir ataque microbiano antes que oxidación.

La oxidación puede tener varias causas, una de ellas es la composición química del palinomorfo en sí. Según HAVINGA (1967), el polen se "autooxida" bajo ciertas condiciones naturales, especialmente en suelos bien aireados, y, después, se destruye por el posterior ataque microbiano. Esta "autooxidación" es posible que se produzca a causa de la liberación

de distintos tipos de enzimas durante el proceso de descomposición del citoplasma del palinomorfo. Según el autor anteriormente mencionado, el ataque microbiano es una causa muy común de corrosión polínica y ocurre en un medio donde la presión de O₂ y los valores de pH son suficientemente altos. Los suelos fértiles con una alta actividad biológica forman un medio adverso para la conservación del polen. HAVINGA (1967), destacó la actividad del hongo *Chytridium* en la degradación de las esporodermis.

Muchos de los palinomorfos de la Cerdaña presentan roturas, deformaciones, desarticulaciones de algunas de sus estructuras, falta de ornamentación, etc...; que sugieren algún tipo de degradación. Desgraciadamente, no podemos saber si ésta se debió a un efecto conjunto de la oxidación y los microorganismos, a la diagénesis o a los procesos de obtención en el laboratorio. Sin embargo, es seguro que la mayor parte de los palinomorfos producidos en la Cerdaña no llegaron a fosilizar debido a los dos procesos de modificación mencionados por HAVINGA (1967).

b) Macrorrestos: el proceso de descomposición está muy estudiado en hojas actuales. En regiones templadas, como fue la Cerdaña durante el Vallesiense, la caída de la hoja se produjo en un período de alta humedad. Después de la abscisión y el depósito en el suelo, la condensación y el agua de lluvia actúan como un adhesivo, sujetando las hojas e impidiendo su transporte por el viento (FERGUSON, 1985). En primer lugar, habrá una pérdida de sustancias solubles en agua (SPICER, 1981), posteriormente, comenzará la descomposición por ataque de microorganismos e invertebrados, como distintos tipos de anélidos e insectos, que utilizarán, en un principio, los carbohidratos y las proteínas de las hojas. La extensión de la descomposición de los carbohidratos depende no sólo de la naturaleza de los organismos, sino también de la naturaleza de la hoja y del nitrógeno disponible (MELIN, 1930). Este autor expone que cuando el contenido en nitrógeno en una planta es de 1,7%, cubre perfectamente los requerimientos de los microorganismos, los cuales suelen descomponer el resto vegetal en cuatro semanas.

Sin embargo, hay que tener en consideración que los restos vegetales presentan sustancias como taninos y ligninas que resisten la descomposición y, así, retienen su individualidad durante un largo período de tiempo. También hay que reseñar que muchas plantas presentan sustancias fungicidas y antibióticas que impiden la colonización de éstas y retrasan así su descomposición. Hay que destacar asimismo el efecto de la cutícula, la cual

es más resistente a los ataques microbianos que las celulosas y ligninas.

La cutícula representa una barrera bastante impermeable a la colonización microbiana. En principio, la descomposición comienza en el interior de los tejidos. Las vías de entrada de los microorganismos son las aberturas estomáticas, la rotura del peciolo o las grietas o heridas causadas durante la caída y arrastre de la hoja o por la acción fitófaga de invertebrados, como por ejemplo caracoles y babosas. La degradación de la cutícula comienza posteriormente en la zona de contacto con las paredes celulares epidérmicas (DE VRIES *et al.*, 1967).

En medios acuáticos, los restos vegetales sufren en primer lugar una hidratación. Ésta puede ser más o menos rápida dependiendo de la estructura del resto en sí y de su composición química. Tras la hidratación, las plantas comienzan solubilizando azúcares, taninos y elementos como el potasio que se pierden en el agua por un simple proceso osmótico que lleva al resto vegetal a un equilibrio químico con agua. Posteriormente, es invadido por los organismos descomponedores.

Dentro de la masa de agua, la descomposición depende de la temperatura, pH y suministro de nutrientes. En el caso de las hojas, éstas contienen altos niveles relativos de minerales biológicamente importantes que son deficientes en el agua, por lo que serán selectivamente degradadas.

Según SPICER (1989b, 1991), en lagos oligotróficos, bajos en contenido orgánico, los microorganismos e invertebrados buscarán las hojas como fuente de alimento. Por esta razón, las especies con hojas ricas en nutrientes serán preferiblemente degradadas. A diferencia de esto, en sistemas eutróficos la disponibilidad general de alimentos llevaría a perder especies detritívoras especializadas en un tipo vegetal, por lo que existe una mayor probabilidad de que todos los taxones de la zona se encuentren conservados, si se producen las condiciones necesarias para la fosilización.

MARGALEF (1957), demostró tras el estudio de las diatomeas del lago mioceno de la Cerdaña que el lago fue alternativamente eutrófico y oligotrófico. Esto no puede ser confirmado a partir de las asociaciones de plantas existentes; aunque al haber momentos en los que el lago ceretano mantuvo una naturaleza oligotrófica, podemos suponer que los organismos detritívoros que en él vivieron buscaran en la hojarasca que caía al lago su principal fuente de alimento, según lo expresado por Spicer y comentado en el párrafo anterior. Es posible que en los afloramientos cuyas diatomeas indiquen un carácter

oligotrófico, las asociaciones de plantas se encuentren empobrecidas o sesgadas con respecto a algunos taxones. Sin embargo, hasta que no se realice un estudio en profundidad acerca de las diatomeas del lago, no podremos obtener resultados en esta línea.

NYKVIST (1959a, 1959b, 1961a, 1961b, 1962), estudió la degradación de hojas correspondientes a diferentes vegetales (pinos, robles, hayas, fresnos, etc...), llegando a la conclusión de que en todos ellos la descomposición siempre es mayor bajo condiciones aerobias que en condiciones anaerobias. También hay que tener en cuenta el grado de lignificación y sustancias tóxicas de las hojas de las distintas especies. Así, las hojas de *Fraxinus excelsior*, al poseer menos ligninas y taninos se degradan con mayor facilidad que las de *Fagus sylvatica* y *Quercus robur*.

Los representantes de la especie fósil *Fraxinus numana* presentaban una baja concentración de ligninas y taninos, lo que hizo que sus restos tuvieran una alta tasa de degradación y, consiguientemente, una baja durabilidad que se traduce en la escasez de restos foliares hallados en comparación con los de *Fagus* y *Quercus*. Sin embargo, las riberas de los medios acuáticos seguramente se encontraron pobladas por ejemplares de fresnos cuyas hojas tuvieron mayor probabilidad de entrar en el medio acuático que las de los otros dos géneros mencionados.

Las condiciones anaerobias y las temperaturas bajas influirían favorablemente en la conservación de los restos vegetales. Si bien los ambientes anaerobios pudieran haberse dado en el sistema lacustre de la Cerdaña, se puede afirmar que el segundo factor no afectó, al menos en gran medida, a los restos producidos.

5.4.2- Transporte y deposición

En el estudio tafonómico de una zona lacustre del Eoceno medio de la Columbia Británica (Canadá) (WILSON, 1980), se observó, entre otros resultados, un descenso del tamaño de los restos foliares, con respecto al alejamiento de las orillas y, a su vez, un aumento en la concentración de dicotiledóneas; por otro lado pudo comprobarse la presencia de una elevada cantidad de acículas de gimnospermas y ramas de taxodiáceas en las zonas de ribera. Esta distribución diferencial se atribuyó a un efecto de transporte selectivo. En un trabajo posterior, WILSON (1988a), volvió a poner de manifiesto la mayor concentración de restos vegetales que se producía de forma diferencial en zonas cercanas a las orillas.

Este mismo autor (1988b), explicó que el transporte es una fuente de pérdida

tafonómica. Nosotros no compartimos los planteamientos de Wilson no tanto en el concepto que expresaba como en la terminología, y, siguiendo lo expuesto anteriormente en el apartado de problemática, pensamos que el transporte es una fuente de pérdida de información paleobiológica, pero no tafonómica.

Los restos estudiados por nosotros han exhibido diferentes modalidades de transporte lateral que pasamos a analizar a continuación:

a) transporte aéreo: según FERGUSON (1993), el área en la que diferentes órganos pueden dispersarse a distancias más o menos grandes depende de: 1) la altura de la planta productora, 2) el número de partes de la planta disponibles para la diseminación, 3) la velocidad de transporte de cada parte de la planta, 4) las condiciones atmosféricas en el momento de la dehiscencia/abscisión, 5) el grado de exposición de la planta productora al medio, y 6) la naturaleza del terreno, destacándose la presencia de barreras como montañas y el desarrollo más o menos denso del dosel arbóreo.

a-1) palinomorfos: según su tipo de dispersión, los palinomorfos se pueden dividir fundamentalmente en tres grupos: anemófilos, si son diseminados por el viento, zoófilos, si lo son por animales, e hidrófilos, por corrientes de agua. Existen géneros que presentan flores que pueden ser polinizadas tanto por el viento como por animales, por ejemplo *Salix* que suele actuar como entomófilo pero que también presenta cierto grado de anemofilia.

Los granos anemófilos suelen ser psilados y tienen un tamaño medio entre 20 y 30 μm , exceptuando el polen bisacado de gimnospermas que posee de tamaño medio 50-150 μm y un peso aproximado de $30-300 \times 10^{-6}$ mgr. Los granos entomófilos tienen una talla media de 10-30 μm y su superficie es esculturada y ornamentada (KRASILOV, 1975).

Dependiendo del tipo de dispersión descrita, unos vegetales producirán mayor cantidad de palinomorfos que otros. Normalmente, las plantas zoófilas producen menor número que las anemófilas.

También hay que tener en cuenta que las especies arbóreas producen más polen que las herbáceas, con excepción de las de algunos taxones como *Secale* L. y *Calluna* Salisb. (KRASILOV, 1975) y que los granos de polen de las herbáceas tienen un área de dispersión menor. Así, desde un punto de vista estadístico, tendremos mayor probabilidad de encontrar

en un afloramiento de facies lacustre profunda palinomorfos correspondientes a taxones anemófilos que a entomófilos, y a taxones arbóreos que a herbáceos. Salvo excepciones que se comentarán posteriormente, esto se cumple en los afloramientos estudiados.

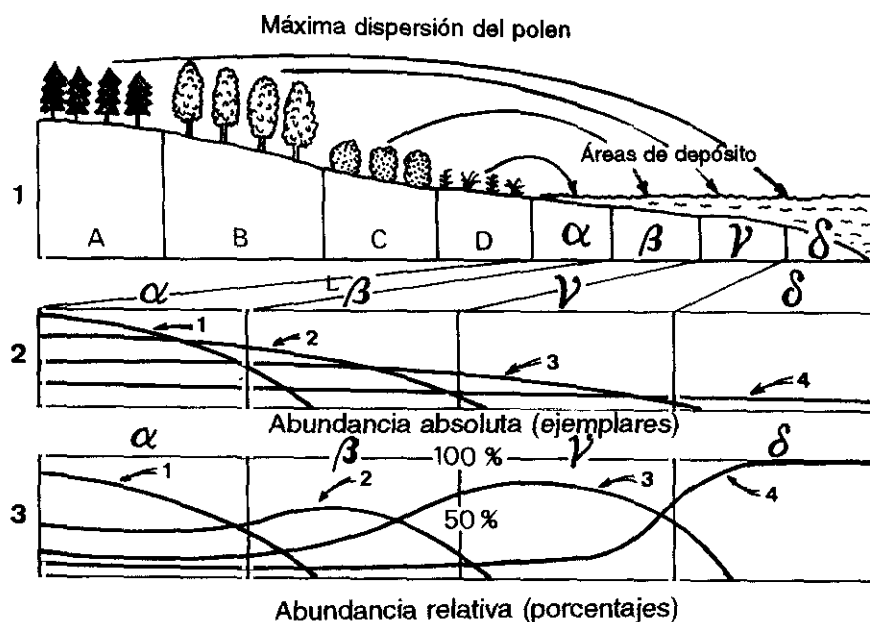


Fig.71. Efecto Neves (tomado de TRAVERSE, 1988): distribución hipotética de los palinomorfos producidos por varios tipos de vegetación: A) bosques de coníferas que viven en tierras altas, B) bosques de frondosas de tierras medias, C) plantas de ribera y D) plantas costeras. En el gráfico intermedio podemos observar como la cantidad de granos de polen decrece con la distancia a la costa. En el inferior se representa la abundancia de tipos de palinomorfos hallados en cada zona de deposición: así en α y β aparecen los propios de plantas costeras y ribereñas, pues los pólenes que producen éstas presentan menor capacidad de dispersión que los de las plantas de zonas medias y las coníferas. Este último grupo aún estando presente en todas las zonas de deposición es el mayoritario en δ, debido a su alta capacidad de dispersión aérea. El máximo porcentaje de palinomorfos correspondientes a plantas de zonas medias se encuentran en la zona γ, ya que poseen menor capacidad de dispersión que los de las coníferas, depositándose en lugares más cercanos a las orillas.

Usualmente, si se estudia el contenido palinológico de las diferentes zonas de deposición de un lago, se observará que existe una diferencia en el contenido palinológico. Así, las plantas de ribera se encontrarán mejor representadas en los sedimentos próximos a las orillas, mientras que los granos de polen de las plantas que viven en tierras altas predominarán en los sedimentos correspondientes a las zonas más profundas. Este fenómeno

se llama efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), y es debido al diferente grado de transporte que experimentan los distintos tipos de palinomorfos (Fig. 71). Este transporte no sólo es producido por el viento, sino también por el agua como veremos posteriormente.

Existen otros factores que afectan a la dispersión polínica (BARTHÉLEMY, 1985):

a) La talla de la planta productora: algunos palinomorfos no tienen, debido a su estructura o morfología, tanta capacidad de dispersión como otros, pero si se producen en plantas de gran altura poseerán una mayor probabilidad de diseminación.

b) La posición de la planta con respecto a los vientos dominantes: ya que las que se encuentren expuestas a estos presentarán una mayor probabilidad de dispersión de sus palinomorfos.

c) El emplazamiento de la planta productora con respecto a las restantes de la comunidad: debiendo tener en cuenta que la mayor parte de las flores de una planta se encuentran repartidas esencialmente en el volumen aéreo expuesto a la luz. Así, un árbol aislado produce de 5 a 12 veces más polen que un árbol integrado en un bosque cerrado (BARTHÉLEMY, 1985). Por otra parte, un árbol aislado está expuesto al viento por todas sus partes y toda su producción polínica puede ser dispersada por éste; mientras que sólo la parte más apical de la copa de un árbol de una masa forestal tiene posibilidad de enviar a la atmósfera su producción polínica.

Debemos reseñar que existen plantas como *Betula* y *Corylus* cuya floración se realiza en períodos invernales o primaverales en los que las comunidades caducifolias en las que habitualmente se integran no presentan foliación, por lo que encuentran una mayor facilidad de dispersión de sus granos. Además, estos géneros son unos grandes productores polínicos, posiblemente debido a esta particularidad que les hace comportarse como árboles aislados.

Como es lógico, los granos de polen anemófilos se encuentran a merced de la trayectoria del viento. En bosques abiertos, es usual que se formen remolinos cuando su dirección se encuentra obstaculizada por árboles y arbustos. Estos remolinos producirán un depósito de palinomorfos sobre ellos. De una forma similar, el polen llevado a través de la vegetación puede impactar sobre obstáculos en la forma de ramas, troncos, hojas, etc, y grandes cantidades de polen pueden ser atrapadas de esta manera. Así, en las regiones templadas se detectan dos períodos en donde son apreciables aumentos polínicos en zonas húmedas como pantanos y turberas: el período de floración, que en nuestras latitudes va de Abril a Agosto, y el de refluación, que se desarrolla en Noviembre-Diciembre (TAUBER,

1977). La reflatación tafonómica del polen proviene del lavado de hojas, ramas y troncos por las tormentas del otoño, al tiempo que las hojas marchitas caen (TAUBER, 1967). Seguramente una porción del polen que se halla en los sedimentos de la Cerdaña se encuentra reflatado, desgraciadamente este efecto no ha podido ser apreciado en nuestros estudios ya que no se puede diferenciar de ninguna manera del polen no reflatado.

d) El papel del relieve en la circulación atmosférica: es lógico pensar que los vientos serán diferentes en zonas montañosas y llanuras, debido a que en el último lugar los vientos no tendrán ninguna barrera que les impida circular, por lo que los granos de polen serán más fácilmente dispersados.

Considerando un hipotético rumbo horizontal, que no se da nunca en la naturaleza debido a las corrientes de convección aérea, el polen llevado por el viento sobre la cubierta arbórea de un bosque puede ser la principal fuente de granos depositados en un lago, ya que invierte menos tiempo en llegar a éste que el que es transportado vía espacio entre los troncos. Los cambios en la densidad de la vegetación influyen en las velocidades de las corrientes de aire en el espacio entre troncos y, consecuentemente, en la distancia recorrida (MANTEN, 1967). Hay que tener en cuenta que los granos más pequeños, en este caso, serán menos filtrados y retenidos que los grandes. La dispersión de los palinomorfos de un árbol también está relacionada con la altura de éste, presentando los que se producen en las flores más cercanas a la copa mayor capacidad de dispersión que los que se producen en zonas medias o bajas.

Además de los aspectos anteriormente mencionados, el transporte aéreo del polen está gobernado por la velocidad del viento, corrientes de convección, difusión por remolinos y velocidad de caída de las partículas individuales (TAUBER, 1977). Se han podido detectar palinomorfos que han recorrido, llevados por los vientos, grandes distancias. Por ejemplo, granos de *Ephedra* producidos en el occidente de Asia o el Sur de Europa han sido encontrados en Dinamarca (TAUBER, 1977). Sin embargo, estudios experimentales realizados por ANDERSEN (1967), en bosques mixtos caducifolios, han dado como resultado que la inmensa mayoría de los palinomorfos de una planta quedan en las inmediaciones de su lugar de producción. Esto es debido a que el polen choca con las hojas y ramas de los árboles vecinos cayendo al suelo como una especie de "lluvia polínica". Así, si un árbol tiene alrededor de 20 m de altura la mayoría de sus granos quedarán en un radio de 20-30 m.

También los palinomorfos pueden ser arrastrados por la lluvia, si las gotas de las

nubes están cargadas de estos debido a que han atravesado regiones en donde la atmósfera presentaba polen en suspensión. También las gotas de lluvia pueden limpiar el aire al caer arrastrando gran cantidad de palinomorfs (MANTEN, 1967). Este tipo de "lluvia polínica" tampoco pudo ser apreciado por nosotros en el polen estudiado.

Por último, hay que tener en cuenta los distintos períodos de floración de los ejemplares de cada taxón (BELMONTE I SOLER, 1988), el estado fisiológico de la comunidad vegetal, pues hay años en los que la producción polínica descende. Asimismo, hay que considerar la existencia de descensos por causas traumáticas como fuegos, infecciones, depredación, etc, todo ellos imposibles de detectar en el material fósil estudiado.

a-2) hojas: en la actualidad la producción de hojarasca depende del tipo de bosque al que nos estemos refiriendo. Así en la taiga la producción media de hojarasca es de 1 tonelada por hectárea al año; en los bosques ecuatoriales, de casi 11 toneladas por hectárea al año; y en los bosques templados, tanto de tipo frío como cálido, de 3,5-5,5 toneladas por hectárea al año (BRAY & GORHAM, 1964). Como veremos más adelante, la flora de la Cerdaña pudiera relacionarse con una vegetación de tipo templado cálido, por lo que en esta zona habría una elevada producción de hojarasca al año.

En los sedimentos de la Cerdaña se han encontrado fundamentalmente cinco tipos de restos foliares atribuibles a: 1) dicotiledóneas arborescentes caducifolias, 2) dicotiledóneas arborescentes perennifolias, 3) acículas de gimnospermas, 4) hojas paralelinervias de monocotiledóneas, y 5) frondes de helechos.

Los tres primeros tipos pueden sufrir transportes similares, aunque seguramente estos se produzcan en diferentes momentos del año. Las dicotiledóneas caducifolias parece que tuvieron un máximo de producción de hojarasca en el otoño, mientras que las perennifolias y las gimnospermas debieron tenerlo a lo largo del año, intensificándose en primavera, con el crecimiento de los nuevos brotes. Un caso aparte es la caída de hojas marcescentes o semicaducas que suele ocurrir en invierno o primavera (GASTALDO *et al.*, 1987). No obstante, hay que tener en cuenta que la caída de las hojas no es sincrónica en todas las especies que habitan en una comunidad determinada, y tampoco lo es en los miembros de una misma especie (FERGUSON, 1985).

El transporte y la dispersión de las hojas por el viento han sido estudiados por varios autores (SPICER, 1981; FERGUSON, 1985; SPICER, 1989b; GREENWOOD, 1991; SPICER,

1991), y, en primer lugar, parecen depender de sus características morfológicas entre las que hay que destacar:

a) peso: gobierna la velocidad de caída. Las hojas más ligeras tenderán a ser dispersadas más lejos que las más pesadas. Según FERGUSON (1971), las acículas de gimnospermas son más pesadas que muchas hojas de angiospermas, por lo que no son arrastradas muy lejos por los vientos. Quizás ésta es una de las razones por las que aparecen en menor proporción que las hojas de angiospermas en los afloramientos ceretanos.

b) talla: puede tener el efecto de alterar la trayectoria diagonal en un salto más o menos vertical. La talla está correlacionada con el peso. Así, hojas grandes con gran peso por unidad de área tenderán a no ser seleccionadas en el curso de la diseminación, con el resultado de que las hojas llevadas a mayor distancia serán las más pequeñas del árbol productor.

Salvo excepciones, como algunos restos foliares de *Fagus* y *Quercus*, los macrorrestos encontrados responden a una talla media/pequeña para la habitual en los individuos de las especies actuales filogenéticamente más próximas.

c) forma: modelos artificiales han demostrado una tendencia a descartar el papel de la forma como factor de diseminación. Sin embargo, tiene cierta influencia en el aumento de dispersión. Por ejemplo, las hojas con ejes desiguales, tienden a rotar sobre el longitudinal, lo que incrementa el tiempo de permanencia en el aire. Parece ser que teniendo esto en cuenta, las hojas oblongas son las que se dispersan más lejos, y entre éstas, las acorazonadas. Esto último no ha podido ser ratificado en el conjunto de restos foliares estudiados, ya que las hojas del Mioceno Superior de la Cerdaña son en su mayor parte elípticas y ovadas.

d) peciolo: cuando el peciolo se encuentra presente, la hoja es más pesada, lo que influye en su caída.

e) hojas compuestas: tendencia a la caída gradual de foliolos. Estos pueden caer indiscriminadamente o de forma regular, empezando por el proximal y continuando en sentido distal. Con la abscisión de cada foliolo, el peso por unidad de superficie de lo que queda de hoja aumenta progresivamente debido a la mayor densidad del raquis. Por esta razón, estas hojas suelen caer cerca del árbol parental, y tienen poca probabilidad de llegar hasta áreas de sedimentación, a no ser que las plantas con hojas de este tipo vivieran muy próximas o en medios acuáticos. Éste es el caso de las Juglandaceae que produjeron los ejemplares: MGBV-9500, MGBV-9865 procedentes del torrente de Vilella.

Al igual que antes hemos expresado en el caso de los palinomorfos, el transporte por vientos será más efectivo para las hojas que se encuentren en las zonas superiores de la cubierta arbórea que para las que se desarrollan en zonas más bajas. En primer lugar, porque los vientos son más fuertes encima de la cubierta arbórea que dentro de ella, y en segundo por la falta de obstáculos, ya que las hojas del interior cuando sufren abscisión, chocan con otras hojas o con troncos y ramas que dificultan o impiden su dispersión. Un caso reseñable es el de las hojas marcescentes, que al caer meses después del período de abscisión del resto de los árboles, tienen menos obstáculos para ser dispersadas (SPICER, 1989b). Puede que ésta sea una de las razones de la abundancia de restos foliares de *Quercus hispanica*, *Q. drymeja* y *Fagus gussonii* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Con respecto a la posición en el árbol, existen dos tipos de hojas: las de sol y las de sombra (FERGUSON, 1985; WILSON, 1988a, 1988b; SPICER, 1991). Las de sol se encuentran en las zonas más expuestas del árbol y están sometidas a una elevada insolación y a una mayor incidencia del viento que las de sombra. Para impedir que estos dos factores produzcan una elevada pérdida de agua, la planta responde reduciendo la superficie de estas hojas, con respecto a las de sombra. Ésta puede ser una cuestión significativa en situaciones de lagos abiertos, como el de la Cerdaña, donde las asociaciones en aguas profundas, lejanas a las orillas, pueden encontrarse enriquecidas por pequeñas hojas de sol transportadas por el viento. Normalmente, esto es erróneamente interpretado como representativo de un clima más frío o riguroso, contrario al que seguramente estuvieron expuestas las plantas (SPICER, 1991). Posiblemente, sea una de las razones por las que ÁLVAREZ RAMIS (1981) califica a la flora ceretana como de clima seco, ya que en algunos afloramientos de la Cerdaña, como camino de Balltarga a Bor, hay una tendencia a que los restos foliares que se colectan posean un tamaño pequeño. Otra de las razones por la que existe una selección hacia hojas de menor tamaño es la talla de la hoja, ya comentada anteriormente.

En el caso de las hojas de monocotiledóneas y frondes de helechos, su escasez radica en su tipo de abscisión. Las dicotiledóneas pierden sus hojas de forma solitaria, de manera que si no son atrapadas por la vegetación, en seguida son transportadas. Los helechos y muchas monocotiledóneas tienen en común el hecho de que cuando mueren, sus peciololes se inclinan hacia el suelo, pudriéndose literalmente sobre el tallo (SPICER, 1981; SCHEIHING & PFEFFERKORN, 1984). Esta característica influye negativamente en el transporte y presencia de estos grupos en las asociaciones registradas, como podemos comprobar tras el

estudio de los vegetales de la Cerdaña, ya que los restos atribuibles a monocotiledóneas y helechos se colectan de forma excepcional, si comparamos con la gran cantidad de hojas de dicotiledóneas halladas. Debemos destacar que la monocotiledónea más abundante en la zona de estudio es *Typha latissima*, no debiéndose a una forma de dispersión de sus hojas semejante a la de las dicotiledóneas, sino a que esta especie debió habitar en las riberas de los cursos de agua y en zonas pantanosas donde pudieron ser fácilmente transportadas por las corrientes hidráulicas.

Aunque existen hojas que son arrastradas por los vientos a grandes distancias, como el polen, la dispersión dentro de un bosque está bastante restringida. La hojarasca cae casi directamente bajo la cubierta vegetal (BURNHAM et al., 1992). Según SPICER (1991), en un bosque de coníferas el 90% de las acículas caen formando un ángulo de 20° respecto del árbol parental. Los árboles con grandes copas dispersan más lejos sus hojas que los pequeños (BURNHAM et al., 1992). Normalmente, para que queden fosilizadas las hojas de un árbol, estos deben crecer dentro de un perímetro de 50 m de anchura alrededor de la masa de agua de un lago (SPICER, 1989b).

Según BURNHAM et al. (1992), las hojas de árboles grandes comunes en la zona de estudio, serán abundantes en todas las muestras recogidas; las hojas de los árboles grandes poco comunes serán abundantes en algunas de las muestras; y las hojas de los árboles pequeños comunes, serán relativamente abundantes en todas las muestras.

Teniendo en cuenta este criterio, quizás los árboles más comunes que existieron en la cercanía del lago de la Cerdaña fueron *Alnus occidentalis*, *Quercus drymeja* y *Fagus gussonei*; entre los árboles poco comunes, abundantes en algunos afloramientos como Coll de Saig, se encontrarían especies como *Laurophyllum* sp. *Daphnogene* sp. y *Persea princeps*; finalmente entre los árboles pequeños comunes quizás se encontraría *Acer pyrenaicum* y *Zelkova zelkovaefolia*.

Comparada con la velocidad del viento que existe por encima de la cubierta vegetal, la que se desarrolla a nivel del suelo es muy reducida. En algunas ocasiones, las hojas ya depositadas en el suelo pueden ser arrastradas por vientos. Si esto ocurre, se produce normalmente un arrastre que tiene como consecuencia un daño mecánico que será mayor o menor dependiendo del tipo de hoja (las hojas más coriáceas serán menos dañadas) y del grado de hidratación de éstas (las hojas más secas serán más fácilmente desgastadas) (FERGUSON, 1975). Entre las hojas estudiadas hemos observado roturas en sus márgenes

que, aunque no podemos descartar que se hayan producido a causa de un arrastre eólico, pudieran haber sido producida por otras causas como transporte hidráulico; en cualquier caso se trataría de una resedimentación.

Hay que reseñar la presencia en los afloramientos estudiados de hojas juveniles que debieron ser arrancadas de la planta madre por predación o problemas ambientales. Éstas se han encontrado en un número exiguo en los afloramientos estudiados. La presencia de hojas juveniles ya ha sido detectada en otras localidades terciarias, como Río Cóndor y Barranca de Carmen Silva (Chile) (ROMERO & DIBBERN, 1985), a partir de restos foliares seguramente atribuibles al género *Nothofagus*. Dado que la morfología foliar de las hojas juveniles es diferente a la de las adultas, algunos autores como DUSEN (1907 apud ROMERO & DIBBERN, 1985) han descrito especies sin valor taxonómico como *N. densinervosa* Dusen. En el Vallesiense de la Cerdaña los taxones representados por hojas juveniles son *Fagus gussonii* y restos foliares de Betulaceae o Ulmaceae imposibles de determinar con mayor exactitud (Lám. XXVIII, fig. 4).

Las hojas juveniles halladas por nosotros presentan por lo general un tamaño pequeño, de longitud aproximada 1,5-2 cm, la serración del margen no totalmente desarrollada y los espacios que se encuentran entre los nervios secundarios curvados formando relieve, debido al desarrollo dispar de las diferentes partes de la propia hoja y a que el limbo de éstas se encuentra plegado.

Como hemos comentado con anterioridad las hojas juveniles aparecen registradas en un escaso número. Esto pudiera ser debido a varios factores:

- se encuentran menos lignificadas, y por esta razón son más fácilmente atacadas y destruidas por organismos detritívoros.
- la forma plegada de éstas es posible que influya en su transporte, puesto que aunque poseen un pequeño tamaño, presentan un mayor peso por unidad de área que hace que no sean tan fácilmente diseminadas.

Para finalizar este apartado, como en el caso del polen, también hay que tener en cuenta los problemas fisiológicos de la planta y otros factores como son tormentas, vientos fuertes y/o dominantes, sequías, predación, infecciones o enfermedades.

a-3) frutos: según AUGSPURGER & FRANSON (1987), la dispersión de un fruto alado depende de: a) la fenología del fruto (maduración y abscisión),

b) la fuerza con que está ligado el fruto al árbol, c) el área de la superficie del fruto, y d) la altura a la que es liberado.

Además, suponemos que la problemática de los frutos alados que se han colectado en los afloramientos de la Cerdaña es similar a la de las hojas anteriormente explicada. Sin embargo, hemos de hacer referencia a sus estructuras de vuelo que debieron permitir una mayor diseminación. Según esto, hay que mencionar que el viento necesario para separar el fruto del árbol varía indudablemente entre las diferentes especies. Como en el caso de las hojas, los frutos más ligeros tendrán una dispersión mayor.

Dado que el número de frutos y semillas aladas colectadas en los afloramientos ceretanos es mucho menor que el de hojas, suponemos que en principio es por la menor producción de frutos en relación con la gran producción de hojarasca que presentan las plantas de las que proceden (*Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Pinus*, etc...); y porque muchos de ellos fueron atrapados por la vegetación, impidiendo así su dispersión a las zonas lacustres. Normalmente, los frutos alados se liberan en otoño e invierno tras la caída de la hoja del árbol en donde se produjeron, no obstante es posible que el tiempo de dispersión de los frutos coincidiera con un momento en que algunas especies arbóreas todavía poseyeran follaje, o que los bosques fueron de tipo mixto y existiera un buen número de árboles perennifolios, lo que dificultaría la dispersión de los frutos.

No podemos descartar tampoco que las plantas productoras de este tipo de disemínulos habitaran en zonas alejadas del lago, por ejemplo, gimnospermas como *Pinus* y *Abies* seguramente crecieron en laderas montañosas relativamente lejanas. Finalmente, aunque no hay estudios sobre el tema, quizás los frutos y semillas aladas posean una menor capacidad de dispersión aérea que ciertas hojas debido a presentar un mayor peso, y a que en caso de caída al suelo necesitan una mayor fuerza del viento para poder volver a volar.

b) Transporte acuático: se han realizado experimentos en acuarios controlando los principales factores que pueden afectar a un cuerpo determinado, y posteriormente, estos resultados se han tratando de aplicar a los medios naturales con la conclusión de que el transporte de fragmentos vegetales en el agua está controlado por la velocidad a la que se empapan sus tejidos, sus propiedades hidrodinámicas, la turbulencia de las corrientes del medio acuático (GREENWOOD, 1991), su forma y tamaño, por lo que es casi imposible prever cómo se comportará un resto vegetal en un medio acuático.

Aunque existen pocos datos al respecto, parece que el concepto de la equivalencia de comportamiento hidráulico (dos partículas tienen la misma equivalencia hidráulica si reaccionan de la misma forma en el agua), puede ser empleado para determinar el medio de transporte predominante de varios taxones vegetales, en relación con el sedimento en el que están englobados, y las áreas fuente de donde provienen (SPICER, 1981).

Si los restos vegetales tienen las mismas equivalencias hidráulicas que los granos de sedimento de la matriz que los rodea, es probable que ambos fueran depositados en respuesta al mismo medio fluido. Como es incierto que las características hidráulicas de los restos vegetales puedan ser teóricamente deducidas, lo que se sabe hasta el momento se debe a una aproximación empírica.

b-1) palinomorfos: cuando un conjunto de palinomorfos cae en un medio acuático, se ven sometidos a la acción de las corrientes. La distancia a la que pueden ser transportados es directamente proporcional a la velocidad de la corriente y a la ligereza del palinomorfo (KRASILOV, 1975).

En algunos de los afloramientos estudiados es frecuente encontrar representadas en alta proporción plantas que habitan en las riberas, como tipo *Taxodium*, Sparganiaceae-Typhaceae y *Alnus*, puesto que en sedimentos que se depositaron en zonas cercanas a las orillas estos taxones tienden a acumularse a causa del efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), ya explicado en el apartado del transporte aéreo.

Así, como veremos más adelante, afloramientos como la mina de Sanavastre, próxima a una orilla presentan una mayor proporción de palinomorfos propios de riberas como *Alnus*, Sparganiaceae-Typhaceae, *Salix*, etc..., y de plantas acuáticas propias de aguas someras como Nymphaeaceae, *Myriophyllum* y *Potamogeton*, que afloramientos como el barranco de Salanca cuyos sedimentos pertenecen a facies lacustres profundas.

Entre el polen hallado en las corrientes hay un buen número que presenta señales de abrasión (TAUBER, 1977); posiblemente debido al roce y choque con objetos tales como partículas en suspensión, rocas, otros restos vegetales, etc... Como hemos mencionado anteriormente, nosotros hemos hallado granos de polen que presentan roturas, deformaciones y abrasiones de distintos tipos sin que podamos decir si se produjeron debido al transporte hidráulico.

b-2) hojas y frutos: según FERGUSON (1985), las hojas entran en un cuerpo de agua: a) directamente desde la planta productora, b) indirectamente desde el suelo (depende si la vegetación es abierta o cerrada, aunque en este caso las hojas no provienen de muy lejos), c) por caída desde bancos y riberas a causa de las corrientes, y d) a consecuencia de inundaciones. Pensamos que los mismos puntos pueden ser empleados con respecto a distintos tipos de frutos. Sin embargo, debemos hacer mención de plantas acuáticas como *Trapa* que producen frutos hidrócoros.

Cuando un resto vegetal (hoja o fruto), cae en un medio acuático experimenta algún tipo de flotabilidad positiva. El tiempo de flotación no se encuentra relacionado con el hábito de la planta productora (SPICER, 1989b), sino con las características epidérmicas que presenta.

Las hojas con cutículas gruesas y céreas, y/o dependiendo del grado de lignificación de su epidermis, pueden flotar durante muchas semanas, mientras que las que presentan estas estructuras delgadas, a menudo flotan sólo unos pocos días (SPICER, 1991). Esto sugiere que hay un gran potencial de transporte a grandes distancias, en particular para los taxones perennifolios. No obstante estos resultados son difíciles de aplicar a causa de variables adicionales. El hundimiento producido por la entrada de agua en estos órganos se realiza a través de grietas y agujeros producidos por desgarres y/o depredación y aberturas como los estomas.

Por su parte, el rango de flotabilidad de las diásporas excede al de las hojas. Muchas diásporas flotan más que las hojas de sus especies (SPICER, 1991).

Cuando se conservan los peciolo hay a veces una pequeña orientación, ya que las hojas rotan durante el transporte debido a las turbulencias. A veces las hojas flotan con el peciolo hacia arriba ya que se les forma una burbuja de aire en su ápice (FERGUSON, 1985). Normalmente, las hojas pecioladas flotan más que las sentadas. Debemos destacar que varias de las especies mejor representadas en la Cerdaña como *Quercus drymeja*, *Alnus occidentalis*, *Acer pyrenaicum* y *Persea princeps*, poseen largos peciolo por lo que su transporte sería mayor. Según lo observado éste no afecta a la orientación de los fósiles.

Como en el caso de la dispersión eólica, explicada en un apartado anterior, tampoco las hojas se dispersan a grandes distancias desde la zona de entrada en el lago. Así, experimentos realizados por SPICER (1991), en lagos del estado de Washington con hojas de *Fagus sylvatica*, indicaron que sólo el 0,2% que no se encontraban embebidas en agua

viajó 1,2 km, después de 48 horas de ser llevadas por las corrientes. El mismo SPICER, refiriéndose a las hojas de este experimento, dijo que si las corrientes de agua hubieran sido más fuertes, habría existido mayor transporte. Aunque, como hemos indicado anteriormente, algunas hojas presentan un gran potencial para ser transportadas a grandes distancias.

Las hojas aciculares de coníferas son muy hidrodinámicas y presentan más facilidad de dispersión por corrientes que las hojas de las angiospermas, aunque también tienen mayor capacidad de quedar retenidas en las orillas. Además, estas últimas, en aguas con alta energía, son destruidas (SPICER & WOLFE, 1987). Así, según el tipo de corriente que exista en la zona lacustre, hay una selección de hojas en el sentido de mayor proporción de angiospermas o de gimnospermas. En esta corriente no solamente influyen los aportes hídricos sino también la dirección y fuerza de los vientos y si existe un viento dominante.

De esta manera, si la zona lacustre presenta depósitos de alta energía, las acículas de coníferas, dada su forma hidrodinámica, tenderán a estar representadas en mayor número, pues las hojas de angiospermas serán, en buen grado, destruidas. Las asociaciones en donde dominan las hojas de angiospermas revelan por un lado condiciones de baja velocidad de depósito, lo cual no quiere decir que la comunidad vegetal original no se encontrara dominada por gimnospermas.

Tras el análisis del contenido paleobotánico de los afloramientos de la Cerdaña, se puede concluir que las asociaciones se encuentran dominadas numéricamente por hojas de angiospermas, lo que parece indicar que el lago del vallesiense ceretano presentaba una baja velocidad de depósito, es decir, sus aguas eran tranquilas. Por otra parte, debemos señalar que de manera escasa se encuentran acículas, ramas y otros restos, como conos masculinos y femeninos, asignables a diferentes especies de gimnospermas. Quizás esto nos esté indicando que en los ecosistemas Mioceno Superior de la Cerdaña las gimnospermas tuvieron un papel mucho más importante del que indican el gran número de restos asignables a angiospermas. Aunque también debemos considerar que pudieron existir vientos que resedimentaran las acículas acumuladas en los bordes del lago y posteriormente fueran conducidas al centro por corrientes de agua.

Según SPICER & WOLFE (1987), las semillas aladas de coníferas están pobremente representadas en depósitos de alta energía y, del mismo modo que las hojas de angiospermas, se encontrarían más comúnmente en sedimentos de medios lacustres con bajas energías.

Esto parece ocurrir en varios depósitos miocenos de Oeste de Norteamérica, en donde

las coníferas se encuentran evidenciadas fundamentalmente por piñones, y la dominancia numérica corre a cargo de hojas de angiospermas (SPICER & WOLFE, 1987). Situación coincidente con la zona de estudio.

Una interpretación común de estas asociaciones con abundancia de hojas de angiospermas es que los bosques de frondosas aparecieron en zonas bajas alrededor de la cuenca lacustre y las coníferas vivieron sobre las montañas circundantes. Sin embargo, tales asociaciones lacustres podrían representar bosques de coníferas, ya que la vegetación parece estar dominada por angiospermas a causa de las diferentes velocidades de depósito.

En algunas ocasiones, la presencia de plantas acuáticas como *Nuphar* Sm., impide que algunos taxones lleguen a fosilizar al retenerlos entre ellas. Un ejemplo de esto fue puesto en evidencia por SPICER (1981), quien demostró en el lago de Silwood (Inglaterra) que la vegetación ripícola formada fundamentalmente por *Typha*, impide la filtración de hojas a las corrientes del lago. Es posible que este mismo efecto se produjera en la zona de estudio, ya que en ella, como indica el registro, se desarrollaron espadañas y distintas comunidades de plantas acuáticas.

c) Transporte por medio de animales: estudios de este tipo han sido realizados en los sedimentos del Eoceno Medio de Messel (FERGUSON, 1993), donde se han encontrado restos vegetales formando parte del contenido intestinal de algunos animales. Por el momento, en la Cerdaña no se han encontrado semillas o frutos con adaptaciones zoócoras. Sin embargo, como también pone de manifiesto FERGUSON (1993), para el caso de Messel, la presencia de insectos polinizadores, indicada por ARILLO *et al.* (1992), en el Mioceno Superior de la Cerdaña unido a la de muchas plantas entomógamas como por ejemplo *Linum*, *Scabiosa*, *Epilobium*, etc, nos hace sospechar que la caída de animales de este tipo cargados de polen en el lago, pudiera haber aumentado el número de granos en los sedimentos de esta zona, ya que muchos de estos insectos se encuentran impregnados de ellos tras visitar las flores en donde se alimentan.

d) Otros tipos de transporte: en los sedimentos de la Cerdaña se pueden observar flores, amentos e inflorescencias masculinas de distintos géneros de plantas. Algunos autores como ANDERSEN (1967), consideran que la aparición de fósiles de estos órganos en un afloramiento podría tener que ver con la sobrerrepresentación de ciertos palinomorfos.

Se entiende como sobrerrepresentación, la aparición de uno o varios taxones en un porcentaje mayor al que se deberían encontrar en la comunidad.

Posiblemente los granos de polen de algunas plantas que habitaban en las cercanías de los cursos de agua, como *Alnus*, puedan presentar esta problemática. Quizás el hallazgo de grupos de granos de polen de diversos taxones como *Alnus* (Lám. XXIX, fig. 4), Clethraceae-Cyrillaceae (Lám. XVIII, fig. 7) y Poaceae, pudiera ser explicado si consideramos que provienen de estambres de flores que habían caído en las aguas del lago. Pues pudieran corresponder a conjuntos de granos de polen, no maduros, que fueron liberados al medio tras la degradación de las tecas en donde se produjeron.

Es relativamente fácil que amentos como los de *Alnus* lleguen a un medio acuático, ya que los árboles de este género habitan zonas ribereñas, son producidos en gran número y su poco peso y su forma los hacen ser fácilmente transportables por los viento.

5.4.3- Depósito y enterramiento

De forma general, teniendo únicamente en cuenta los macrorrestos, la cantidad de estos decrece según nos alejemos de la orilla. En la mina de Sanavastre hemos hallado concentraciones de restos foliares y frutos de dispersión hidrócora debido a la existencia de una alta energía al tratarse de una zona deltaica fluvio-lacustre.

Algunos autores como DAVIS (1967) y JACKSON (1990), opinan en referencia al polen que en el centro de grandes lagos disminuye su número con respecto a lagos pequeños, pues después de ser depositado sobre su superficie y mezclado en sus aguas, se sedimenta suavemente sobre todo el área lacustre. De esta forma, se encontrarán un número menor de granos por unidad de superficie en grandes lagos, a diferencia de los pequeños, en donde la relación número de granos/unidad de superficie será mayor.

Nosotros disintimos de esta aseveración ya que la mayor/menor cantidad de palinomorfos no solo depende del tamaño de la superficie del lago sino del tipo de vegetación que vive en la cuenca lacustre, la vegetación de las áreas que rodean a esta cuenca, los vientos dominantes, etc... También, según HALL (1981), parece que en medios no fluviales como lagos y pantanos, el grado de sedimentación también influye fuertemente en la concentración de polen.

SUC (1984), expone que el volumen ocupado por las esporas y los granos de polen representa al menos el 0,02% del volumen del sedimento.

En las zonas profundas del centro del lago de la Cerdaña se debieron producir las condiciones de anoxia y sedimentación necesarias para la conservación de gran cantidad de restos vegetales. Estos fundamentalmente fueron palinomorfos de gimnospermas y angiospermas, y hojas de angiospermas dicotiledóneas. En menor medida estos sedimentos conservan frutos y semillas aladas, acículas de gimnospermas, restos foliares de monocotiledóneas, fragmentos de frondes de helechos, frutos hidrócoros y flores. Teniendo en cuenta lo expresado en apartados anteriores, significa que el medio lacustre era tranquilo.

Algunos de los restos foliares se han encontrado doblados (Lám. XXVIII, fig. 6), lo que posiblemente indica que en el momento de su deposición presentaban estructuras débiles debido a la descomposición microbiana. Como ya hemos comentado, muchos de los palinomorfos que hemos estudiado presentan algún tipo de degradación en su esporodermis. Los palinomorfos normalmente sufren lo que HAVINGA (1984) denomina cavitación (presencia de perforaciones en la esporodermis debidas a un proceso de destrucción producido fundamentalmente por microorganismos), adelgazamiento de la pared y degradación. Nosotros no hemos podido observar el adelgazamiento de la pared, aunque suponemos que debe ser un hecho en los granos de la Cerdaña; pero observamos gran cantidad de granos con perforaciones, destrucción de la ornamentación y, en el caso de los granos de gimnospermas, separación de sacos aéreos. El deterioro de los palinomorfos, como ya hemos mencionado, pudo ser producido tanto por efecto de la acción microbiana como por un efecto del transporte y/o resedimentación.

En la zona más profunda del lago de la Cerdaña, los macrorrestos vegetales fueron cubiertos por arcillas y frústulas de diatomeas (Lám. XXIX, fig. 3). Este material fino restringió la biodegradación al mínimo aunque es posible que como expone ALLISON (1988), la precipitación de minerales de diagénesis temprana sobre los restos vegetales ya hubieran detenido la biodegradación aerobia. Según el autor anteriormente citado, los materiales diagenéticos asociados a afloramientos de excepcional conservación, como son los de la Cerdaña, son: la pirita, carbonatos como la calcita y la siderita, fosfatos como la francolita y la vivianita y la sílice. Parece indudable, dada la gran cantidad de diatomeas que existen en los sedimentos del Vallesense ceretano, que es la sílice uno de los principales elementos que ha permitido la conservación excepcional de los restos vegetales estudiados (Lám. XXIX, figs. 5 y 6).

En las zonas deltaicas, representadas en las minas de Sampsor y Sanavastre, hubo

momentos en los que se depositaron arcillas y otros en los que se depositaron arenas. En las primeras el porcentaje de palinomorfos es mucho mayor que en las segundas debido al grosor del grano de sedimento. En las arenas estudiadas no se han hallado macrorrestos, seguramente debido a que el grosor de su grano impidió que las condiciones fueran lo suficientemente anaerobias como para permitir la conservación de los restos. También debemos destacar el hallazgo de caparzones de ostrácodos, que a veces aparecen sobre los restos vegetales (Lám. XXVIII, fig. 7), en varios de los afloramientos de facies lacustres estudiados, como por ejemplo en el torrente de Vilella y en San Salvador. Según MARTÍN-CLOSAS (1995), restos vegetales pobremente conservados están asociados con grandes poblaciones de ostrácodos, lo que indica un fondo de lago oxigenado. La ausencia de organismos bentónicos y la presencia de restos vegetales en buen estado de conservación parecen indicar condiciones anaeróbicas. Según este autor, la existencia de ostrácodos podría indicar proximidad a los márgenes de lago, pero es imposible de determinar dado que estos podrían encontrarse resedimentados o reelaborados.

Según TRAVERSE (1988), los medios ácidos conservan mejor los palinomorfos que los alcalinos, y los medios reductores más que los oxidantes; y un medio tranquilo más que un medio energético.

A causa de sus diferencias de estructura y composición, los granos de polen no son todos igualmente susceptibles al proceso de deterioro. Algunos son más fácilmente corroídos y destruidos. Además, las condiciones de conservación varían de un lugar a otro (SANGSTER & DALE, 1961). Este deterioro selectivo está referido a una conservación diferencial. La presencia de un tipo de polen y la desaparición del que realmente debiera hallarse puede ser un problema paleoecológico. Lo cierto es que esto nos puede dar altas frecuencias falsas de uno u otro taxón (HALL, 1981). Según HAVINGA (1964), los granos de polen psilados parecen más degradables que los no psilados.

Teniendo en cuenta el efecto de degradación del polen, observamos que en los sedimentos de la Cerdaña, salvo en algunos niveles, se encuentran muy pocos granos asignables a plantas acuáticas. Esto es debido a que su dispersión es fundamentalmente hidrófila, por lo que presentan exinas muy débiles que no resisten los procesos diagenéticos. También el registro aparece sesgado por la ausencia de palinomorfos asignables a la familia Lauraceae y a los géneros *Equisetum* y *Populus*, todos ellos presentes en los sedimentos estudiados a partir de macrorrestos, posiblemente es debido a la baja proporción de

esporopolenina que presentan los palinomorfos de estos taxones (TRAVERSE, 1988).

Con respecto a los macrorrestos ocurre algo parecido. Así pues, plantas acuáticas del tipo de las Nymphaeaceae y del género *Potamogeton* se encuentran pobremente representadas debido a la escasa cantidad de compuestos como las ligninas que existen en las paredes celulares.

Estamos de acuerdo con SPICER (1992), en que algunos restos vegetales como palinomorfos y troncos pueden experimentar reelaboración, en el sentido de FERNÁNDEZ LÓPEZ (1984); sin embargo, ésta destruye por completo otros órganos como hojas y flores.

Las asociaciones fósiles de la Cerdaña son semejantes, desde el punto de vista tafonómico, a las descritas por FERGUSON (1993), en el Eoceno medio de Messel ya que, siguiendo la terminología usada por este autor, presenta tafocenosis y orictocenosis muy semejantes entre sí al no observarse procesos de reelaboración.

Por su parte, los palinomorfos, sobre todo, y las acículas de gimnospermas, en parte, pudieron experimentar un cierto grado de traslado de un lugar a otro (DAVIS, 1967; DUNWIDDIE, 1987), lo que nosotros consideramos una resedimentación. Incluso algunas hojas de angiospermas ya hundidas pueden volver a flotar a causa de la producción de burbujas de gases debida a la degradación de los restos vegetales por microorganismos. Esto debió ocurrir cuando todavía el sedimento no se encontraba compactado, por lo que las tanatocenosis que se formaron en el lago ceretano podrían presentar diferencias con respecto a las tafocenosis y orictocenosis.

Según la nomenclatura propuesta por OCHEV (1993), las tanatocenosis que se formaron en la Cerdaña deberían considerarse como mixocenosis ("mezcla de tanatocenosis de distintas categorías", por ejemplo de elementos démicos y adémicos); y las tafocenosis serían, según la nomenclatura de KRASILOV (1975), heteroméricas al contener restos de distintas tallas (la mayoría de los afloramientos de la Cerdaña corresponden a este tipo, destaquemos el barranco de Salanca, torrente de Vilella, mina de Sanavastre, San Salvador, Coll de Saig, Beders, riu de Santa María, etc.) (Lám. XXVIII, fig. 5), macrotafocenosis si solamente contienen restos vegetales macroscópicos (Santa Eugenia y carretera de Bellver de Cerdanya a Pi), y microtafocenosis cuando sólo se encuentra polen en ellas (mina de Sampsor, vertedero de Sampsor y Can Vilella). Según el tipo de resto hallado, se puede hablar de filocenosis si en un afloramiento hallamos restos foliares, carpocenosis a las acumulaciones de frutos, y palinocenosis si únicamente existen granos de polen y esporas (KRASILOV,

1975). En la Cerdaña únicamente se encuentran carpocenosis en la mina de Sanavastre, en donde se hallan acumulaciones de *Trapa ceretana*; y filocenosis y palinocenosis, en casi todas las localidades estudiadas como se verá en capítulos posteriores.

En 1993, BARRÓN dividió a los macrorrestos vegetales ceretanos en tres grupos: démicos autóctonos, démicos alóctonos y adémicos alóctonos (Fig. 72) basándose en las proposiciones de FERNÁNDEZ LÓPEZ (1990, 1991a). Según este último autor (1990), desde un punto de vista paleobiológico, si los fósiles representan organismos que vivieron en el lugar o región donde se encuentran, corresponden a entidades démicas; si por el contrario representan a organismos que no vivieron ni se desarrollaron en dicho lugar o región, corresponden a entidades adémicas. El autor continúa diciendo que: "un organismo pasó a ser adémico si se desplazó o fue transportado por agentes externos hasta algún lugar de condiciones letales fuera del área ocupada por los organismos de su grupo taxonómico. Así, los organismos que vivieron en ambientes subaéreos y fueron transportados o se desplazaron hasta un ambiente subacuático donde murieron, pasaron a ser organismos adémicos".

De manera más detallada entre las entidades démicas podemos distinguir: las que se reproducían dentro dentro del lugar o región en donde quedaron fosilizadas (entidades eudémicas), las que vivían en el área de fosilización pero no se reproducían en ella (entidades miódémicas) y las que llegaron a esta zona transportadas por agentes externos y no llegaron a reproducirse (entidades paradémicas). Según esto, los restos de plantas que como las esporas fueron transportadas fuera del área de reproducción o crecimiento de los representantes de su grupo taxonómico son elementos paradémicos. Las plantas acuáticas que crecían y se reproducían en el lago son elementos eudémicos. Hasta el momento no hemos podido detectar ningún elemento miodémico entre los taxa vegetales fósiles ceretanos.

Desde un punto de vista tafonómico, el término autoctonía tafonómica debe significar la condición de las entidades conservadas que han sido producidas en el lugar o región donde se encuentran; en caso contrario, si han sido transportadas lateralmente hasta un lugar o región diferente al de producción, las entidades conservadas son alóctonas (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1990, 1991).

Así, en los afloramientos de La Cerdaña encontramos por una parte elementos démicos y autóctonos como son las plantas acuáticas que se desarrollaron en la zona (por ejemplo: *Potamogeton orbiculare*, *Trapa ceretana*, *Polygonum* sp. y *Myriophyllum* sp.); por otra, elementos démicos y alóctonos, representados por los taxa ripícolas (entre los que podemos

destacar a *Glyptostrobus europaeus*, *Salix lavateri*, *Alnus occidentalis*, *Fraxinus numana*, *Carya* sp., entre otros); finalmente, la inmensa mayoría de restos hallados deben considerarse adémicos y alóctonos, tratándose de plantas que habitaron en las zonas emergidas de la cuenca que no necesitan de una humedad edáfica permanente para su desarrollo (plantas terrícolas, según la acepción de FONT QUER (1985), como *Fagus gussonii*, *Quercus drymeja*, *Quercus hispanica*, *Juglans* sp., *Acer pyrenaicum*, etc...) y de taxones que nunca habitaron en la Cerdaña y que el hallazgo de sus restos indica un transporte desde regiones alejadas (entre estos se destacan: *Liquidambar* sp., *Platanus* sp., *Engelhardia* sp., etc..).



Fig.72. Procedencia de los taxones clasificados desde un punto de vista tafonómico y paleoecológico en la cuenca de la Cerdaña (la línea punteada representa la zona donde se ubicaba el lago).

Entre los elementos alóctonos que corresponden a taxones adémicos hay que destacar a las plantas que habitaban las llamadas "lowlands", tierras bajas con pequeñas diferencias de elevación (100-200 m) y laderas con una inclinación moderada (PFEFFERKORN, 1980). La mayoría de las áreas de deposición están rodeadas por estas tierras, que son las que soportan el mayor índice de erosión. Según este último autor, la mayor parte de las plantas que crecían fuera de la cuenca, es decir, la mayoría de los taxa adémicos y alóctonos procederían de estas

tierras bajas. Las zonas escarpadas y montañosas que rodean a nuestra cuenca lacustre serían "uplands", siguiendo la denominación de PFEFFERKORN (1980), no siendo frecuente hallar representantes de las floras que las habitaban en las zonas sedimentarias. Nosotros no podemos inferir, a partir de los restos estudiados, qué plantas habitaron en estas tierras altas y bajas, aunque de una manera hipotética en próximos capítulos se postula una distribución de los distintos vegetales identificados.

5.5- Fase fosildiagenética

5.5.1- Formación y composición de las asociaciones registradas

Siguiendo la nomenclatura propuesta por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1984), al estudiar el conjunto de los fósiles que se obtienen en la depresión Ceretana, nos encontramos con un conjunto de asociaciones registradas, entendiendo por esto: "grupo de restos y/o señales de entidades biológicas pretéritas (producidas por uno o más taxones), coincidentes en el registro estratigráfico, asumiéndose que su coincidencia implica interacciones entre los constituyentes individuales, bien directamente o bien por la influencia que los elementos entre sí ejercen sobre el ambiente".

Además siguiendo al mismo autor, contemplamos que estas asociaciones registradas son a su vez asociaciones mezcladas, pues sus elementos constituyentes corresponden a varias entidades biológicas de ambientes diferentes. Por ejemplo, en la Cerdaña encontramos juntos restos de plantas acuáticas y de *Pinus*, que vivirían en ecosistemas distintos.

Las asociaciones registradas se encuentran compuestas por diferentes tafones: "clases de elementos con una composición y una estructura que las hacen ser funcionalmente distintas, y cuyos elementos constituyentes interactúan y son capaces de dar lugar a elementos de su misma clase taxonómica" (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1981). En la Cerdaña hemos encontrado tafones de varios tipos tanto macro como microscópicos que pasamos a describir a continuación:

1) Macrorrestos:

Las paredes de las células de las plantas se encuentran compuestas básicamente por celulosa, y generalmente sólo se conservan en condiciones anóxicas (GREENWOOD, 1991). Tras sufrir los procesos fosildiagenéticos, hemos hallado elementos registrados

correspondientes a restos vegetales macroscópicos fundamentalmente en forma de compresiones y/o impresiones, según la definición realizada por SCHOPF (1975) y SPICER (1977).

Según REX & CHALONER (1983), una compresión se forma cuando los órganos de las plantas enterrados en los sedimentos sufrieron una degradación parcial, de modo que generaron una versión aplastada de la estructura original, con sus tejidos representados en una lámina de materia vegetal carbonificada. De acuerdo con estos últimos autores, durante el enterramiento, el contenido celular y eventualmente las paredes de las células, sufrieron una degradación microbiana, como ya hemos explicado con anterioridad. En algunos casos, esta biodegradación habría comenzado antes del enterramiento. Posteriormente, se produjo un colapso celular. Es decir, la reducción del volumen de las células debido al efecto del peso de los sedimentos. Se puede producir degradación por microorganismos antes, después o durante el colapso.

Los procesos de compresión y colapso/descomposición están estrechamente unidos y pueden haber ocurrido de forma sincrónica. El residuo de materia vegetal puede ser alterado diagenéticamente a materia carbonificada. Según ORDÓÑEZ *et al.* (1981), la carbonificación se debe a un enriquecimiento de carbono debido a:

- a) una deshidratación.
- b) una pérdida de oxígeno y, por lo tanto de los grupos OH- y COOH- de sus moléculas orgánicas.
- c) una pérdida de hidrógeno.
- d) una movilización de los grupos (-CH₂-) y (-CH₃-) de sus moléculas.

Cuando colectamos una compresión de una rama con hojas, el ángulo de disposición de las hojas respecto al tallo, así como la zona por donde se abra el sedimento nos permitirá observar esta rama desde una u otra parte: por ejemplo, se pueden observar únicamente las hojas, o la rama y las hojas que están en un mismo plano. En el caso de conos masculinos y femeninos de gimnospermas, si tienen volumen, según el plano de rotura de la roca en donde se encuentran podremos observar su morfología interna o externa (Lám. VI, fig. 5; Lám. VII, figs. 3 y 5).

Cuando se parte la roca donde se encuentra una compresión, normalmente encontramos dos partes. Puede ocurrir que en ambas se presente materia carbonificada, obteniéndose la compresión partida en dos. De otra forma es posible que en una de las partes quede todo el

material carbonificado, y en la otra un molde del resto vegetal; a este molde se le denomina impresión. También es posible que, por lavado y oxidación del sedimento donde se encuentra la compresión, desaparezca toda la materia carbonificada, obteniéndose únicamente una impresión que se divide en una parte y una contraparte, como en el caso de la compresión.

En la Cerdaña se han encontrado dos tipos de afloramientos que no difieren en litología (BARRÓN, 1993). Unos presentan sedimentos más oscuros, como por ejemplo los del barranco de Salanca y torrente de Vilella, y otros más amarillentos, como los afloramientos de Coll de Saig y San Salvador. En estos últimos abundan sobre todo las impresiones con respecto a las compresiones. Esto (BARRÓN, 1993), puede ser debido fundamentalmente a:

a) una alta exposición de los afloramientos a las condiciones climáticas, fundamentalmente lluvias que producen lixiviación de la materia orgánica.

b) diferentes procesos diagenéticos debidos a un alto nivel de anoxia en algunas partes de la cuenca lacustre.

De forma menos abundante, aparecen restos macroscópicos con la cutícula conservada, en los que el resto de su materia vegetal ha sido carbonificada, como en el caso de las compresiones. Se dice que estos fósiles presentan una conservación duripártica (SPICER, 1991).

En algunos especímenes, todas las estructuras vegetales desaparecen salvo la venación de la hoja a causa de su alto grado de lignificación. BARRÓN (1993), expuso que en varios de estos ejemplares, el contorno de la venación terciaria está recubierto por óxidos de hierro y las áreas que rodean la venación tienden a rellenarse por sedimentos que contienen una alta proporción de frústulas de diatomeas.

La información de la que disponemos parece indicar la existencia de un incipiente proceso de permineralización de los restos vegetales por sílice que procedería de la descomposición de los frústulas de las diatomeas, lo cual puede ser observado en algunas preparaciones elaboradas según el método de "peel" propuesto por STEWARD & TAYLOR (1965), en donde se encuentran corpúsculos naranjas de sílice opalina (Lám. XXIX, figs. 5 y 6). Esta incipiente permineralización que presentan los restos vegetales de los sedimentos miocenos de la Cerdaña, parece similar a la que acontece en la actualidad en los pantanos de Okefenokee (Estados Unidos) (ANDREJKO et al., 1983).

De acuerdo con UPCHURCH et al. (1983), la sílice está presente en los frústulas de

las diatomeas como ópalo-A que es soluble en ácidos orgánicos y, la producción de ácidos húmicos que se forman durante los procesos fosildiagenéticos, tiene como consecuencia la disolución del ópalo-A sin ningún efecto sobre el cuarzo. Más tarde, cuando las condiciones del medio cambian y desaparecen las sustancias ácidas, el ópalo-A se transforma en ópalo-CT, que forma los nódulos naranja sobre los vegetales fósiles.

2) Microrrestos:

Una espora o un grano de polen fósil consta sólo de la esporodermis en la parte más externa, la cual es también la parte más inerte químicamente (CHALONER & MUIR, 1968). La conservación de los palinomorfos también se considera duripártica, como en el caso de las cutículas (SPICER, 1991). La estabilidad del polen y esporas en rocas sedimentarias depende de su contenido en esporopolenina y la relación de éste con la masa de su pared (HAVINGA, 1964). Sin embargo, durante la diagénesis, los palinomorfos pueden sufrir todo un conjunto de procesos tafonómicos ya explicados.

Según HALL (1981), la concentración de polen disminuye con la profundidad a la que se encuentren los sedimentos que los contienen. Esto es debido a que los granos son afectados por la compactación del sedimento y la temperatura (HAVINGA, 1967). Como consecuencia de la presión sobre los granos, hemos podido detectar en los palinomorfos de la Cerdaña compresiones y deformaciones (Lám. XXIX, fig. 1), del mismo modo que en el caso de las esporas de *Williamsoniella lignieri* (Nathorst) Thomas, estudiadas por HARRIS en 1974. También se han encontrado granos dañados por interferencia con partículas de la matriz sedimentaria que los contenía (Lám. XXIX, fig. 2).

El color de los palinomorfos cambia según las condiciones diagenéticas afecten a los sedimentos en donde se encuentran. TRAVERSE (1988), expone una variedad de colores que van desde el amarillo pálido al marrón oscuro. Los granos de la Cerdaña presentan colores amarillentos, por lo que según el diagrama realizado por el autor anterior, deben considerarse inmaduros, es decir, han sufrido muy pocos cambios químicos en la esporodermis debido a una diagénesis mínima. Granos con estos colores se encuentran típicamente en turbas y lignitos.

Las preparaciones obtenidas a partir de lignitos de las minas ceretanas han resultado muy ricas en esporas. Éste hecho fue observado por CHALONER & MUIR (1968), en carbones, y estos autores sugirieron que las plantas productoras de esporas vivirían *in situ* o

muy próximas a la zona en donde se produjeron los lignitos. MARTÍN-CLOSAS (1995) comenta la presencia de pinnas enteras de Osmundaceae en los sedimentos de la mina de lignito de Sanavastre. La presencia de pinnas enteras de helechos indica también proximidad a la zona de producción, ya que, como hemos indicado anteriormente, las frondes sufren muy poco transporte al quedar sobre la planta parental cuando se secan. Por esta razón, pensamos que los lignitos de la Cerdaña, considerados alóctonos por MARTÍN-CLOSAS (1995), deben ser interpretados como autóctonos desde un punto de vista sedimentológico, aunque los fósiles que encierran sean alóctonos desde uno tafonómico.

En los lignitos estudiados es reseñable la baja proporción de granos de polen. Además, estos se han hallado con las esporodermis muy degradadas (Lám. XXVIII, figs. 8 y 9). Es posible que el ambiente que existió durante la formación de los lignitos fuera muy oxidante y provocara su destrucción. Las esporas parecen haber sido más resistentes, como parece indicar su gran cantidad, fundamentalmente de Osmundaceae y *Laevigatosporites*, halladas en los lignitos. Como hemos indicado anteriormente, experimentos llevados a cabo por HAVINGA (1967), han demostrado que las esporas de Lycopodiaceae y de varios Pteridophyta presentan mayor resistencia a la degradación que los granos de polen.

Un aspecto tafonómico importante que hemos analizado en esta Tesis Doctoral es la **riqueza polínica**, ya que no se encuentra la misma proporción de palinomorfos en todos los sedimentos procesados. La mayor o menor cantidad de granos de polen no sólo se debe al tipo de sedimento que engloba a estos sino a problemas fisiológicos y ecológicos de las plantas, que provocan una mayor o menor producción polínica.

No obstante, en el Mioceno Superior de la Cerdaña, la mayor o menor cantidad de palinomorfos parece encontrarse más relacionada con el tipo de sedimento que con fenómenos paleoecológicos. Así, aparecen proporciones muy variables de polen en lignitos, arcillas o arenas. Es decir, la capacidad de conservación del polen no se mantiene constante, por lo que la riqueza polínica, en el caso de la Cerdaña, no nos da idea de la cubierta vegetal sino de las condiciones de conservación de los palinomorfos.

La riqueza polínica de un sedimento 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).

Como paso previo es necesario calcular el porcentaje de volumen observado (f%) que debe ser superior al 0,1% del volumen del residuo polínico (V). Se ha empleado la

siguiente ecuación:

$$f\% = \frac{v \times l}{V \times L} \times 100$$

donde:

f% - Porcentaje de volumen observado.

v - volumen efectivo de residuo polínico que se añade al portaobjetos (en nuestro caso 25 µl).

l - Diámetro del campo del objetivo usado (µm) x número de líneas observadas: superficie estudiada.

V - Volumen del residuo polínico.

L - Superficie total estudiable en el portaobjetos.

Se han barrido todas las preparaciones, contando la totalidad de los palinomorfos l=L, por lo que f% sería:

$$f\% = \frac{v}{V} \times 100$$

Una vez calculada la f%, hallamos el valor de la riqueza polínica (RP) por medio de:

$$RP = \frac{n \times 100}{m \times f}$$

En donde *n* es el número de esporomorfos contados y *m* el peso seco del sedimento analizado. La riqueza polínica se expresa en número de granos por gramo de sedimento.

Este cálculo permite comparar las variaciones de la riqueza polínica a lo largo de las diferentes columnas estratigráficas estudiadas, y, como el método de extracción polínica ha sido el mismo en todos los sedimentos, comparar dicha riqueza en los distintos cortes estudiados, como se expondrá en la descripción pormenorizada de los afloramientos.

6. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS

6.1- Introducción

La Paleoeología es una disciplina que comprende un doble objetivo: por un lado la interpretación de los ambientes desaparecidos, incluyendo todas las relaciones químicas, físicas y biológicas que tienen lugar dentro de los límites físicos escogidos (RAUP & STANLEY, 1978); y por otro, reconstruir los modos de vida y condiciones de existencia de los organismos.

Dentro de ella, como en el caso de la Ecología, se pueden distinguir dos partes: Paleoautoecología, estudio de las condiciones de vida de taxones individuales y de los caracteres morfológicos y funcionales de un organismo; y Paleosinecología, que trata las asociaciones de organismos e interrelaciones entre estos y el medio ambiente en donde se desarrollaron.

En principio los aspectos paleoecológicos de las plantas fósiles se abordaron desde un punto de vista paleoautoecológico, a partir de las estructuras morfológicas preservadas, por ejemplo, hojas coriáceas, hidatodos, tipos de raíces, etc. (DIÉGUEZ et al., 1989). En la actualidad esta información se ve aumentada a partir de los estudios paleosinecológicos, en donde se tiende a realizar trabajos de Paleoeología cuantitativa utilizando métodos multivariantes. Como resultado no sólo se intentan reconstruir y describir los ecosistemas del pasado, sino que se trata de inferir dinámicas, respuestas e interacciones de poblaciones y comunidades a lo largo de los tiempos geológicos (BIRKS, 1985)

Los problemas con que nos encontramos al realizar estudios paleoecológicos, es decir poder inferir e interpretar las distintas biocenosis que existieron en una zona determinada, en el sentido dado por DOD & STANTON (1981), son de varios tipos:

a) método de estudio: usualmente se hacen estudios paleoecológicos acerca de un sólo grupo, en nuestro caso tenemos en cuenta únicamente a los vegetales. Sin embargo, en la Cerdaña existieron otros organismos que integraban los ecosistemas de la zona.

b) sesgo en el registro paleontológico, causado tanto por problemas tafonómicos, ya comentados (una paleobiocenosis ha sufrido por un lado un empobrecimiento y por otro un aumento de taxones que provienen de diferentes comunidades), como ecológicos. Estos problemas ecológicos son de distinta índole y por una parte atañen al tipo de vida de cada especie vegetal (autoecología) y por otra a los cambios que pueden ocurrir en los ecosistemas (ya que los organismos que nosotros estudiamos podrían formar parte tanto de comunidades climáticas como de comunidades propias de etapas sucesionales). También hay que reseñar

que los cambios en las condiciones de un ecosistema pueden ser bruscos, por ejemplo, destrucción a causa de un incendio; y graduales, debidos fundamentalmente a variaciones climáticas o geológicas.

Al no poder describir las paleobiocenosis tal y como eran en el pasado, algunos paleoecólogos como KNOLL & ROTHWELL (1981), fueron mucho más modestos en sus pretensiones siendo sus estudios básicamente descriptivos: "qué organismos característicos aparecen juntos y cómo están relacionados en la matriz de rocas sedimentarias donde aparecen".

En la presente memoria hemos tenido esto en cuenta, pero hemos tratado de ir más lejos preguntándonos por qué se encuentran juntos en un yacimiento a un número determinado de taxones, y cuál era el posible papel de cada uno de ellos en los ecosistemas miocenos ceretanos.

El tipo de vegetación que existe en una u otra región, entendiendo como vegetación: "sistema dinámico que está continuamente respondiendo a variaciones en sus parámetros causados directa o indirectamente por cambios climáticos" (PRENTICE, 1986), es debido a múltiples factores. Uno de ellos, quizás en algunos casos el más importante, es el clima. Algunos autores para la determinación de condiciones ambientales del pasado se han basado de forma actualística en floras actuales, considerando a ciertos taxones como sus indicadores. Sin embargo, las inferencias paleoclimáticas deducidas a partir de floras fósiles tienen que estar basadas en las indicaciones de la asociación completa, no a partir de uno o dos taxones relicticos que persisten en áreas de clima favorable (AXELROD, 1984). La consideración de estos taxones tal y como viven actualmente puede llevar a la interpretación errónea de las condiciones ambientales de la zona, éste es el caso del género *Glyptostrobus* que en la actualidad habita en bosques paratropicales del Este de Asia, y que durante el Terciario se extendió por zonas templadas; o, de géneros como *Platanus*, *Liquidambar* y *Liriodendron* que en la actualidad viven en formaciones planifolias y durante el Neógeno fueron típicos de bosques de coníferas (MEYEN, 1987).

En algunas ocasiones, el hallar un tipo de vegetación en un área determinada parece estar relacionado con problemas paleobiogeográficos. Por ejemplo, éste es el caso de los bosques mixtos que se desarrollan actualmente en las latitudes medias de Europa. Según WOLFE (1979), en estas zona debían existir formaciones de coníferas en donde se integrarían géneros como *Tsuga* y distintas Cupressaceae, aunque estos taxones se extinguieron durante

las glaciaciones cuaternarias.

Todos los géneros que se han descrito en esta Tesis Doctoral, tienen representantes en la flora actual. Sin embargo, no podemos tener la certeza de interpretar que tuvieron los mismos requerimientos ecológicos que sus afines actuales, como hemos apuntado, lo que añade un grado más de dificultad en la interpretación de los ecosistemas de la Cerdaña.

En esta memoria se ha hecho hincapié en la investigación paleoecológica en dos campos: 1) el estudio y evolución paleoclimática de la zona, y 2) inferencia de los ecosistemas que se pudieron desarrollar en la zona durante el Mioceno Superior.

Para el desarrollo de estos dos puntos, y ya que se abordan tanto aspectos macro como micropaleontológicos, hemos considerado por un lado la microflora y por otro la macroflora:

6.2- Microflora: estudios sobre la distribución de los palinomorfos realizados por PRENTICE (1986), indicaban que la mayoría del polen de una muestra, recogida en una cuenca de talla moderada (5-100 Ha), como es la de la Cerdaña, proviene de un radio de 20 m-20 km; y que el período de tiempo representado por una muestra es usualmente de 5-50 años.

Es decir, en los estudios de microflora llevados a cabo por nosotros, la mayoría de los taxones determinados debieron habitar en las inmediaciones de la zona de fosilización, y la muestras procesadas no deben representar un tiempo muy largo desde un punto de vista geológico. En la interpretación de los resultados obtenidos hay que tenerlo en cuenta, pero además deberemos considerar:

6.2.1- Tipos ecológicos del polen: los palinomorfos que hemos estudiado en este trabajo se pueden englobar en tres tipos fundamentales: anemófilos, zoófilos e hidrófilos, ya definidos en el capítulo de Tafonomía. Las plantas de polinización anemófila producen mayor cantidad de granos de polen que los otros dos grupos. Así, en los bosques del Hemisferio Norte, la productividad polínica media de los árboles anemófilos es de 10.000 granos por antera, mientras que en las especies zoófilas es de 100-1.000 granos (KRASILOV, 1975). Este mismo autor expuso que una rama de 10 años de un haya produce al rededor de 28×10^6 granos anualmente; un abedul, un abeto y un roble más de 100×10^6 y un pino 350×10^6 .

La productividad depende también de la periodicidad de la floración. Existen géneros

que florecen todos los años como *Alnus* y *Betula*, y otros que lo hacen bianualmente, como *Picea*, *Fraxinus*, *Fagus* y *Quercus* (FAEGRI & IVERSEN, 1989).

Además, la productividad polínica está afectada por otros factores como son: la densidad de la cubierta vegetal, los efectos del clima sobre las floración (ROURE & BELMONTE, 1988), la periodicidad de la floración, las enfermedades, los parásitos, etc.

Todo esto hay que ponderarlo al hacer un análisis polínico, en principio, porque las plantas anemófilas estarán mejor representados en nuestra muestras que las zoófilas, y, sin embargo, serán estas últimas las que nos darán mayor información sobre el medio ya que no provienen de lugares muy alejados.

En cuanto al polen de las plantas que presentan hidrofília, debemos tener en cuenta que en muchos casos no se van a encontrar debido a su labilidad. Esto explicaría su escasez en muchas de las muestras. Entre los géneros escasamente hallados debemos mencionar: *Ceratophyllum*, *Zostera* L. y *Zannichellia* L. (FAEGRI & IVERSEN, 1989).

6.2.2- Hábito: el tipo de vegetación que existía en una zona se infiere a partir de los porcentajes hallados de granos de plantas arbóreas (AP) y no arbóreas (NAP).

En los diagramas polínicos incluidos en esta memoria se reúnen todos los taxones de tipo fanerófito (aunque sean nanofanerófitos) en AP, y los caméfitos junto con los demás tipos herbáceos en NAP.

Usualmente, en nuestras muestras el porcentaje de AP es superior al de NAP. La razón suele ser porque los granos de polen arbóreos tienen mayor facilidad para ser arrastrados por los vientos a la zona de fosilización, como ya ha sido explicado en el capítulo anterior. Según FAEGRI & IVERSEN (1989), la interpretación de los diagramas en donde los NAP son preponderantes tiene mayor complicación que la de los AP, y demanda un mayor conocimiento botánico, ya que los NAP tienen una mayor utilidad para la comprensión de las condiciones locales de la zona en estudio.

Los autores anteriormente mencionados indicaron que cuando el porcentaje de NAP es del 10%, el área en estudio estaba poblada por bosques. Sin embargo, si el NAP es del 50% o superior, las formaciones herbáceas tenían predominancia.

Según SALAS (in press.), la relación AP/NAP refleja unas condiciones climáticas definidas, y en consecuencia, las variaciones en esa relación denotan modificaciones puntuales en el clima.

6.2.3- Hábitat: ya habíamos comentado en el capítulo dedicado a la Tafonomía

que en los afloramientos de la Cerdaña se encuentran elementos démicos y autóctonos, que se corresponden con los taxones acuáticos; elementos démicos y aloctonos, entre los cuales estarían las plantas ripícolas; y elementos adémicos y alóctonos, entre los que se encontrarían las plantas que habitaron en las zonas emergidas de la cuenca (plantas terrícolas) y los que nunca existieron en ésta.

Entre el componente adémico habría que reseñar todo un conjunto de taxones que habitaron en los "lowlands" definidos por PFEFFERKORN (1980), que necesitaron un grado más o menos elevado de precipitaciones durante el año, pero que no encontraron ligados a los medios acuáticos, por ejemplo: *Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Acer*, etc... También debemos señalar la existencia de comunidades vegetales en los "uplands", que rodeaban la cuenca de la Cerdaña, por ejemplo, la Sierra del Cadí que ya se encontraba elevada. En estas comunidades seguramente se hallaban elementos como ciertas Taxodiaceae del tipo *Sequoia*, que posiblemente no existían en las inmediaciones de la cuenca lacustre y que aparecen de forma muy puntual en los afloramientos estudiados. Seguramente es debido a la poca probabilidad que presentan estas plantas de tierras altas de aparecer en las cuencas sedimentarias.

Finalmente, entre el componente adémico se han encontrado de forma puntual un conjunto de géneros como *Sciadopitys* y *Liquidambar*, que deben proceder de zonas lejanas en donde se desarrollaba una vegetación de tipo subtropical húmeda .

Esta distribución según el hábitat es puramente hipotética, ya que la hemos realizado tras comparar de una forma actualística los taxones encontrados por nosotros con sus representantes actuales, y como hemos indicado anteriormente, es posible que varios de ellos no tuvieran los mismo requerimientos ecológicos. Por otra parte, en los gráficos que expondremos en los siguientes apartados se contabilizan juntos todos los taxones adémicos y alóctonos, pues la escasez del registro de los que vivieron en lugares alejados no modifica los porcentajes calculados si estos se consideran en el total.

6.2.4) Diversidad: o medida del número de especies y su relativa abundancia en una comunidad. La descripción cuantitativa de la comunidad biológica concretada en un instante de tiempo, tiene la forma de una serie de censos referentes a distintas especies. El estudio de estos pone enseguida de manifiesto regularidades en las relaciones entre los números de las distintas especies, que constituyen un valioso elemento descriptivo de la

comunidad biológica general (MARGALEF, 1986).

Según BEERBOWER & JORDAN (1969), la diversidad es una medida de los procesos que operan en un sistema ecológico, refleja la productividad interna y la estabilidad así como las condiciones de estrés y heterogeneidades. En el caso de los datos paleontológicos, refleja también los factores que intervienen en la realización del muestreo, así como los mecanismos de alteración tafonómica que han actuado sobre las asociaciones.

Centrándonos en el caso de los estudios paleopolínicos, hemos considerado, aún con sus limitaciones, como una comunidad a cada asociación de microfósiles obtenida. Hay que señalar que los resultados son meramente indicativos ya que existe la siguiente problemática que se debe tener en consideración:

- Como hemos dicho en el capítulo de Tafonomía, al tratarse de microfósiles no representan la totalidad de la comunidad viviente.

- No estudiamos individuos completos sino semaforontes, y un sólo individuo puede producir miles de millones de estos en una misma temporada.

- En los estudios palinológicos, aunque con cierta reticencia, se otorga a todas las especies la relación 1:1 entre porcentajes de polen hallado y la cantidad de unidades del género que representan (SALAS, in press.), siendo esto totalmente erróneo, pues ya hemos comentado que existen taxones que producen un elevado número de granos de polen, y, además hay diferentes tipos de dispersión que ocasionan sobrerrepresentaciones en las muestras estudiadas.

- Al trabajar con estos microfósiles, es muy difícil la identificación a nivel específico (RIVAS CARBALLO, 1991). Particularmente, en esta Tesis los taxones se han determinado a nivel de género y familia.

- Existe una destrucción selectiva de los granos de algunos grupos no resistentes a los procesos de fosilización, por ejemplo, las lauráceas.

Después de tener en cuenta todos estos puntos que influyen negativamente en la inferencia de los aspectos biológicos, llegamos a la conclusión de que el análisis de la diversidad en nuestras muestras va a reflejar fundamentalmente aspectos de tipo tafonómico.

Para estimar la diversidad de una comunidad se utiliza un conjunto de índices, es decir, expresiones matemáticas que relacionan el número de especies y el de individuos de cada una presentes en una asociación.

MAGURRAN (1991), agrupaba en tres categorías principales las medidas de

diversidad de especies:

1- Índices de riqueza de especies: estos son esencialmente una medida del número de especies en una unidad de muestra definida.

2- Modelos de abundancia de especies, que describen la distribución de éstas.

3- Índices basados sobre la abundancia proporcional de especies.

En general, se puede decir que las especies y su abundancia se distribuyen de una forma logonormal (MARGALEF, 1986). Como índices de diversidad podría entonces servir cualquier función monótona que tenga un valor mínimo cuando todos los elementos pertenecen a la misma clase -todos los individuos a una misma especie-, y un máximo cuando cada elemento pertenece a una clase distinta. Además, deberían reunir ciertas condiciones como son: ser poco sensibles a la extensión de la muestra, y ser invariables a cierto número de operaciones de selección realizadas en ella. Dichas operaciones pueden consistir en una extracción al azar; pero también en selecciones no tan aleatorias, como las representadas por el uso de determinadas técnicas de muestreo o la elección de determinados grupos taxonómicos (MARGALEF, 1986).

En todos los afloramientos donde se ha obtenido un número representativo de palinomorfos se han calculado los valores de diversidad. El mismo cálculo se ha realizado con los macrorrestos cuando superaban, en un afloramiento el número de 100. La diversidad en este último caso no parece representativa en comparación con los palinomorfos debido a que el número de ejemplares es mucho más pequeño.

Existen gran cantidad de índices para calcular la diversidad que PEET (fide MAGURRAN, 1991), dividió en dos tipos diferentes para medidas de heterogeneidad: tipos 1 y 2.

Los índices de tipo 1 se relacionan con riqueza de especies y los de tipo 2 con la abundancia de las especies más comunes, es decir, con la dominancia.

Para estudiar la "diversidad" de nuestra asociaciones hemos utilizado dos tipos diferentes de medidas y dos índices: Shannon y Simpson. Desde un punto de vista clasificatorio podríamos incluir en el primer tipo de medidas de Magurran al índice de Shannon que corresponderían con el tipo 1 de índices de Peet. Por su parte el índice de Simpson debe ser incluido en el tercer grupo de medidas de Magurran y en el segundo de Peet.

Finalmente se ha calculado la Equitabilidad de las asociaciones encontradas.

-Índice de Shannon: mide la diversidad en términos de riqueza de especies, su capacidad discriminatoria es moderada y la complejidad de cálculo intermedia (MAGURRAN, 1991). Es un índice muy usado y del cual MARGALEF (1986) comentó que tiene muchas ventajas y que es particularmente apropiado para el estudio de la vegetación en términos de dominancia (cobertura según Margalef). Se calcula mediante la aplicación de la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=0}^S p_i \ln p_i$$

dónde,

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = n° de ejemplares por especie

S = n° de especies

N = n° total de ejemplares

En una muestra el verdadero valor de p es desconocido pero se puede estimar como n_i/N (la misma probabilidad estimada). El uso de n_i/N como una estimación de p_i produce un resultado sesgado y el índice debería ser obtenido desde la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=0}^S p_i \ln p_i - \frac{S-1}{N} + \frac{1 - \sum_{i=0}^{S-1} \frac{p_i}{i}}{12N^2} + \frac{\sum_{i=0}^{S-1} \frac{p_i - p_i^2}{i}}{12N^3}$$

En la práctica, usando esta fórmula, el error es raramente significativo, y todos los términos en la serie después del segundo tienen un índice muy pequeño (MAGURRAN, 1991).

Si analizamos ecosistemas actuales, el valor del índice de diversidad de Shannon está en el intervalo entre 1,5 y 3,5, y raramente sobrepasa los 4,5 (MAGURRAN, 1991). Sin embargo, BEERBOWER & JORDAN (1969), consideraban para el registro fósil una

diversidad baja cuando el índice de Shannon es menor de 0,6, una diversidad moderada cuando el valor del índice se encuentra entre 0,6 y 1,0 y una diversidad alta cuando el índice supera el valor 1,0.

- **Índice de Simpson:** da la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una comunidad infinitamente grande pertenezcan a diferentes especies, su capacidad discriminatoria es moderada, su sensibilidad al tamaño de la muestra es baja y su cálculo de complejidad intermedia (MAGURRAN, 1991). Incorpora información sobre la abundancia proporcional de especies (PIELOU, 1977), y es uno de los índices mejor conocidos y utilizados para medidas de dominancia. Se formula de la siguiente manera:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{donde,} \quad p_i = n_i/N$$

n_i = n° de ejemplares de una determinada especie

S = n° total de especies

N = n° total de ejemplares

Para calcular el índice en una comunidad finita se utiliza la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Si λ incrementa, la diversidad decrece y el índice de Simpson está usualmente expresado como $1-\lambda$ cuando se utiliza como índice de diversidad. En este trabajo, se ha empleado como $1-\lambda$.

- **Equitabilidad:** ninguna comunidad está formada por especies en igual abundancia. El concepto de equitabilidad trata de explicar cómo son las especies de abundantes. Así, existirá una alta equitabilidad si las especies tienen una abundancia igual o similar. La diversidad máxima ($H_{\max}$) que se podría encontrar sería la de una comunidad en que todas sus especies integrantes son igualmente abundantes, o expresado en otros términos:

$$H' = H_{\max} = \ln S$$

siendo:

H' = diversidad de Shannon

S = n° total de especies

La división entre la diversidad observada y el máximo de diversidad es la medida de la equitabilidad.

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

De lo que se deduce que el valor 1 se adquiere cuando cada especie posee idéntico o similar número de individuos que las demás especies presentes, y toma valor mínimo cuando existe dominancia de una o varias sobre las otras.

Como en el caso del índice de Shannon, esta medida de equitabilidad asume que todas las especies están estimadas en la muestra (MAGURRAN, 1991).

6.5.5- Información climática: la vegetación es un sistema dinámico que está continuamente respondiendo a variaciones en sus parámetros causados directa o indirectamente por cambios climáticos (PRENTICE, 1986). Por esta razón, como expusieron RAUP & STANLEY (1978), las plantas son excelentes indicadores del clima.

Para realizar una interpretación paleoclimática a partir de los palinomorfos determinados hemos tratado de distribuirlos según sus requerimientos térmicos. En este sentido los vegetales fueron divididos por VAN STEENIS (1962) en: **microtérminos**, vegetales que habitan zonas con climas templados y fríos, **mesotérminos**, los que viven en regiones cálido/templadas o subtropicales, y **megatérminos**, los que existen en zonas tropicales.

BESSEDIK (1985), adopta y modifica estos tres grupos considerando microtérminos a aquellos vegetales que únicamente habitan climas fríos, pasando a ser mesotérminos los vegetales que viven en zonas templadas. Además, estima otros dos grupos: los **mega/mesotérminos**, donde se incluirían aquellos vegetales que habitan zonas subtropicales y tropicales con clima seco; y los **meso/microtérminos**, aquellos que viven en climas templados, pero que soportan condiciones frías durante ciertas estaciones del año. Además, BESSEDIK (1985), hablaba de un conjunto de taxones que son difíciles de englobar en uno

u otro tipo, y que incluye dentro de una categoría "**plurirregional**".

Como hemos indicado en la introducción de este capítulo, quizás es aventurado realizar una comparación entre los requerimientos ecológicos de un taxón actual y uno fósil, aunque pueda tratarse de dos taxones muy cercanos desde un punto de vista filogenético. DE RENZI (1978), expone que el referir todo un estudio paleoecológico a la ecología de los organismos actuales, cuyos representantes fósiles objeto de estudio se considerarían sus antepasados, transfiriéndola a estos últimos, puede ser poco válido aunque podría servir de guía a lo largo del Terciario. Teniendo en cuenta esta apreciación y al no poseer otros datos que los actualísticos para poder llegar a inferir requerimientos paleoclimatológicos, consideramos acertado seguir el planteamiento utilizado por BESSEDIK (1985).

En esta tesis se han reconocido más de 100 taxones a partir de palinomorfos, los cuales se han tratado de repartir dentro de estos seis grupos. No obstante, el establecimiento de estos tiene el inconveniente de no tomar en consideración el factor de proximidad a los cursos de agua, y que algunos de los géneros que son microtérminos, como por ejemplo *Betula*, pueden habitar zonas más templadas siguiendo cursos fluviales.

A continuación exponemos el listado de géneros y familias en los grupos térmicos anteriormente descritos:

- **Megatérminos:** Sapotaceae.

- **Mega/mesotérminos:** cf. Cycadaceae, *Celtis*, Sapotaceae, *Acacia*, *Nyssa*, *Ligustrum*, *Olea*, Arecaceae.

- **Mesotérminos:** tipo *Sequoia*, tipo *Taxodium*, *Sciadopitys*, *Cathaya*, *Cedrus*, *Ephedra*, Berberidaceae, *Platanus*, *Liquidambar*, *Parrotia*, *Ulmus-Zelkova*, *Carya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Quercus* tipo *ilex-coccifera*, *Cistus*, *Helianthemum*, Cistaceae, Clethraceae-Cyrillaceae, Thymelaeaceae, *Elaeagnus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Echium*, *Phlomis*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Viburnum*, *Lonicera*, Liliaceae.

- **Meso/microtérminos:** *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, Berberidaceae, *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Polygonum*, *Tilia*, *Salix*, aff. *Robinia*, *Cornus*, *Linum*, *Acer*, *Geranium*, *Hedera*, *Convolvulus*, *Echium*, *Fraxinus*, *Sambucus*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Typha*, Sparganiaceae-Typhaceae.

- **Microtérminos:** *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Alnus*, *Betula*, *Frangula*, Primulaceae.

- **Pluri-regionales:** Cupressaceae, *Pinus*, Nymphaeaceae, Ranunculus,

Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Droseraceae, Ericaceae, cf. Rosaceae, Fabaceae, *Myriophyllum*, *Trapa*, *Epilobium*, Viscaceae, *Euphorbia*, Apiaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Asteraceae liguliflorae, Asteraceae tubuliflorae, *Potamogeton*, Cyperaceae, Poaceae.

El conjunto de las esporas podría considerarse dentro del grupo de los elementos pluri-regionales, aunque algunas de las determinadas como *Leiotriletes*, quizás pudieran relacionarse con helechos megatérmicos como *Lygodium*.

Este listado es cuestionable, ya que por un lado se han comparado los taxones del Mioceno Superior ceretano con los géneros actuales correspondientes cuyos requerimientos térmicos podrían haber sido bastante diferentes, y por otro, a muchos de los taxones citados se les puede encontrar en lugares con condiciones térmicas muy diferentes. Sin embargo, aunque todo esto pudiera ser en parte modificado, podemos observar que la mayoría de los taxones determinados se reparten entre los mesotérmicos y los meso/microtérmicos.

6.2.6- Correlación: mediante la correlación se intenta establecer y estimar la asociación (interdependencia) entre dos variables (SOKAL & ROHLF, 1979). Para realizar esto se llevan a cabo análisis multivariantes. En esta memoria hemos aplicado este tipo de análisis, correlacionando número de taxones y cantidad de ejemplares de cada taxón por muestra analizada.

Los análisis multivariantes se aplican de una forma habitual en Paleoecología y Paleobiogeografía, pudiéndose considerar dos grandes grupos (SPICER & HILL, 1979; SHI, 1993): clasificación y ordenación.

Nosotros hemos utilizado un coeficiente de correlación desde el punto de vista de la clasificación, es decir no toma los datos numéricos como tales, sino que los clasifica según su tamaño, importancia, etc. Se trata del coeficiente de Spearman, el cual es útil en Paleoecología aplicada a estudios paleobotánicos ya que tiene en cuenta las distorsiones de los datos obtenidos producidas por los procesos tafonómicos (KOVACH, 1989), y utiliza en su formulación la diferencia resultante entre los valores ordenados de las variables a correlacionar ya mencionadas (SPIEGEL, 1991).

El coeficiente de correlación de Spearman se calcula por la aplicación de la fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

donde:

D = diferencia de los valores ordenados.

N = n° de taxones.

Este coeficiente ha sido usado en un buen número de reconstrucciones paleoecológicas a partir de floras fósiles, siendo apropiado cuando la exactitud de los rangos a causa de problemas tafonómicos, no es muy cierta (KOVACH, 1989).

Las matrices construidas para realizar este tipo de análisis son del denominado modelo Q (Q-mode). De esta forma, las muestras están relacionadas con cada una de las otras sobre la base de sus atributos (taxones) (HAZEL, 1970).

6.3- Macroflora: a diferencia de la Palinología, al estudiar la macroflora debemos considerar un acotamiento mayor en lo referente a la distancia en donde se desarrollaban las plantas productoras. Según SPICER (1989b), si nuestro estudio se centra en una filocenosis, los restos foliares que la componen debieron crecer en un perímetro de 50 m alrededor de un cuerpo de agua.

Particularmente, deberemos tener en cuenta que algunos de los taxones registrados se detectan solo en base a macrorrestos, éste es el caso de la familia Lauraceae, la cual, por su parte, presenta una gran importancia paleoecológica.

Por otra parte, desde un punto de vista taxonómico, a partir de macrorrestos se puede llegar a una identificación a nivel de especie, mientras que el estudio de los palinomorfos únicamente nos permite una determinación a nivel genérico o de familia.

Como en el caso de los microrrestos, para la correcta interpretación de los datos obtenidos deberemos de considerar una serie de aspectos que pasamos a detallar a continuación:

6.3.1- Tipos fisonómicos: el clima ejerce una gran influencia en la distribución de las plantas sobre el globo. Así, la riqueza de especies vegetales en un lugar determinado varía con la temperatura y las precipitaciones (TALLIS, 1991).

Con el motivo de deducir temperaturas a partir de floras terciarias, AXELROD &

BAILEY (1969) propusieron un plan de trabajo que consiste en: a) recoger una muestra adecuada, b) estudiar la abundancia en especies, c) identificar las plantas fósiles en función de sus más cercanos duplicados (refiriéndose a restos fósiles hallados en otros lugares), d) tabular sus caracteres foliares y dibujar un espectro a partir de estos datos, y e) analizar comunidades modernas similares a la muestra estudiada en términos de relación planta-clima.

Nosotros en este apartado, nos vamos a centrar en los dos últimos puntos.

Uno de los aspectos más importantes que podemos inferir a partir de una flora fósil es si el clima era o no estacional. Esto se puede llegar a reconocer si podemos deducir el porcentaje de taxones decíduos y perennifolios que aparecen en nuestras muestras.

Aunque la pérdida de hojas puede ser debida a problemas como: mecanismos para impedir la predación, bajos niveles lumínicos, carencia de nutrientes en el medio y metabolismos de las toxinas que producen los mismos vegetales (SPICER, 1989a), lo más usual es que en climas estacionales se desarrolle un proceso de abscisión en algunos vegetales como respuesta a las inclemencias climáticas y estrés hídrico. SPICER (1989a) explica que la abscisión protege fundamentalmente a las plantas durante los períodos secos o fríos.

Centrándonos en el problema específico del Vallesiense de la Cerdaña y teniendo en cuenta únicamente al componente arbóreo, sin considerar taxones como *Quercus drymeja* y *Myrica lignitum*, de los que no es posible decir si eran o no decíduos, hemos realizado el porcentaje de perennifolios y caducifolios que hemos detectado a partir del conjunto global de taxones inferidos por los macrorrestos. Como resultado, el 63,63% eran caducifolios frente a un 36,37% perennifolios.

Si comparamos con taxones actuales filogenéticamente relacionados con los ceretanos, podemos deducir que los caducifolios debían perder sus hojas en un período otoñal semejante al que existe en la actualidad en el Hemisferio Norte. Luego, parte de las plantas fósiles estudiadas en este trabajo sufrían abscisión como protección contra períodos fríos invernales, y no para soportar períodos secos con estrés hídrico.

Un método tradicional de reconstrucción paleoclimática para floras fósiles es intentar encontrar una asociación supuestamente homóloga a otra actual (punto "e" del plan de trabajo propuesto por AXELROD & BAILEY, 1969). Normalmente para esto a algunos taxones se les da más peso que a otros, emparentando así asociaciones fósiles con actuales. Sin embargo, esto es un error porque ninguna asociación terciaria puede ser exactamente comparada con una viviente (WOLFE, 1981). Por lo tanto, como decía este autor, "asignar parámetros de

temperaturas a una asociación fósil usando la distribución climática presente podría ser cuestionable".

Consideramos que la mejor metodología para determinar paleoclimas a partir de una asociación de plantas fósiles es la sugerida por BAILEY & SINNOT (1915, 1916) y RAUNKIAER (1934). Estos autores intentaban encontrar fisonomías características a partir del follaje, y, posteriormente, correlacionarlas con parámetros climáticos.

Según WOLFE (1981), la fisonomía de las plantas representa la respuesta adaptativa de éstas a su medio, y, por esta razón, los análisis fisonómicos de las asociaciones de hojas fósiles, ofrecen la forma más directa de estimar paleoclimas. La fisonomía foliar es un reflejo directo de la vegetación, y, por lo tanto del clima. Así, en el estudio de paleoclimas a partir de restos foliares fósiles, las inferencias basadas a partir de los requerimientos térmicos de los taxones existentes son evitadas (WOLFE, 1971). Este último autor va mucho más lejos al afirmar que "el tipo de vegetación se distingue a causa de sus características fisonómicas y no por su composición taxonómica".

Fundamentalmente, para analizar una flora desde un punto de vista fisonómico se han tenido en consideración dos aspectos: tipo de margen y tamaño foliar:

- **Tipo de margen:** el estudio fisonómico a partir del tipo de margen foliar fue esbozado por BAILEY & SINNOT (1915, 1916). Estos autores exponen que entre los árboles y arbustos de medios tropicales y subtropicales, el número de especies de angiospermas con márgenes enteros es predominante; siendo numéricamente superior a las angiospermas con hojas y folíolos de margen no entero en climas fríos y templados (como hojas de margen no entero estos autores consideran todas las variaciones de hojas y folíolos aserrado, además de las hojas lobuladas e incisas).

Esta premisa ha sido cuestionada por varios autores, ya que por una parte sólo parece cumplirse en el Hemisferio Norte, pues en el Hemisferio Sur, en climas frescos y fríos, es más alto el número de angiospermas con márgenes foliares enteros (AXELROD & BAILEY, 1969). Por otra parte, investigadores como DOLPH (1978, 1979), demostraron que actualmente en bosques tropicales de Costa Rica, la variación en el porcentaje de especies de angiospermas con hojas de márgenes enteros no está ni continua, ni estrechamente correlacionada con las variables climáticas. Luego en esta zona, la teoría desarrollada por BAILEY & SINNOT (1915, 1916), no parece que pueda llegar a sustentarse. No obstante, Dolph reconocía que debería continuar con sus investigaciones.

A pesar de todas las críticas vertidas, WOLFE (1978) y SPICER (1989a) aseveraban que estudiando el tipo de margen foliar de los componentes de una flora podemos llegar a inferir la temperatura media anual. Según SPICER (1989a), un incremento de un 3% en especies con hojas de margen entero, se correlaciona con un incremento de 1°C en la temperatura media anual; y un porcentaje de especies con margen entero de alrededor de un 60%, es característico de una isoterma de 20°C.

Por último, WOLFE (1971), decía que para que los datos sobre paleotemperaturas puedan ser inferidos estadísticamente a partir de las características del margen foliar, deberíamos estudiar una asociación tafonómica de 30 o más especies.

- **Tamaño foliar:** los trabajos que se realizaban en la primera mitad de nuestro siglo sobre los tipos de vegetación llevaron a RAUNKIAER (1934) a describir 5 tipos foliares basados en superficies, que podían relacionarse con el clima.

Más adelante se demostró que una reducción de la humedad relativa del ambiente en un 58-50% en combinación con una gran variación en la temperatura producía hojas pequeñas en *Pisum sativum* L. Luego, según FERGUSON (1971), parece que el tamaño de la hoja puede correlacionarse con efectos de las temperaturas.

Además, SPICER (1981a), explicaba que hojas de gran tamaño con gran superficie sugieren ausencia de limitaciones de agua durante la estación de crecimiento; y todo lo contrario acerca de las hojas con superficie muy pequeña (hay que hacer notar que la sequía que sufren las plantas puede ser debida tanto a condiciones climáticas como fisiológicas).

Los cinco tipos foliares de RAUNKIAER (1934), resultaban de multiplicar consecutivamente por 9 de una forma exponencial una hoja pequeña de unos 25 mm² de superficie. De esta forma se definieron siguientes tipos:

- Leptófilos: $\approx 25 \text{ mm}^2$.
- Nanófilos: $25\text{-}225 \text{ mm}^2$.
- Micrófilos: $225\text{-}2.025 \text{ mm}^2$.
- Mesófilos: $2.025\text{-}18.225 \text{ mm}^2$.
- Megáfilos: $18.225\text{-}164.025 \text{ mm}^2$.

En 1959, WEBB tras estudiar de una forma fisonómica los ecosistemas boscosos de Australia, creía conveniente crear un nuevo tipo foliar dividiendo las hojas mesófilas en dos grupos:

- notófilas, que presentarían una superficie de $2.025\text{-}7,6 \text{ mm}^2$.

- mesófilas propiamente dichas, con 7,6-18.225 mm².

La ordenación de las hojas según sus tallas se correlaciona con la media anual de precipitaciones. Éste es un dato muy importante a tener en cuenta en el estudio de distintos ecosistemas vegetales. Por esto se han realizado numerosos trabajos sobre el tema tanto desde un punto de vista paleobotánico (FERGUSON, 1971; WOLFE, 1978; FERNÁNDEZ MARRÓN, 1973b; ÁLVAREZ RAMIS, 1983; CRISTOPHEL & GREENWOOD, 1989, entre otros) como neobotánico (WEBB, 1959, 1968; DOLPH, 1978; DOLPH & DILCHER, 1980).

Como conclusión al estudio fisonómico de la flora actual teniendo en cuenta el tipo de margen de la hoja y el tamaño foliar, AXELROD & BAILEY (1969), desarrollaron el siguiente esquema analizando únicamente al componente arbóreo de la vegetación mundial y sin considerar el régimen de precipitaciones:

Clima (categoría térmica)	Tipo de margen y talla foliar considerando taxones dominantes
Caluroso	hojas de grandes a muy grandes, con típicos márgenes enteros.
Cálido	hojas grandes, la mayoría con márgenes enteros.
Templado	hojas de tamaño medio, algunas con márgenes enteros, muchas con márgenes aserrados o lobulados.
Fresco	hojas pequeñas, típicamente aserradas en el Hemisferio Norte, pero mayormente enteras en el Hemisferio Sur.
Frío	dominan las hojas aciculares en el Hemisferio Norte, la mayoría de las angiospermas presentan hojas muy pequeñas, a menudo aserradas, aunque algunas tienen hojas enteras. En el Hemisferio Sur aparecen muchas plantas con hojas pequeñas y márgenes enteros.
Muy frío	zona sin árboles.

Otros datos fisonómicos que han tenido en consideración algunos autores como FERGUSON (1971), WOLFE (1978) y BOYD (1994) son: la presencia de ápices muy

atenuados e hidatodos (propios de plantas tropicales, indican condiciones húmedas de sotobosque), porcentaje de hojas palmadas con base cordada (señalan condiciones de sotobosque húmedas, son propias de plantas lianoides), hojas lobuladas (propias de condiciones de sotobosque húmedas o sucesionales), presencia de nervios marginales (indicadores de climas tropicales o subtropicales), ápices emarginados o redondeados (típicos de condiciones cálidas), hojas estenófilas (propias de zonas secas o con heladas), hojas anchas perennifolias (sugieren condiciones húmedas y cálidas, pero pueden ser halladas con baja diversidad en condiciones templadas-frías y climas desérticos) y características generales de la nerviación (hojas rectipinnadas y palmadas son indicativas de climas templados).

Para terminar este apartado debemos apuntar que la fisonomía foliar de los depósitos fósiles no puede ser comparada directamente con la fisonomía de las plantas actuales (ROTH & DILCHER, 1978; WOLFE, 1978), ya que se deben tener en cuenta los factores tafonómicos que fueron descritos en el capítulo correspondiente. La información fisonómica de la vegetación nos ofrece una visión mucho más ajustada de las condiciones climáticas que existían en la zona de estudio que la división de los palinomorfos en grupos térmicos. No obstante debemos destacar que entre los macrorrestos hallados, del mismo modo que en el caso de los palinomorfos, son los taxones mesotérmicos (entre los que destacamos: *Glyptostrobus europaeus*, cf. *Ocotea* sp., *Persea princeps*, Lauraceae, Hamamelidaceae, *Zelkova zelkovaefolia*, Juglandaceae, *Myrica lignitum*, *Myrica marginalis*, *Quercus drymeja*, *Quercus mediterranea*, *Carpinus neilreichii*, *Ostrya* sp., *Buxus pliocenica*, *Acer integerrimum* y *Smilax hastata*) y los meso/microtérmicos (entre los que se encuentran: *Juniperus* sp., *Tsuga moenana*, *Ulmus* sp., *Fagus gussonii*, *Fagus pristina*, *Quercus hispanica*, *Carpinus grandis*, *Tilia vidali*, *Cornus* sp. y *Typha latissima*) los que aparecen mayormente representados.

Debemos destacar también la ausencia total de elementos megatérmicos y la poca cantidad de taxones mega/mesotérmicos hallada, entre los que destacamos *Caesalpinia* sp. y Arecaceae. Es posible que ningunos de los taxones colectados debiera considerarse microtermal. Finalmente se ha determinado un conjunto de taxones difíciles de englobar en cualquiera de estas categorías, como *Pinus* sp., *Alnus occidentalis*, *Betula insignis*, *Populus tremulaefolia*, *Salix lavateri*, *Trapa ceretana*, *Acer pyrenaicum*, *Acer pseudocampestre*, *Potamogeton orbiculare*, etc...

6.3.2- Hábito: al igual de lo que ocurre con los palinomorfos, el componente macroflorístico que aparece mayoritariamente representado en un afloramientos siempre es

el arbóreo, estando restringido el herbáceo a taxones acuáticos o ribereños. Esto se debe a los efectos del transporte que ya han sido comentados en el capítulo de Tafonomía.

6.3.3- Hábitat: al igual que lo explicado en el caso de los palinomorfos, entre la macroflora encontramos elementos démicos y autóctonos, que se corresponderían con los taxones acuáticos; démicos y alóctonos, entre los cuales se encontrarían los ribereños; y adémicos y alóctonos, que estarían fundamentalmente representados por los taxones que habitaron en zonas donde la influencia lacustre y fluvial no era tan acusada. La inmensa mayoría de los restos estudiados proceden de plantas que habitaban en los "lowlands", según la nomenclatura propuesta por PFEFFERKORN (1980).

Se ha apuntado anteriormente que para que queden fosilizadas las hojas de un árbol, éstas deben crecer en un perímetro de 50 m de anchura alrededor de un cuerpo de agua (SPICER, 1989b). Por esta razón, será muy difícil hallar restos de taxones que se desarrollaron en los "uplands". En esto el estudio de los macrorrestos se diferencia del de los granos de polen. También debemos resaltar que entre los palinomorfos encontramos taxones exóticos que se desarrollaron en zonas alejadas geográficamente del lugar de estudio, como por ejemplo *Liquidambar*. Debido a un problema de limitación de la capacidad del transporte de los macrorrestos los elementos exóticos no están representados en la Cerdaña a partir de este tipo de fósiles.

6.3.4- Abundancias: en el sentido paleontológico de mayor representatividad de un taxón en un afloramiento, aunque la mayor presencia de éste no indique que fuera dominante en el sentido ecológico, pudiendo ser debido a un problema tafonómico. CHANEY (1959) clasificaba a todas las especies encontradas como: abundantes (>6,66%), comunes (0,45-6,66%), casuales (0,09-0,44%) y raras (<0,09%).

KRASILOV (1975), propuso un método para comparar la frecuencia de aparición de un taxón en diferentes yacimientos y el conjunto de la flora fósil de una región. Para esto halla en primer lugar la frecuencia de cada especie (o género) en un afloramiento determinado a partir de la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{N_a \times 100}{N}$$

En donde N_a es el número de especímenes colectados de la especie "a" en un determinado afloramiento, y N, el número total de ejemplares.

Después de hallar las frecuencias de cada taxón en cada afloramiento, deberemos hallar la media de frecuencias para cada taxón (F_{ax}), y la desviación, que se obtiene restando de la frecuencia máxima de cada especie la correspondiente frecuencia media ($F_{a\text{máx.}} - F_{ax}$). Estos cálculos según KRASILOV (1975), nos hacen inferir los taxones probablemente dominantes.

El método descrito se ha utilizado en el estudio de floras mesozoicas, por ejemplo, la del Jurásico de Kamenka (Rusia); y hasta el momento no se ha usado en estudios terciarios. Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos deben tomarse con prudencia y tienen que ser ponderados con los datos tafonómicos que podamos haber inferido en cada afloramiento.

ABRIR CAPÍTULO 7

