

Guía de Campo

XXVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología

Sabadell, 5 - 8 de Octubre de 2011



Institut Català de Paleontologia
Miquel Crusafont

PALEONTOLOGIA I EVOLUCIÓ, MEMÒRIA ESPECIAL 6

GUÍA DE CAMPO

**XXVII JORNADAS DE LA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA**

Sabadell, 5-8 de Octubre de 2011



EDITORES

Miriam Pérez de los Ríos
Judit Marigó
Raef Minwer-Barakat
Arnau Bolet
Daniel DeMiguel

© dels textos i les imatges, els respectius autors, 2011

Edita

Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Sabadell.

Disseny i maquetació

R. Maria Pérez i Pereira

Marta Palmero

Il·lustració de portada

Aflorament de les fàcies del "Garumniense" a la localitat de Mina Tumí (Sinclinal de Vallcebre, Barcelona). Fotografia cortesia de Josep Marmi.

ISBN: 978-84-615-3110-3

Dipòsit Legal: B-31707-2011

Impressió: Gràfica Masana

GUÍA DE CAMPO

XXVII JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA

Sabadell, 5-8 de Octubre de 2011

Institución organizadora



Entidades colaboradoras

Sociedad Española de Paleontología (SEP)
Universitat de Barcelona (UB)
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Coordinación de Excursiones

David M. Alba (ICP)
Isaac Casanovas-Vilar (ICP)
Àngel Galobart (ICP)
Jordi Martinell (UB)
Oriol Oms (UAB)
Bernat Vila (ICP)

Patrocinadores



ÍNDICE

LA TRANSICIÓN CRETÁCICO-TERCIARIO EN EL SUR DE LOS PIRINEOS

I. LOS SEDIMENTOS CONTINENTALES DE LA TRANSICIÓN CRETÁCICO-TERCIARIO EN EL SUR DE LOS PIRINEOS: OBSERVACIONES GENERALES Y DISTRIBUCIÓN Riera, V. , Oms, O. & Vicens, E.	3
II. PARADA 1. GEOLOGÍA Y REGISTRO PALEONTOLÓGICO DEL SINCLINAL DE VALLCEBRE Vila, B., Oms, O., Marmi, J., Galobart, À., Riera, V., Estrada, R. & Malchus, N.	11
III. PARADA 2. EL ÁREA DE NIDIFICACIÓN DE COLL DE NARGÓ Vila, B., Sellés, A. G. & Galobart, À.	27
IV. PARADA 3. EL ARRECIFE DE HIPURÍTIDOS DE L'ESPÀ (CAMPANIENSE, PIRINEOS) Vicens, E., Pons, J.M., Oms, O. & Riera, V.	35

EL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS

I. CONTEXTO GEOLÓGICO DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS de Gibert, J.M. & Casanovas-Vilar, I.	39
II. REGISTRO PALEONTOLÓGICO MARINO DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS Domènech, R., Martinell, J. & de Gibert, J.M.	47
III. REGISTRO PALEONTOLÓGICO CONTINENTAL DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Robles, J.M. & Moyà-Solà, S.	55
IV. PARADA 1. PANORÁMICA GENERAL DE LA CUENCA Y YACIMIENTO DE ELS CASOTS (SUBIRATS): UNA FAUNA DE VERTEBRADOS DEL ARAGONIENSE INFERIOR Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M. & Moyà-Solà, S.	81
V. PARADA 2. EL MIOCENO MEDIO MARINO (BURDIGALIENSE SUPERIOR – LANGHIENSE): EL ARRECIFE CORALINO DE SANT SADURNÍ D'ANOIA Domènech, R., Martinell, J. & de Gibert, J.M.	89
VI. PARADA 3. EL ARAGONIENSE SUPERIOR Y LA TRANSICIÓN CON EL VALLESIENSE: CAN MATA Y LA EXPOSICIÓN PALEONTOLÓGICA DE ELS HOSTALETES DE PIEROLA Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M. & Moyà-Solà, S.	95
VII. PARADA 4. EL VALLESIENSE INFERIOR Y SU TRANSICIÓN CON EL VALLESIENSE SUPERIOR: CAN LLOBATERES Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S. & Robles, J.M.	111



LA TRANSICIÓN CRETÁCICO-TERCIARIO EN EL SUR DE LOS PIRINEOS

LOS SEDIMENTOS CONTINENTALES DE LA TRANSICIÓN CRETÁCICO-TERCIARIO EN EL SUR DE LOS PIRINEOS: OBSERVACIONES GENERALES Y DISTRIBUCIÓN

Riera, V.¹, Oms, O.¹ & Vicens, E.¹

¹ Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Geologia, Bellaterra, 08193, España; VioletaLeila.riera@uab.cat, joseporiol.oms@uab.cat, enric.vicens@uab.cat

Los Pirineos son una cadena de plegamiento alpina formada en el límite entre las placas Europea e Ibérica. Su longitud es de más de 400 km desde el Océano Atlántico hasta el Mar Mediterráneo y su anchura media es de alrededor de unos 200 km. Este cinturón montañoso se halla constituido por un basamento Hercínico y una cobertera sedimentaria desarrollada en cuencas de antepaís desde el final del Cretácico hasta el Oligoceno (FIG. 1). Se han definido tres unidades principales dentro de los Pirineos, siendo de norte a sur: zona norpirenaica, zona axial y zona surpirenaica. A ambos lados del cinturón montañoso, se desarrollan dos cuencas de antepaís asociadas: la Cuenca de Aquitania al norte y la Cuenca del Ebro al sur.

En la Zona Surpirenaica se han reconocido dos tipos de unidades tectónicas, basándose en el tipo de fallas que albergan: unidades alóctonas (con desplazamiento de varias decenas de kilómetros) y unidades para-autóctonas. Los mantos de Montsec y Pedraforca son las unidades alóctonas más importantes y contienen las cuencas de tipo piggy-back de Tremp y Vallcebre, respectivamente. Entre las unidades para-autóctonas se encuentran las Sierras Marginales y las capas del Cadí, que bordean las cuencas de Àger y Ripoll respectivamente.

Los sedimentos continentales del Cretácico Superior-Paleoceno hallados en las cuencas del sur de los Pirineos son conocidos como Formación Tremp (Mey et al., 1968) o “Garumniense” (FIG. 2). El último término fue sugerido por Leymerie (1862) en Haute-Garonne (Francia) y es ampliamente utilizado en la geología de los Pirineos, a pesar de que su posición y edad, e incluso sus connotaciones litoestratigráficas y cronoestratigráficas han sido discutidas en numerosas ocasiones (ver Bataller, 1958; Gutiérrez & Robles, 1979). Basándose en el trabajo de Mey et al. (1968), muchos autores aceptan los términos “Garumniense” y Formación Tremp como sinónimos. Tiempo después, Cuevas (1992) elevó la categoría de la Formación Tremp a la de grupo. A pesar de que muchos autores recomiendan restringir el uso del término “Garumniense”, es ampliamente utilizado de manera informal.

La primera referencia al “Garumniense” en la zona sur de los Pirineos la realizó Leymerie (1868), cuando describió el área de Coll de Nargó. Posteriormente, Vidal (1874, 1875, 1921) identificó y estudió las zonas de Berga, Isona y Coll de Nargó.

El límite inferior de la Formación Tremp corresponde a la transición con la Formación Areniscas de Arén del Campaniense Superior-Maastrichtiense (Mey et al., 1968) y con sus equivalentes laterales (Formación Calizas de Les Serres [Souquet, 1967] en la Cuenca de Àger). Tradicionalmente, los cambios litológicos en la base de la Formación Tremp se han asociado a cambios cronoestratigráficos (p.ej. Dalloni, 1930; Bataller, 1958; Rosell, 1967; Mey et al., 1968) pero actualmente, y siguiendo los trabajos de Souquet (1967), Garrido-Megías & Ríos (1972) y Liebau (1973), su naturaleza diacrónica ha sido ampliamente aceptada. El límite superior corresponde a la Caliza de Alveolinas y sus equivalentes laterales de depósitos margosos del Grupo Fígols, del Ilerdiense (Eoceno Inferior; Fonnesu, 1984) o de la Formación Roda (Mey et al., 1968).

Los sedimentos de la Formación Tremp se extienden, de este a oeste, desde la zona próxima a la costa mediterránea hasta la zona de Navarra, hacia donde se acunían gradualmente. En los Pirineos centrales, sólo se encuentran en el Montsec y en las Sierras Marginales y también al este de la Falla del Segre, en sus equivalentes de Pedraforca y Cadí respectivamente. Estos depósitos también se hallan en la zona norte de los Pirineos.

La Formación Tremp es de naturaleza sintectónica (Souquet, 1967; Garrido-Megías & Ríos, 1972; Liebau, 1973; Simó & Puigdefàbregas, 1985; Eichenseer, 1988; Deramond et al., 1993), y en ella se distinguen cuatro unidades litológicas de espesor variable, que de base a techo son (Rosell et al., 2001) (FIG. 3):

1. Unidad gris. Muy bien representada en las capas del Montsec y Pedraforca. Está formada principalmente por lutitas grises con abundantes invertebrados, y puede presentar alternancias con capas de carbón, calizas con carófitas y/o ostrácodos y areniscas. Han sido interpretadas como depósitos de lagoon de salinidad variable localizados en las zonas laterales proximales a sistemas de islas-barrera, estas últimas representadas por la Formación Areniscas de Arén. Hacia el continente se hallan rodeadas por una llanura lutítica, que cambia hacia áreas de sedimentación continental con margas (Nagtegaal, 1972; Liebau, 1973; Díaz Molina, 1987; Cuevas, 1992; Ardèvol et al., 2000; Rosell et al., 2001). En las zonas de marismas, hay una abundante acumulación de restos de plantas que han dado lugar a depósitos de lignitos. Se les atribuye una edad Maastrichtiense debido a su contenido faunístico (Rosell et al., 2001).

2. Unidad roja inferior. Está formada por lutitas rojas con areniscas e intercalaciones de paleosuelos. En la base encontramos frecuentes capas con oncolitos. A techo de esta unidad hay una capa de areniscas y conglomerados muy continua (Arenisca con reptiles o Arenisca Aransís descrita por Masriera & Ullastre, 1982), separada de las capas de calizas de Vallcebre suprayacentes por escasos metros de lutitas. Estas facies se han interpretado como llanuras aluviales o depósitos fluviales con canales tipo braided y meandriformes y alternancias de calizas palustres-lacustres (Díaz Molina, 1987; Krauss, 1990; Cuevas, 1992; Rosell et al., 2001). Las llanuras aluviales probablemente estarían cubiertas por una vegetación permanente, que también se hallaría colonizando el sedimento de los canales, las zonas más altas de las barras laterales y los canales abandonados (Díaz Molina, 1987). Las áreas lacustres-palustres se encontrarían en las zonas deprimidas de las llanuras aluviales donde la actividad de los sistemas fluviales estaría bastante atenuada (Cuevas, 1992). Estos sedimentos datan del Maastrichtiense. El límite Cretácico-Terciario se encuentra en la zona próxima al techo de esta unidad, muy cerca de la transición a las calizas de la unidad superior (Rosell et al., 2001).

3. Calizas de Vallcebre y equivalentes laterales. Estas calizas han sido nombradas de diferentes maneras dependiendo del autor y de la zona: "Garumniense"

medio (Rosell, 1967), Formación Sant Salvador de Toló (Cuevas & Mercadé, 1988) o Formación de las Calizas de Suterranya y Sant Salvador (Cuevas, 1992) en la Cuenca de Tremp; "Garumniense" medio (Llombart & Krauss, 1982) o Formación Fontllonga (Cuevas & Mercadé, 1988) en la Cuenca de Àger y Miembro de las Calizas de Vallcebre (Solé Sugrañes, 1970) en el Sinclinal de Vallcebre. En general, son calizas micríticas con carófitas y *Microcodium* a techo que han sido interpretadas como lacustres y representan episodios de relleno de lagos de salinidad variable en zonas próximas a la línea de costa (López-Martínez et al., 2006). Han sido datadas como Daniense (Rosell et al., 2001). En las áreas no ocupadas por cuencas lacustres, se formaron paleosuelos equivalentes (Colmenar-Tremp sensu Horizon [Eichenseer & Krauss, 1985; Eichenseer, 1988; Krauss, 1990]).

4. Unidad roja superior. Está formada por lutitas de un intenso color rojo, areniscas y conglomerados. La sección superior puede contener capas con oncolitos y niveles de yesos intercalados. Frecuentemente es posible hallar *Microcodium*. Se ha interpretado como depósitos de sistemas aluviales y fluviales. Su datación indica una edad paleocena (Rosell et al., 2001).

La datación de la Formación Tremp no es sencilla debido a que está formada en su mayoría por depósitos continentales que no poseen niveles con un contenido faunístico adecuado para este propósito. La parte basal (Unidad gris) está bien datada gracias a la existencia de intercalaciones marinas y salobres con carófitas (Feist & Colombo, 1983), foraminíferos (Caus & Gómez Garrido, 1989) ostrácodos (Liebau, 1973), moluscos (Bataller et al., 1953; Liebau, 1973; Pons, 1977; Vicens et al., 2004) y polen (Ashraf & Erben, 1986; De Porta et al., 1985; Médus et al., 1992).

El principal problema en cuanto a la cronoestratigrafía de la Formación Tremp es la localización precisa del límite Cretácico-Terciario (a partir de ahora límite K/T), dada la escasez de fauna y flora en las partes medias y superiores de las series. Tradicionalmente, el criterio utilizado para establecer su localización ha sido la desaparición de los niveles con restos de dinosaurios y una mayor expansión de *Microcodium*, pero esto no ha permitido precisar la localización en sí, ni tampoco se han llevado a cabo estudios bioestratigráficos con polen o carófitas (Babinot et al., 1983; Feist & Colombo, 1983; Masriera & Ullastre 1983, 1988, 1990; Ullastre & Masriera, 1983; Médus et al., 1988; Galbrun et al., 1993; Fernández-Marrón et al., 2004), ni estudios de estratigrafía secuencial (Ardèvol et al., 2000), magnetoestratigrafía (Galbrun et al.,

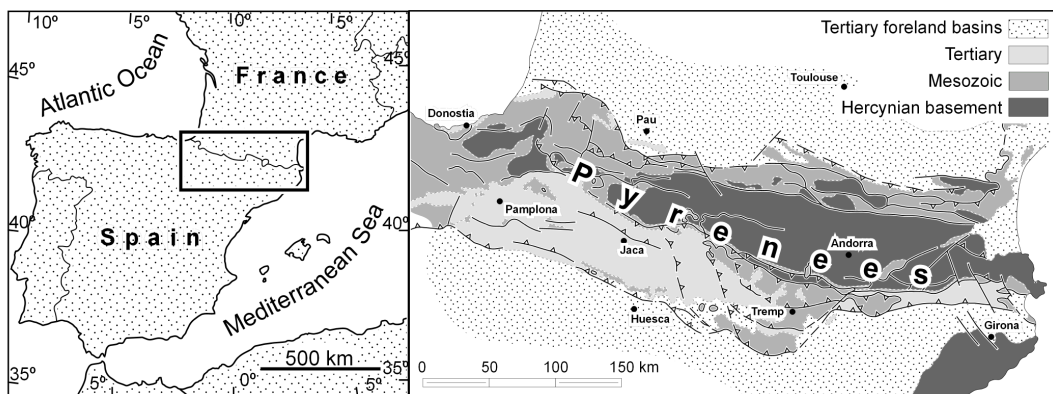


FIG. 1. Mapa geológico de los Pirineos.

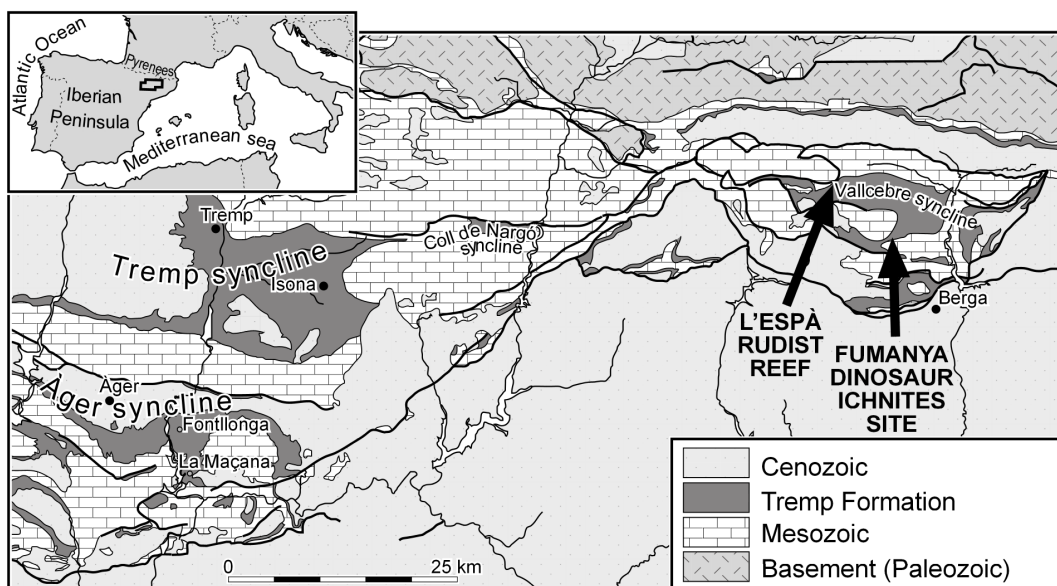


FIG. 2. Mapa geológico del área de la salida de campo con la situación de las paradas de L'Espà y Fumanya.

1993; Oms et al., 2007) o geoquímica de isótopos estables (López-Martínez et al., 1996, 1998; Domingo et al., 2007). Sin embargo, en el Valle de Àger, el límite K/T se ha localizado en un intervalo de 3 m (López-Martínez et al., 1998). Además, en la Zona Surpirenaica, no se han encontrado anomalías de iridio asociadas al límite K/T (Médus et al., 1988; Galbrun et al., 1993), lo que podría incluso indicar que el límite K/T podría no coincidir con un nivel litológico continuo (Feist & Colombo, 1983) o que podría no haberse registrado como consecuencia del hiato en la sedimentación de la zona. Sin embargo, en registros estratigráficos relativamente cercanos (secciones de Zumaia, Caravaca, Agost, etc.) este límite se

reconoce fácilmente (ver Canudo et al. 1991, 1995; Molina et al., 1994, 1996, 1998; Kaiho & Lamolda, 1999; Arz et al. 2000).

Algunos autores han sugerido criterios generales para situar el límite K/T en base al establecimiento de dos importantes niveles de referencia presentes en todas las cuencas (Masrera & Ullastre, 1983, 1988, 1990; Ullastre & Masrera, 1983): la Arenisca con reptiles (que contiene restos de dinosaurios) y las Calizas de Vallcebre (y sus equivalentes laterales) de edad Daniense-Montiense (Feist & Colombo, 1983; Masrera & Ullastre, 1990), sobre las que se encuentran los niveles con moluscos del Paleoceno (*Vidaliella gerundensis* y/o *Physa* sp.) y *Microcodium*. Por lo tanto, el

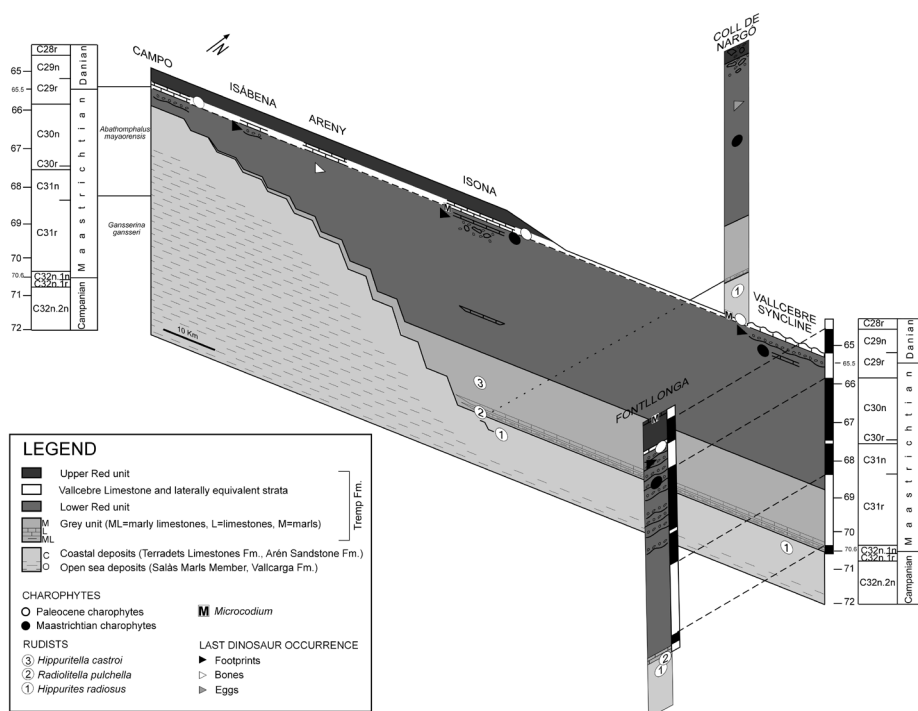


FIG. 3. Diagrama litoestratigráfico de las facies continentales del Cretácico-Terciario de la Zona Surpirenaica. Datos litoestratigráficos y cronoestratigráficos obtenidos a partir de López-Martínez et al. (2001) para Campo; Oms & Canudo (2004) para Arén; Oms et al. (2007) para el Sinclinal de Vallcebre; Galbrun et al. (1993) y López-Martínez et al. (1998) para Fontllonga; y Baudrimont (1961), Willems (1985) y Ullastre et al. (1987) para Coll de Nargó. Los datos de los rudistas fueron obtenidos por Dalloni (1930), Baudrimont (1961), Souquet (1967), Liebau (1973), Ullastre et al. (1987) y Vicens et al. (2004); los datos de carófitas por Babinot et al. (1983), Feist & Colombo (1983), Masrera & Ullastre (1983, 1988, 1990), Ullastre & Masrera (1983), Médus et al. (1988), Galbrun et al. (1993), López-Martínez et al. (2001) y Fernández-Marrón et al. (2004); y los datos de los últimos registros de dinosaurios de López-Martínez et al. (1998), Pereda-Suberbiola et al. (2003), Oms & Canudo (2004), Oms et al. (2007) y Riera (2008). La escala temporal con las polaridades geomagnéticas estándar fue tomada de Gradstein et al. (2004).

límite K/T está situado entre la Arenisca con reptiles y las Calizas de Vallcebre. Se debe tener en cuenta que se ha considerado que la Arenisca con reptiles, a pesar de ser omnipresente, no debe ser utilizada como capa de referencia debido a su diacronía entre las distintas cuencas (Babinot et al., 1983). Sin embargo, en las secciones de los Pirineos de la zona de Provenza, estas capas (Arenisca con reptiles o Conglomerados de Galante) han sido datadas con bastante precisión utilizando paleomagnetismo, con datos obtenidos dentro del cron C29r (Westphal & Durand, 1990; Galbrun, 1997; Cojan & Moreau, 2006; Oms et al., 2007).

Los materiales de la Formación Tremp se depositaron siguiendo la regresión general que aconteció en la zona central de los Pirineos, que comenzó durante el límite Campaniense-Maastrichtiense y que modificó las condiciones de sedimentación, hallándose sólo depósitos continentales en toda la cuenca (Rosell et al., 2001). Inicialmente, se estableció en esta zona un régimen estuarino, desarrollándose numerosas llanuras de marea, áreas palustres con sedimentación carbonática y algunas zonas de marismas donde se depositaron numerosos restos de plantas, dando lugar a lignitos. En el Maastrichtiense tardío, la tendencia regresiva se acentuó y los sistemas fluviales se instalaron en la cuenca. Más adelante, durante el Daniense, se desarrollaron sistemas lacustres dando lugar a las Calizas de Vallcebre y sus equivalentes laterales. Finalmente, la reactivación tectónica de la zona dio lugar a una sedimentación de tipo fluvial-aluvial depositándose, desde ese momento en adelante, las capas de conglomerados, areniscas y lutitas procedentes de la desmantelación inicial de los Pirineos (Rosell et al., 2001).

Referencias

- Ardèvol, L., Klimowitz, J., Malagón, J. & Nagtegaal, P.J.C. (2000). Depositional sequence response to foreland deformation in the Upper Cretaceous of the Southern Pyrenees, Spain. *AAPG Bulletin* 84(4): 566-587.
- Arz, J.A., Arenillas, I., Molina, E. & Sepúlveda, R. (2000). La estabilidad evolutiva de los foraminíferos planctónicos en el Maastrichtiense superior y su extinción en el límite Cretácico/Terciario de Caravaca, España. *Revista Geológica de Chile* 27: 27-47.
- Ashraf, A.R. & Erben, H.K. (1986). Palynologische Untersuchungen an der Kreide/Tertiär-grenze west-mediterraner regionen. *Palaeontographica Abteilung B* 200(1-6): 111-163.
- Babinot, J.-F., Freydet, P., Amiot, R., Bilotte, M., De Broin, F., Colombo, F., Durand, J.-P., Feist, M., Floquet, M., Gayet, M., Lange-Badre, B., Masrera, A., Massieux, M., Médus, J., Tambareau, Y., Ullastre, J. & Villatte, J. (1983). Le Sénonien supérieur continental de la France méridionale et de l'Espagne septentrionale: état des connaissances biostratigraphiques. *Géologie Méditerranéenne* 10(3-4): 245-268.
- Bataller, J.R. (1958). El Garumniense español y su fauna. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 50 Vol. extraordinario, 2º fascículo: 41-81.
- Bataller, J.R., Masachs, V. & De Gálvez-Cañero, A. (1953). Mapa Geológico de España, hoja 290 Isona, 1:50.000, Instituto Geológico y Minero de España: 1-113.
- Baudrimont, A.F. (1961). Etude géologique détaillée de la région de Coll de Nargó (Vallée du Segre, Pyrénées Catalanes). Tesis Doctoral, Université de Toulouse. 83 pp.
- Canudo, J.I., Keller, G. & Molina, E. (1991). Cretaceous-Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca, SE Spain. *Marine Micropaleontology* 17: 319-341.
- Canudo, J.I., Keller, G., Molina, E. & Ortiz, N. (1995). Planktic foraminiferal turnover and $\delta^{13}C$ isotopes across the Paleocene-Eocene transition at Caravaca and Zumaya, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 114: 75-100.
- Caus, E. & Gómez-Garrido, A. (1989). Upper Cretaceous biostratigraphy of the south-central Pyrenees (Lleida, Spain). *Geodinamica Acta* 3(3): 221-228.
- Cojan, I. & Moreau, M.-G. (2006). Correlation of terrestrial climatic fluctuations with global signals during the upper Cretaceous-Danian in a compressive setting (Provence, France). *Journal of Sedimentary Research* 76: 589-604.
- Cuevas, J.L. (1992). Estratigrafía del "Garumniense" de la Conca de Tremp. Prepirineo de Lérida. *Acta Geológica Hispánica* 27(1-2): 95-108.
- Cuevas, J.L. & Mercadé, M. (1988). Sedimentological analysis and facies geometry of an ancient coarse-grained point bar complex: the Talarn Sandstone Formation (Tremp Group, NE Spain). Proyecto técnico para Norsk Hydro.
- Dalloni, M. (1930). Etude géologique des Pyrénées de Catalogne. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille* XXVI(3): 1-370.
- De Porta, J., Kedves, M., Solé de Porta, N. & Civis, J. (1985). Palinología del barranco de La Posa (Lérida, España). Problemática regional. *Revista d'Investigacions Geològiques* 40: 5-28.
- Deramond, J., Souquet, P., Fondecave-Wallez, M. J. & Specht, M. (1993). Relations between thrust tec-

- tonics and sequence stratigraphy surfaces in foredeeps: model and examples from the Pyrenees (Cretaceous-Eocene, France, Spain). In *Tectonics and seismic sequence stratigraphy* (eds. G. D. Williams & A. Dobb). pp. 193-219. London: Geological Society of London, Special Publication 71.
- Díaz Molina, M. (1987). Sedimentación sintectónica asociada a una subida relativa del nivel del mar durante el Cretácico superior (Fm. Tremp, provincia de Lérida). *Estudios Geológicos* (Número extraordinario Galve-Tremp): 69-93.
- Domingo, L., López-Martínez, N., Soler-Gijón, R. & Grimes, S.T. (2007). A multi-proxy geochemical investigation of the early Paleocene (Danian) continental palaeoclimate at the Fontllonga-3 site (South Central Pyrenees, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 256: 71-85.
- Eichenseer, H. (1988). Facies geology of Late Maastrichtian to Early Eocene coastal and shallow marine sediments (Tremp-Graus Basin, northeastern Spain). Tesis Doctoral, Universität Tübingen. 129 pp.
- Eichenseer, H. & Krauss, S. (1985). The Tremp Formation (Maastrichtian/Paleogene) and the lower Ager Group (Paleogene) of the northern flank of the Tremp-Graus embayment (NE Spain), 6th European Regional Meeting of Sedimentology I. A. S. Lleida: 149-151.
- Feist, M. & Colombo, F. (1983). La limite Crétacé-Tertiaire dans le nord-est de l'Espagne, du point de vue des charophytes. *Géologie Méditerranéenne* X(3-4): 303-326.
- Fernández-Marrón, M.T., López-Martínez, N., Fonollà-Ocete, J.F. & Valle-Hernández, M.F. (2004). The palynological record across the Cretaceous-Tertiary boundary in two different palaeogeographical settings from the Southern Pyrenees, Spain. The Palynology and Micropalaeontology of boundaries. *Geological Society of London Spec. Publ.* 230: 243-255.
- Fonnesu, F. (1984). Estratigrafía física y análisis de facies de la secuencia de ols entre el río Noguera Pallaresa e Iscles (provincias de Lérida y Huesca). Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 317 pp.
- Galbrun, B. (1997). Did the European dinosaurs disappear before the K-T event? Magnetostratigraphic evidence. *Earth and Planetary Science Letters* 148: 569-579.
- Galbrun, B., Feist, M., Colombo, F., Rocchia, R. & Tambareau, Y. (1993). Magnetostratigraphy and biostratigraphy of Cretaceous-Tertiary continental deposits, Ager Basin, Province of Lerida, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 102: 41-52.
- Garrido-Megías, A. & Ríos, L.M. (1972). Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre. *Boletín Geológico Minero de España* 83: 1-47.
- Gradstein, F. M., Ogg, J.G. & Smith, A.G. (2004). A Geologic Timescale. Cambridge: Cambridge University Press. 500 pp.
- Gutiérrez, G. & Robles, F. (1979). Consideraciones sobre la utilización del término "Garumniense" en la Cordillera Ibérica. *Cuadernos de Geología Ibérica* 5: 385-405.
- Kaiho, K. & Lamolda, M.A. (1999). Catastrophic extinction of planktonic foraminifera at the Cretaceous-Tertiary boundary evidenced by stable isotopes and foraminiferal abundance at Caravaca, Spain. *Geology* 27: 355-358.
- Krauss, S. (1990). Stratigraphy and Facies of the "Garumnian" - Late Cretaceous to Early Paleogene - in the Tremp Region, Central Southern Pyrenees. Tübingen: Tübingen Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A, Nr. 11. 152 pp.
- Leymerie, A. (1862). Aperçu géognostique des Petites Pyrénées et particulièrement de la montagne d'Ausseing. *Bulletin de la Société Géologique de France* 19: 1091-1096.
- Leymerie, A. (1868). Présence de garumnien en Espagne. *Bulletin de la Société Géologique de France* 25(2): 906-911.
- Liebau, A. (1973). El Maastrichtiense lagunar ("Garumniense") de Isona. Actas XII Coloquio Europeo de Micropaleontología. ENADIMSA, Madrid: 113-140.
- Llompard, C. & Krauss, S. (1982). Restos de moluscos y dinosaurios en formaciones estromatolíticas garumnienses al S del Montsec (Prov. de Lérida). *Boletín Geológico y Minero* XCIII(V): 371-378.
- López-Martínez, N., Ardèvol, L., Arribas-Mocoroa, M.E., Cívís, J. & González-Delgado, Á. (1996). Transición Cretácico/Terciario en depósitos continentales de la cuenca de Tremp-Graus: datos preliminares de isótopos estables de C y O. *Geogaceta* 20(1): 62-65.
- López-Martínez, N., Ardèvol, L., Arribas, M.E., Cívís, J. & González-Delgado, Á. (1998). The geological record in non-marine environments around the K/T boundary (Tremp Formation, Spain). *Bulletin de la Société Géologique de France* 169(1): 11-20.
- López-Martínez, N., Canudo, J. I., Ardèvol, L., Pereda-Suberbiola, X., Orue-Etxebarria, X., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J. I., Murelaga, X. & Feist, M. (2001). New dinosaur sites correlated with Upper Maastrichtian pelagic deposits in Spanish Pyrenees: implications for the dinosaur extinction pattern in Europe. *Cretaceous Research* 22: 41-61.
- López-Martínez, N., Arribas, M.E., Robador, A., Vicens, E. & Ardèvol, L. (2006). Los carbonatos danienses (Unidad 3) de la Fm Tremp (Pirineos sur-centrales): Paleogeografía y relación con el límite Cretácico-Terciario. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 19(3-4): 233-255.

- Masriera, A. & Ullastre, J. (1982). Hipótesis y problemas acerca del origen de las asociaciones de minerales pesados del Senoniense del Pirineo Catalán. *Cuadernos de Geología Ibérica* 8: 949-963.
- Masriera, A. & Ullastre, J. (1983). Essai de synthèse stratigraphique des couches continentales de la fin du Crétacé des Pyrénées Catalanes (NE. de l'Espagne). *Géologie Méditerranéenne* X(3-4): 283-290.
- Masriera, A. & Ullastre, J. (1988). Nuevos datos sobre las capas maestrichtienses con *Septorella*: su presencia al norte del Montsec (Pirineo catalán). *Acta Geológica Hispánica* 23(1): 71-77.
- Masriera, A. & Ullastre, J. (1990). Yacimientos inéditos de carófitas que contribuyen a fijar el límite Cretácico-Terciario en el Pirineo catalán. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 3: 33-42.
- Médus, J., Feist, M., Rocchia, R., Batten, D.J., Boclet, D., Colombo, F., Tambareau, Y. & Villatte, J. (1988). Prospects for recognition of the palynological Cretaceous/Tertiary boundary and an iridium anomaly in nonmarine facies of the eastern Spanish Pyrenees: a preliminary report. *Newsletters on Stratigraphy* 18(3): 123-138.
- Médus, J., Colombo, F. & Durand, J.-P. (1992). Pollen and spore assemblages of the uppermost Cretaceous continental formations of south-eastern France and north-eastern Spain. *Cretaceous Research* 13: 119-132.
- Mey, P.H.W., Nagtegaal, P.J.C., Roberti, K.J.A. & Hartelvelt, J.J.A. (1968). Lithostratigraphic sub-division of posthercynian deposits in the south central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 41: 221-228.
- Molina, E., Canudo, J.I., Martínez-Ruiz, F. & Ortiz, N. (1994). Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, Southern Spain. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 87: 47-61.
- Molina, E., Arenillas, I. & Arz, J.A. (1996). The Cretaceous/Tertiary boundary mass extinction in planktic foraminifera at Agost, Spain. *Revue de Micropaléontologie* 39: 225-243.
- Molina, E., Arenillas, I. & Arz, A. (1998). Mass extinction in planktic foraminifera at the Cretaceous/Tertiary boundary in subtropical and temperate latitudes. *Bulletin de la Société Géologique de France* 169(3): 351-363.
- Nagtegaal, P.J.C. (1972). Depositional history and clay minerals of the Upper Cretaceous basin in the south-central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen* 47(2): 251-275.
- Oms, O. & Canudo, J.I. (2004). Datación magnetoestratigráfica de los dinosaurios del Cretácico terminal (Maestrichtiense superior) de Arén (Huesca, Unidad Surpirenaica Central). *Geotemas* 6(5): 51-54.
- Oms, O., Dinarès-Turell, J., Vicens, E., Estrada, R., Vila, B., Galobart, À. & Bravo, A. M. (2007). Integrated stratigraphy from the Vallcebre Basin (southeastern Pyrenees, Spain): New insights on the continental Cretaceous-Tertiary transition in southwest Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255: 35-47.
- Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I., Ullastre, J. & Masriera, A. (2003). Primera cita de un dinosaurio hadrosaurio en el Cretácico superior del Prepirineo oriental (Peguera, provincia de Barcelona). *Geogaceta* 34: 195-198.
- Pons, J.M. (1977). Estudio estratigráfico y paleontológico de los yacimientos con rudistas del Cretácico superior del Prepirineo de la provincia de Lérida. *Publicaciones de Geología, Universitat Autònoma de Barcelona* 3: 1-105.
- Riera, V. (2008). Registre sedimentari i successió de dinosaures del Cretaci superior de la Conca Dellà (Pirineus sud-centrals, prov. de Lleida). Proyecto de Máster, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès). 115 pp.
- Rosell, J. (1967). Estudio geológico del sector del Prepirineo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (Provincia de Lérida). *Pirineos* 21: 9-214.
- Rosell, J., Linares, R. & Llompart, C. (2001). El "Garumniense" prepirenaico. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 14(1-2): 47-56.
- Simó, A. & Puigdefàbregas, C. (1985). Transition from shelf to basin on an active slope, Upper Cretaceous, Tremp area, southern Pyrenees. 6th European Regional Meeting, International Association of Sedimentologists. Lleida, Spain. Excursion Guidebook: 63-108.
- Solé Sugrañes, L. (1970). Estudio geológico del Pirineo entre los ríos Segre y Llobregat. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona. 495 pp.
- Souquet, P. (1967). Le Crétacé supérieur sudpyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre. Tesis Doctoral, Université de Toulouse. 529 pp.
- Ullastre, J. & Masriera, A. (1983). Le passage Crétacé-Tertiaire dans les régions sud-pyrénéennes de la Catalogne: données nouvelles. *Géologie Méditerranéenne* X(3-4): 277-281.
- Ullastre, J., Durand-Delga, M. & Masriera, A. (1987). Argumentos para establecer la estructura del sector del pico de Pedraforca a partir del análisis comparativo del Cretácico de este macizo con el de la región de Sallent (Pirineo catalán). *Boletín Geológico y Minero* 98(1): 3-22.
- Vicens, E., Ardèvol, L., López-Martínez, N. & Arribas, M.E. (2004). Rudist biostratigraphy in the Campanian-Maastrichtian of the south-central Pyrenees,

- Spain. *Courier Forschung - Institut Senckenberg* 247: 113-127.
- Vidal, L.M. (1874). Datos para el conocimiento del terreno Garumniense de Cataluña. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 1: 1-39.
- Vidal, L.M. (1875). Geología de la Provincia de Lérida. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 2: 273-349.
- Vidal, L.M. (1921). Contribución a la paleontología del Cretáceo de Cataluña. *Real Academia de Ciencias y Artes Barcelona* 17: 89-109.
- Westphal, M. & Durand, J.-P. (1990). Magnétostratigraphie des séries continentales fluviolacustres du Crétacé supérieur dans le synclinal de l'Arc (région d'Aix-en-Provence, France). *Bulletin de la Société Géologique de France* 8(VI) (4): 609-620.
- Willems, H. (1985). Marine uppermost Cretaceous & Garumnian facies in the region of Bòixols-Coll de Nargó Anticline (Prov. Lérida, Spain). *Estudios Geológicos* 41: 17-24.

PARADA 1. GEOLOGÍA Y REGISTRO PALEONTOLÓGICO DEL SINCLINAL DE VALLCEBRE

Vila, B.¹, Oms, O.², Marmi, J.¹, Galobart, À.¹, Riera, V.², Estrada, R.² & Malchus, N.¹

¹ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Carrer Escola Industrial, 23, Sabadell, 08201, España; bernat.vila@icp.cat, josep.marmi@icp.cat, angel.galobart@icp.cat, nikolaus.malchus@icp.cat

² Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 08193, España; joseporiol.oms@uab.cat, VioletaLeila.riera@icp.cat, rita.estrada@uab.cat

Introducción

En el Sinclinal de Vallcebre, situado en el manto del Pedraforca (FIG. 1), la Formación Tremp alcanza una potencia de más de 800 m, 500 de los cuales corresponden al Cretácico (Oms et al., 2007; FIG. 2). Su límite superior corresponde al contacto con la Formación Calizas de Terradets, compuesta por aproximadamente 1000 m de estratos carbonatados costeros con arrecifes de rudistas del Cretácico Superior.

Sobre la Formación Tremp, de forma discordante, encontramos conglomerados correspondientes al Eoceno continental (Vergés et al., 1994).

El estudio de los materiales de la Formación Tremp en el Sinclinal de Vallcebre no ha sido tan exhaustivo como en la Cuenca de Tremp. Los primeros trabajos geológicos fueron hechos por Vidal (1871), centrándose en aspectos litostratigráficos y de estructura general, así como en invertebrados fósiles del “Garumniense” (Vidal, 1874 y trabajos posteriores). El trabajo hecho por Aepler (1967), quien dividió la Formación Tremp en diez unidades locales, fue de particular importancia.

La edad Maastrichtiense de los materiales de las unidades grises y de las rojas inferiores de la Formación Tremp ha sido comúnmente aceptada siguiendo estudios de carófitas (Feist & Colombo, 1983; Ullastre & Masriera, 1983; Médus et al., 1988) y magnetoestratigráficos (Oms et al., 2007). El límite K/T se encuentra en los niveles de arcilla sobre las Areniscas con reptiles y debajo de las Calizas de Vallcebre, en la última secuencia no retrabajada donde encontramos la especie de carófito *Peckichara sertulata* (Feist & Colombo, 1983). A las Calizas de Vallcebre se les atribuye una edad paleocena debido a la ausencia de esta especie de carófito y a la presencia de *Dughiella bacilaris*. Además, esto concuerda con los datos magnetoestratigráficos (Cron 29r, Oms et al., 2007). Los taxones encontrados de polen y ostrácodos (Médus et al., 1988) proporcionan muy poca información adicional, aunque no contradicen las edades dadas por las carófitas. Los gasterópodos paleocenos (*Physa*) también han sido encontrados pocos metros por encima de las Calizas de Vallcebre (Ullastre & Masriera, 1983), también confirmando esta edad. Otro criterio usado para establecer la posición del límite K/T es la presencia o ausencia de restos de dinosaurios. Los restos estratigráficamente más altos han sido encontrados en las Areniscas con reptiles (Pereda-Suberbiola et al., 2003; Oms et al., 2007).

El rudista *Hippurites radiosus* se ha identificado en los sedimentos marinos que afloran por debajo de la Formación Tremp. Esta especie tiene una distribución estratigráfica restringida, tanto en el manto del Pedraforca como en el resto de los Pirineos (Vicens, 1992) y ha sido correlacionada con los sedimentos marinos profundos del Campaniense terminal (Vicens et al., 2004).

Registro paleontológico

Vertebrados

El registro fósil de vertebrados del Cretácico Inferior en el Sinclinal de Vallcebre consiste en arco-saurios (dinosaurios y cocodrilos), quelonios y batoideos. Entre los primeros, los taxones de dinosaurios son los más abundantes, incluyendo titanosaurios saurópodos, ?dromaeosáuridos terópodos y hadrosaurios ornitópodos. Los saurópodos y los hadrosaurios fueron dominantes durante el Maastrichtiense inferior y superior, respectivamente.

Los saurópodos del Sinclinal de Vallcebre están bien representados por huesos y huellas. Los fósiles más abundantes son los correspondientes a huellas y rastros de titanosaurios (FIG. 3). Éstos son abundantes en los niveles más bajos de la Formación Tremp,

a lo largo de las localidades de rastros de Fumanya en ambientes transicionales (salobres), junto con cocodrilos, quelonios y batoideos. Las localidades de Fumanya no fueron estudiadas hasta 15 años después de su descubrimiento en 1986 por Lluís Viladrich. Diferentes equipos de investigación han conseguido proporcionar información general sobre estas localidades de rastros (Le Loeuff & Martínez-Rius, 1997; Schulp & Brokx, 1999; Vila et al., 2005, 2008). El estudio de rastros parcialmente expuestos (incluyendo cerca de 3000 huellas en más de 50 rastros) en las localidades de Fumanya ha revelado que los titanosaurios producían rastros que seguían un patrón distintivo, caracterizado por su grosor interno (el más ancho encontrado), una orientación hacia fuera de sus pies y manos, y su heteropodía (1:3) (Vila et al., 2008). Diferentes observaciones en huellas individuales han revelado que los pies producían huellas entaxónicas

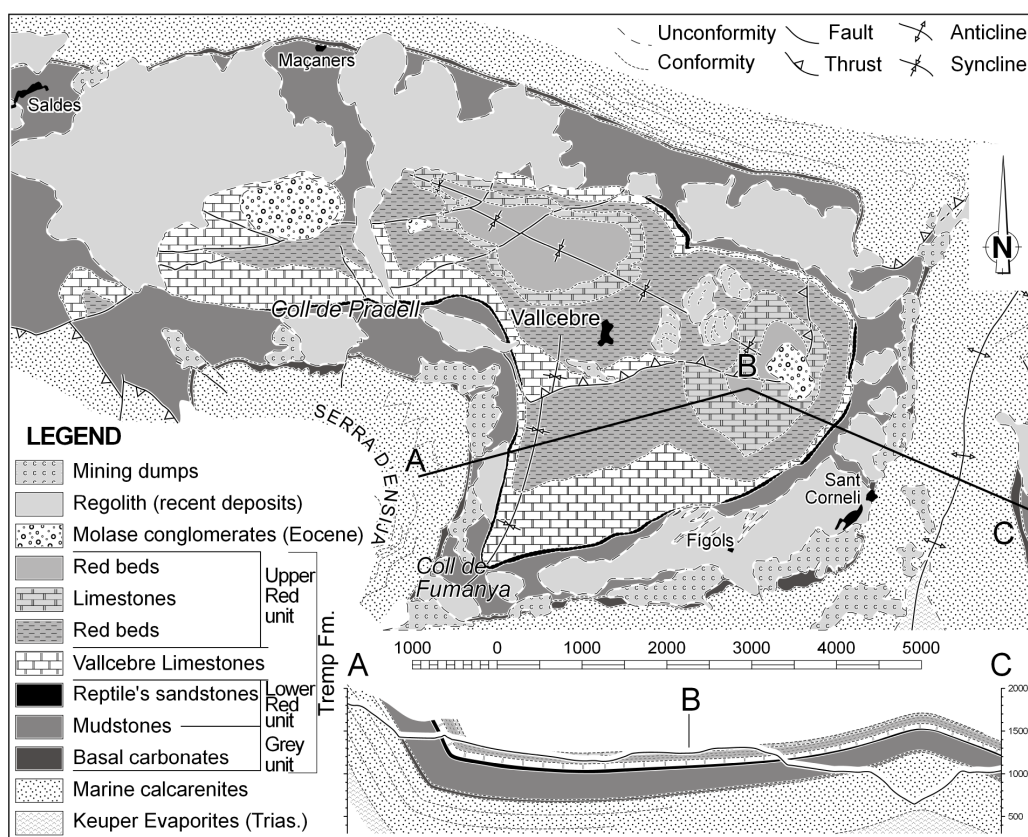


FIG. 1. Mapa geológico del Sinclinal de Vallcebre.

con cuatro marcas de uñas y que las extremidades anteriores producían huellas de manos en forma de U sin marcas de uñas. La mayoría de las características icnológicas mencionadas anteriormente se asignan al tipo *Brontopodus* y se atribuyen a titanosaurios avanzados (por ejemplo saurópodos lithostrotios) (Vila et al., 2008). Estimaciones de tamaño corporal hechas a partir de los rastros de Fumanya muestran que algunos de los saurópodos que habitaban las Cuencas Surpirenaicas durante el Maastrichtiense eran taxones de gran tamaño. Además, los estudios icnológicos del registro de Fumanya permiten comprobar muchas observaciones paleobiológicas relacionadas con la locomoción y el hábitat de los saurópodos y proporcionan avances referentes al conocimiento de la morfología de las huellas de titanosaurios, su postura y la anchura de sus rastros. Por ejemplo, la diferencia de carga entre las extremidades anteriores y posteriores en los titanosaurios de Fumanya ha sido muy esclarecedora debido a su excelente preservación y a la aparición de rastros únicamente de manos en lugar de rastros completos de manos y pies. Además, este fenómeno fue documentado en un rastro de la localidad de Mina Esquirol. Allí, la comparación de patrones de rastros y posicionamiento de las manos con rastros completos de manos y pies corroboró la idea de que los titanosaurios usaban un modo de caminar normal en lugar de una habilidad nadadora (Vila et al., 2005). El reciente mapeo de Fumanya usando la tecnología LiDAR ha permitido medir más rigurosa y detalladamente las huellas individuales. La recolección de puntos de datos milimétricos en cada huella ha permitido la creación de modelos 3D muy detallados (Bates et al., 2008a). Por tanto, la modelización de huellas y rastros de titanosaurio ha revelado una carga de sedimento multifásica producida por los pies de titanosaurios (Bates et al., 2008b).

En el Sinclinal de Vallcebre también encontramos un registro abundante de trazas reproductivas de titanosaurios (FIG. 3). Los trabajos realizados por nuestro equipo han revelado más de quince localidades de anidamiento (incluyendo cáscaras de huevo y nidos enteros) y hasta cuatro ooespecies diferentes (Bravo et al., 2005; Vila et al., 2011). El registro de cáscaras de huevo, principalmente compuesto por *Megaloolithus siruguei*, sigue el mismo patrón que la sucesión de ooespecies de dinosaurios típica del sureste de Europa. En algunas de las localidades de la zona se han podido tomar datos importantes sobre las características reproductivas de estos animales, gracias a las excavaciones y a la cartografía detallada de la zona. En la localidad de puestas

de Font del Bullidor se han cartografiado con precisión hasta siete puestas con huevos que han permitido inferir el modo de incubación y la geometría de las puestas (Vila et al., 2010). En esta localidad del Maastrichtiense inferior, los huevos se pusieron en arcillas grises de un relleno de canal de lagoon. Las puestas están formadas por hasta 16 huevos cada una, y se encuentran situadas en agujeros someros en forma de bol excavados en el sedimento.

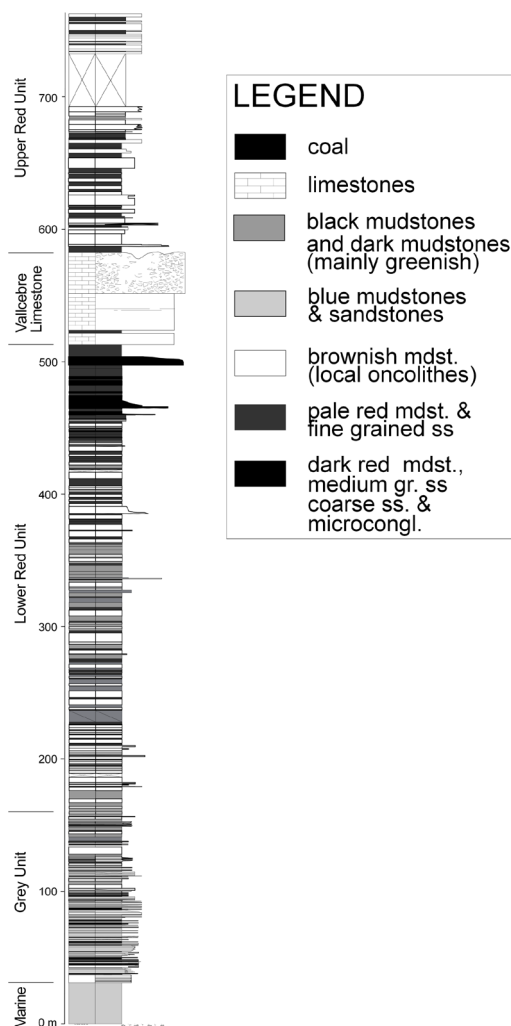
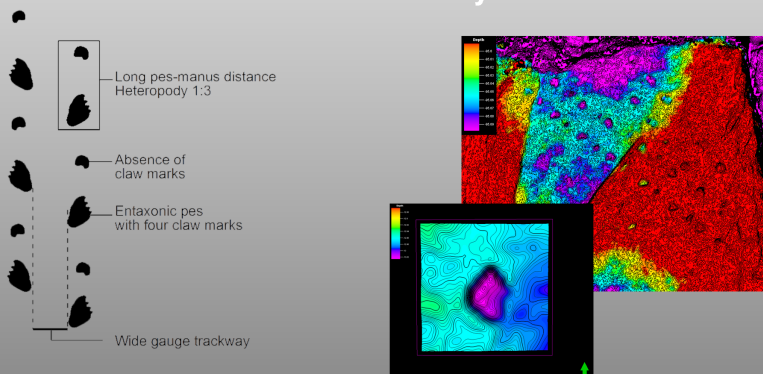


FIG. 2. Sección estratigráfica general.

A. Tracks and trackways



B. Reproductive strategies

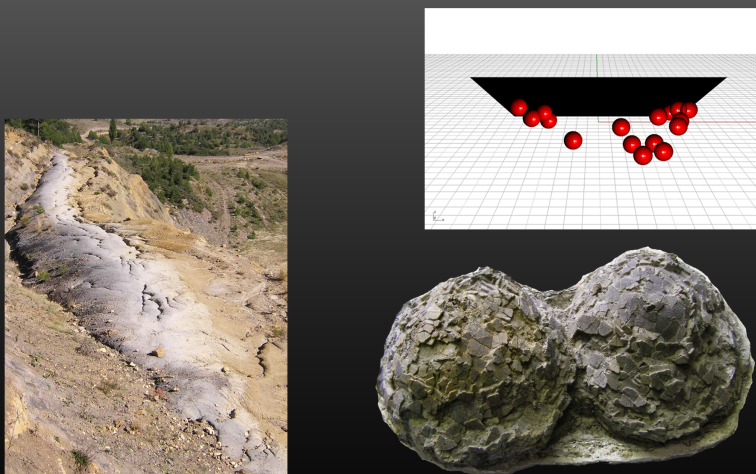


FIG. 3. Huellas y rastros de titanosaurio (A) y estrategias reproductivas (B) en el Sinclinal de Vallcebre. Arriba: principales características icnológicas de los rastros de Fumanya; superficies de contorno y códigos de color producidos a partir de los datos de la nube de puntos obtenidos a través de la tecnología escáner LiDAR en la localidad de icnitas de Mina Tumí; pisada de un pie (izquierda) en el modelo digital 3-D. Abajo: vista de la localidad de puestas denominada Font del Bullidor; modelo 3D de huevos en una puesta mostrando una geometría en forma de bol y dos huevos de la misma localidad (los huevos miden aproximadamente 18 cm de diámetro). Datos de Vila et al. (2008, 2010), ilustración de Oscar Sanisidro.

Algunas de estas inferencias biológicas están siendo corroboradas por datos obtenidos en nuevas excavaciones en la localidad de Peguera-1. Los huesos recuperados en este yacimiento proporcionan nuevas perspectivas sobre el aspecto y el tamaño del cuerpo de los titanosaurios. En la localidad de Peguera-1 nuestro equipo ha encontrado restos postcraneales asociados a concreciones ferruginosas, abundantes trazas de raíces y fragmentos de huesos dispersos, actualmente depositados en el Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. El gran tamaño de algunos huesos de las extremidades indica que algunos titanosaurios del Maastrichtiense superior alcanzaron tamaños gigantes. Las estimaciones de longitud máxima de húmeros y fémures son de 120 y 160 cm, respectivamente. Estas medidas indican claramente que se trata de saurópodos de gran tamaño, de acuerdo con las estimaciones de altura de las caderas (260-280 cm) a partir de los datos icnológicos de Fumanya.

Los terópodos están representados por dientes aislados recuperados recientemente en Peguera-1. Los casi treinta dientes pequeños y aserrados asociados a huesos de saurópodo incluyen varios morfotipos probablemente asignables a dromaeosaridos (Vila et al., 2007 y estudios en proceso).

Los ornitópodos están principalmente documentados en localidades cercanas al límite Cretácico-Terciario. Unos metros por debajo del límite (dentro del Cron 29r), varias localidades de rastros del Sinclinal de Vallcebre contienen huellas aisladas de hadrosaurios (Vila et al., 2006). Éstas y otras localidades de rastros en la cercana Cuenca de Tremp están actualmente en estudio y representan el último registro de icnitas de dinosaurio en el sur de Europa, de acuerdo con la distribución faunística de la Península Ibérica propuesta por diferentes autores (Pereda-Suberbiola et al., 2004, entre otros) para el Cretácico Superior. Además, hallazgos de restos esqueléticos de hadrosaurios (Pereda-Suberbiola et al., 2003)



FIG. 4. Restos esqueléticos de vertebrados del Sinclinal de Vallcebre. Fragmento periférico de caparazón de *Solemys* (izquierda) y espina caudal de raya (derecha) de la localidad de Mina Esquirol. La escala es de 10 y 1 cm, respectivamente.

en el mismo nivel estratigráfico confirman la presencia de este grupo al final del Cretácico.

Los cocodrilos están representados por diferentes dientes aislados y elementos postcraneales. El espécimen más completo del área de Fumanya está compuesto por múltiples vértebras, elementos pélvicos y de extremidades, y algunos huesos fragmentarios del cráneo. Los fósiles, que están actualmente en estudio, se hallaron bien conservados en arcillas de color gris oscuro asociadas a un ambiente pantanoso. Los quelonios están representados por fragmentos periféricos y placas neurales parciales del género *Solemys* (FIG.

4). Fueron extraídos del molde de un caparazón en los materiales basales de la Formación Trepmp. Estos fósiles presentan una ornamentación vermiculada que es característica del género, y fueron depositados en margas litorales (Marmi et al., 2009). Finalmente, prospecciones recientes en el Sinclinal de Vallcebre han permitido recuperar por primera vez espinas caudales de raya del Cretácico Superior en la Península Ibérica (Marmi et al., 2010a). Estas espinas caudales, que representan uno de los registros más antiguos, son alargadas y muestran surcos longitudinales e indentaciones triangulares en forma de arpón (FIG. 4).

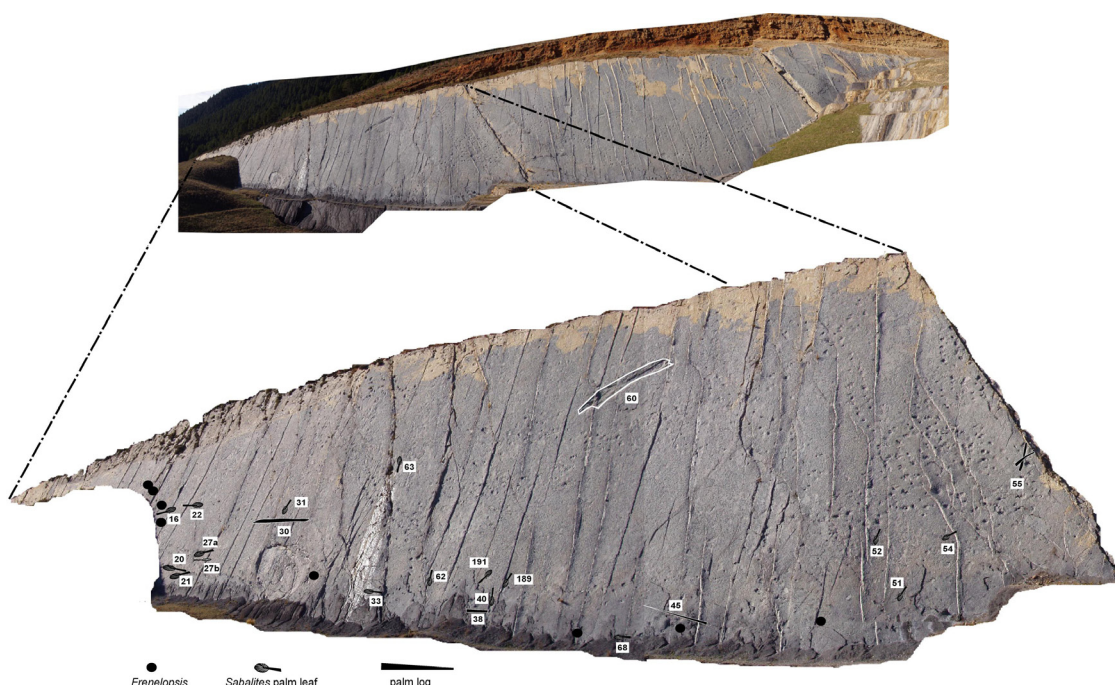


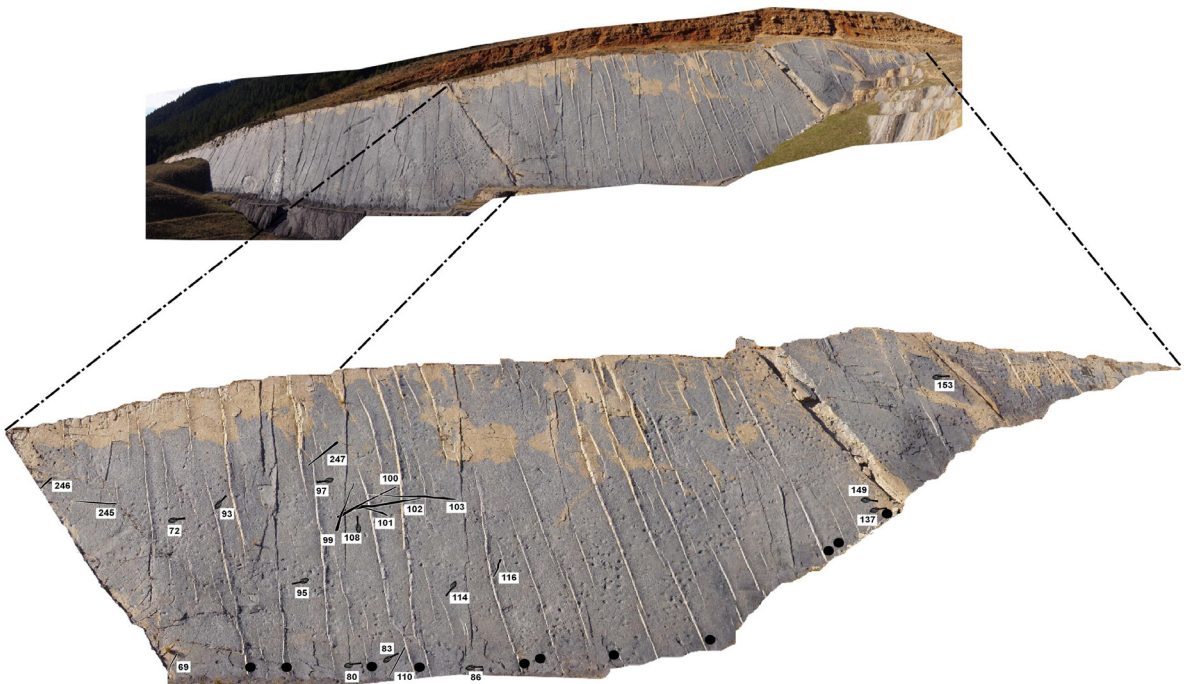
FIG. 5. (Esta página y la siguiente): Vista general de la superficie de arcillas margosas del afloramiento de Fumanya Sur (aproximadamente 14.000 m²) mostrando la localización de algunos de los restos de plantas descritos en el texto (hojas y troncos de palmeras y acumulaciones de *Frenelopsis*). Los números corresponden a las siglas de campo dadas a cada espécimen durante los trabajos de prospección. Fotografía original de Pere Oms.

Plantas

Los afloramientos de Fumanya y otras localidades vecinas contienen un interesante registro fósil de plantas, especialmente en los niveles basales de las series del Maastrichtiense. Los primeros estudios paleobotánicos, durante los años 80, se restringían a carófitas y polen para reconocer el límite K/T en el Sinclinal de Vallcebre (por ejemplo Feist & Colombo, 1983; Médus et al., 1988). Más recientemente, se han encontrado cientos de macrorestos de plantas, asociados a las huellas y rastros de titanosaurios, en

la parte superior de la unidad de limos margosos y los estratos margosos suprayacentes (FIG. 5). Aquí, Schulp & Brokx (1999) citaron por primera vez “varios troncos grandes de árboles..., así como un gran número de impresiones de hojas de palmera muy bien preservadas”.

Las prospecciones continuadas en esta unidad litoestratigráfica en los afloramientos de Fumanya Sur, Mina Esquirol, Pla de la Barraca y Coll de Pradell han permitido identificar cerca de 130 moldes y compresiones de troncos y cerca de 80 impresiones y compresiones de hojas de palmera (Marmi et al.,



2008a, 2008b). Muchos troncos se han conservado como moldes cilíndricos, sin haberse preservado los detalles anatómicos, y sin evidencias de ramificación (FIG. 6). Sus dimensiones varían entre 0,3-14 m de largo y 0,03-0,45 m de ancho, y se disponen de forma paralela al plano deposicional. Solamente en algunos casos se conservan evidencias de estructuras, que normalmente consisten en formas elipsoidales y agujeros que podrían interpretarse como tubos de madera de palmera. Su forma, así como los ejemplos de estructuras anatómicas preservadas, hace pensar que la mayoría de los troncos encontrados en estas localidades probablemente pertenezcan a palmeras (Marmi et al., 2010b). La abundancia de hojas de palmeras en las superficies de los mismos estratos apoya esta hipótesis. Muchas de estas palmeras están casi completas y presentan pecíolos pegados a láminas en muchos casos. Han sido clasificadas como *Sabalites longirhachis* según su morfología macroscópica (Marmi et al., 2008a).

Una característica interesante de las hojas de *Sabalites* de Fumanya son los diferentes estadios de crecimiento de los distintos especímenes encontra-

dos. En la localidad de Mina Esquirol podemos observar dos ejemplos claros: el primero consiste en una lámina costa-palmada completa de 0,7 x 0,4 m correspondiente a una hoja madura, mientras que el segundo consiste en una lámina más pequeña (0,4 x 0,1 m) con pecíolo (0,5 m) que corresponde a una hoja joven (FIG. 7). Esto resulta llamativo desde un punto de vista tafonómico, ya que en las palmeras actuales las hojas muertas siguen pegadas y recubren el tallo, haciendo improbable la presencia de hojas bien preservadas en el registro fósil (ver Marmi et al., 2008a y referencias). La abundancia de hojas de palmera bien preservadas, tanto maduras como jóvenes, en la superficie de Fumanya puede ser explicada por producción traumática (por ejemplo como consecuencia de agentes atmosféricos tales como tormentas).

Los restos más abundantes de plantas de Fumanya corresponden, aun así, a coníferas cheirolepidiáceas del género *Frenelopsis* (Marmi et al., 2008b). En las localidades de Fumanya Sur y Mina Esquirol se han documentado al menos 60 puntos fosilíferos, desde restos dispersos a acumulaciones masivas de cientos de ejes de hojas de *Frenelopsis*



FIG. 6. Dos moldes cruzados de troncos de palmera en la localidad de Mina Esquirol. Escala de 15 cm.

fragmentados (FIG. 8). Las cutículas presentan una preservación pobre, haciendo difícil saber si estos restos pertenecen a las especies descritas de este género o a nuevas especies.

Los estudios tafonómicos y paleoecológicos de asociaciones de plantas de Fumanya se encuentran en una fase inicial (por ejemplo, Villalba-Breva & Martín-Closas, 2011). Una de las cuestiones más importantes de estos estudios es averiguar si estas plantas vivían en el ambiente en que se depositaron (es decir, una llanura lutítica salobre) o, por el contrario, fueron transportadas desde hábitats cercanos (Riera et al., 2010). Además, sería interesante determinar si las palmeras *Sabalites* y las confieras *Frenelopsis* cohabitaban en el mismo hábitat. Esta asociación fósil ha sido también documentada en la cuenca vecina de Coll de Nargó, en un ambiente inferido similar (pantanos costeros salobres).

Finalmente, vale la pena mencionar que, como los rastros de dinosaurio, los restos de plantas de Fumanya están sufriendo un proceso de degradación importante debido a factores ambientales (Vila et al., 2008). Aunque se ha tomado ya mucha información de carácter científico y se han realizado réplicas de muchos especímenes (almacenados en las colecciones del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont), muchos de los originales seguramente se degradarán en poco tiempo, incluso antes que algunos restos de dinosaurios.

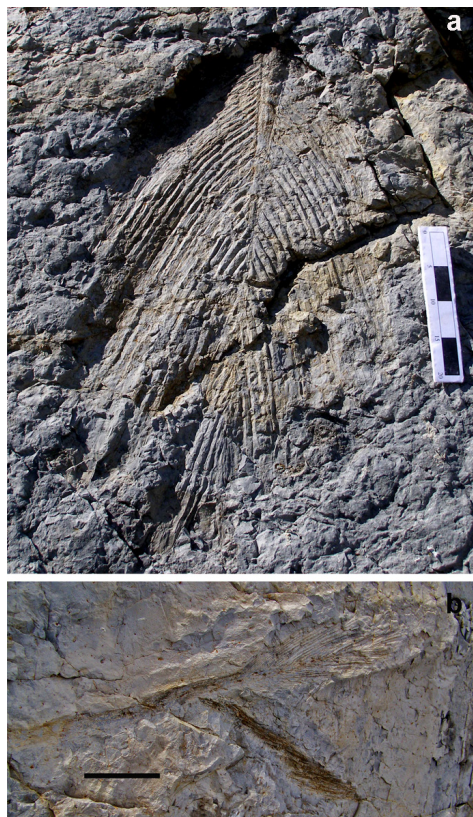


FIG. 7. Hojas de la palmera *Sabalites* de la localidad de Mina Esquirol. Lámina completa de una hoja madura (a) y hoja joven completa (b). Escalas de 20 y 15 cm, respectivamente.

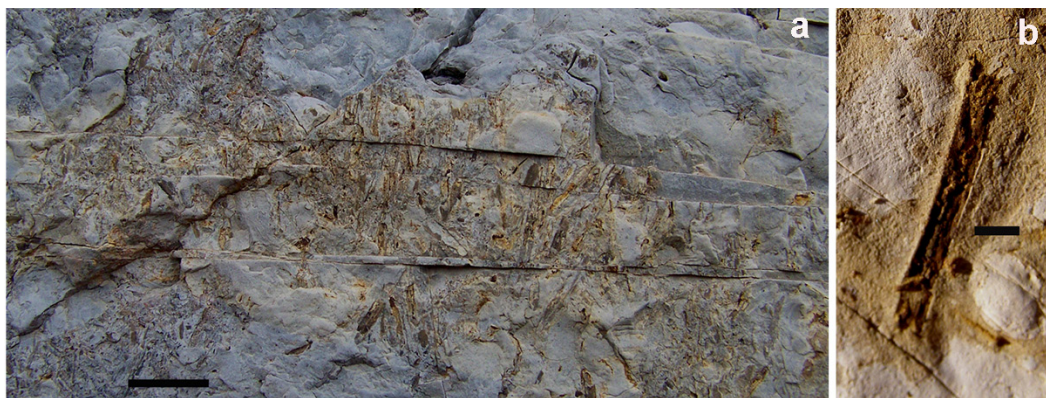


FIG. 8. Los ejes con hojas de *Frenelopsis* de la localidad de Mina Esquirol (a) acumulación y (b) restos aislados. Escalas de 1 y 0,2 cm, respectivamente.

Invertebrados

Este apartado resume los hallazgos de macroinvertebrados encontrados en el área y sus condiciones paleoecológicas (FIG. 9 y 10). La malacofauna está muy restringida a los sistemas acuáticos de agua dulce y salobre de la parte inferior de la Formación Tresp (‘‘Garumniense’’ gris), donde las especies se encuentran en asociaciones poco variables y concentradas en niveles discretos. Dada su preservación generalmente mala en el Sinclinal de Vallcebre y su plasticidad fenotípica (corbicúlidos, ostras, gasterópodos melanozóoides, etc.), es difícil proporcionar determinaciones específicas. Entre los microinvertebrados, el único grupo destacable son los ostrácodos, que son muy abundantes debajo de los estratos margo-calcáreos que cubren los primeros rastros de titanosauros en los afloramientos de Vallcebre. Los ostrácodos están actualmente en proceso de estudio.

BIVALVIA

Pteriomorpha

Anomia sp. (Anomiidae)

Esta pequeña especie se ancla con la valva plana derecha a superficies duras (en este caso probablemente al sustrato duro), mediante un biso calcificado que sobresale a través de un agujero de su valva derecha. Es indicadora de condiciones marinas abiertas. Los anomiidos normalmente se encuentran en gran abundancia, aunque en esta zona aparecen sólo de forma aislada en algunos niveles de la secuencia basal de margocalizas (Mina Esquirol, Pla de la Barraca), y en un nivel superior de Fumanya Sur.

Saccostrea sp. (Ostreidae, Crassostreinae)

El género *Saccostrea* es muy parecido en forma a *Crassostrea*, aunque se distingue por la presencia de chomata (pequeños surcos y crestas en el margen dorsal interno de la concha). Esta especie es gregaria, cementando su valva izquierda (como todas las ostras) a superficies duras. Las ostras de este tipo pueden ser totalmente marinas o prosperar en condiciones fluctuantes de salinidad. Pueden formar grandes biohermos, especialmente en ambientes de lagoon o estuario, donde hay una baja competencia y pocos depredadores. En Vallcebre sólo se encuentran en pequeños grupos de tres a cinco individuos, y están restringidas a la secuencia basal de margocalizas, cerca de las superficies con *Anomia* (Mina Esquirol, Pla de la Barraca) y algunos niveles superiores.

‘‘Saccostrea’’ elhuyari (Vidal, 1921) (Ostreidae, Crassostreinae)

Esta especie tiene un contorno ancho y en forma de hoz y una ornamentación con algunas costillas onduladas en la valva izquierda (menos desarrolladas en la valva derecha) bastante características. Los chomata son bastante fuertes y pueden tener forma circular. Contrariamente a la especie anterior, normalmente no forma acumulaciones. Esta especie es indicadora de condiciones más marinas que *Saccostrea* sp. En Vallcebre se encuentra con *Saccostrea* sp. y *Anomia* sp., indicando un ambiente más marino que *Saccostrea* sp.

Palaeoheterodonta

?*Protanodonta* sp. (Unionidae)

Esta especie está actualmente en proceso de estudio. Se asigna provisionalmente al nombre genérico propuesto por Delvene & Araujo (2009) para unionidos del Cretácico Inferior de las cuencas Vasco-Cantábricas. Esta especie es diferente de ‘‘*Unio*’’ *garumnica*. Los unionidos proporcionan evidencias de condiciones de agua dulce, así como también de la presencia de peces huéspedes (necesarios para su desarrollo larvario). Esta especie es sólo localmente abundante y generalmente monoespecífica en areniscas arcillosas y arcillas más oscuras, y se encuentra junto a *Corbicula* en una capa de Fumanya Norte (similar a asociaciones actuales, como las del Bajo Ebro). Asimismo, el hecho de encontrarse con *Cerithium*, como sucede en una capa del área de Vallcebre, podría indicar retrabajamiento o condensación.

Heterodonta

‘‘Cardium’’ (Cardiidae)

La mayoría de los representantes de este grupo son completamente marinos, aunque algunos habitan aguas con salinidad reducida. Vidal (1874) mencionó la especie *Cardium duclouxii*, aunque la preservación del material recuperado no permite una asignación taxonómica fiable. Aun así, visto en contexto, las especies de este grupo parecen haber vivido en condiciones salobres.

Corbicula laletana (Vidal, 1921: *Cyrena*) (Corbiculidae)

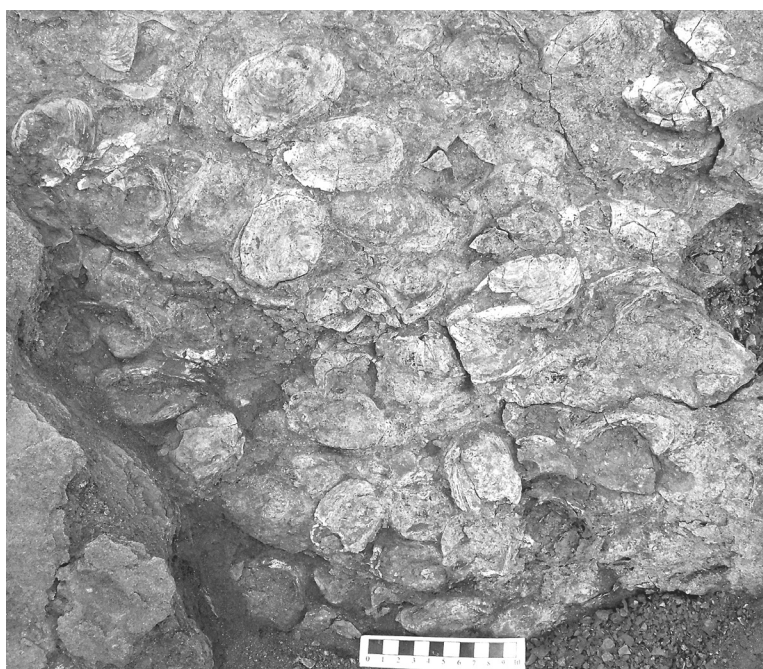
Los corbicúlidos actuales son extremadamente variables genéticamente, fenotípicamente y en cuanto a estrategias reproductivas (Glaubrecht et al., 2007). Se encuentran en ambientes de agua dulce y salobre. Estas características hacen que la diferenciación taxonómica en el ‘‘Garumniense’’ carezca de sentido.



A



B



C

FIG. 9. (A) Fragmentos de anomiidos y ostras en una superficie de arcillas margosas (diámetro de la moneda: 20 mm), Mina Esquirol; (B) acumulación de *Corbicula* (longitud de la muestra: 20 cm), Fumanya Sur; (C) acumulación de *Protanodonta* (escala en cm), Fumanya Norte.

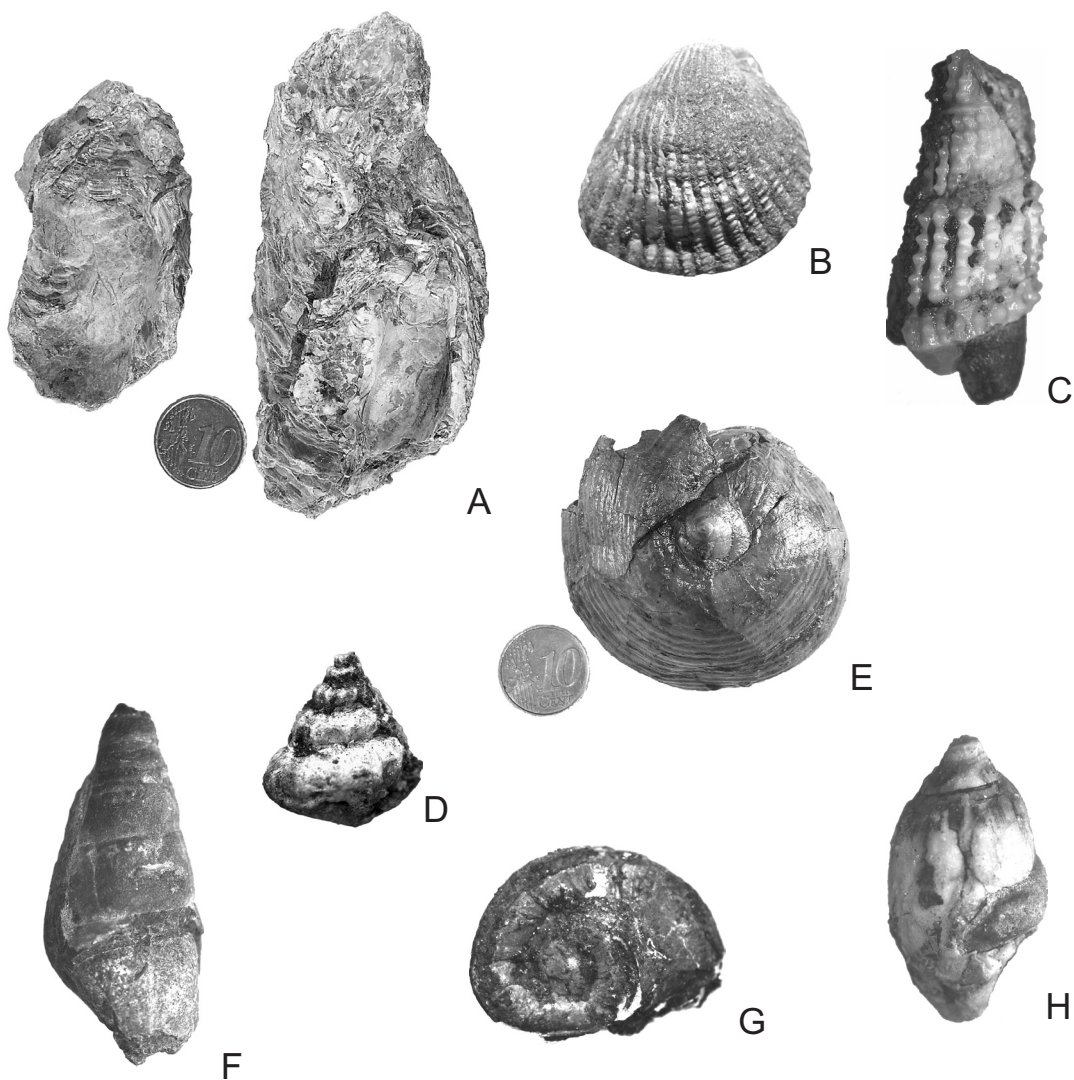


FIG. 10. (A) *Saccostrea*, valva derecha e izquierda (moneda para escala: 20 mm), Mina Esquirol; (B) "*Cerastoderma*" (longitud aproximada 2,5 cm), Sinclinal de Vallcebre (Museu Comarcal de Berga); (C) *Cerithium* (?*Potamides*) (altura 13 mm), Fumanya Sur; (D) *Pyrgulifera* (altura 4,5 mm), Fumanya Norte; (E) *Lychnus* (diámetro de la moneda: 20 mm), Coll de Jou (Saldes); (F) Fragmento de *Pseudomelania* (altura 12,7 mm), Fumanya Norte; (G) *Deianira* (anchura 11 mm), Fumanya Norte; (H) *Melanopsis* (altura 13 mm), Fumanya Sur.

En Vallcebre, *Corbicula laetana* es el bivalvo más común, y se encuentra asociado a otras especies de moluscos (excepto el terrestre *Lychnus*).

GASTROPODA

Cerithioidea

Cerithium sp. (Cerithiidae)

Las especies descritas por Vidal (1874) también han sido asignadas a *Potamides*, y algunas tienen una ornamentación similar a Cerithioidea. Sin embargo, algunos Cerithioidea ocuparon ambientes de manglar (Bandel, 2006) y algunas especies actuales de *Cerithium* se encuentran también en marismas salobres del Indo-Pacífico occidental (Reid et al., 2008). Esto concuerda con las observaciones del “Garumniense” gris de Vallcebre, donde *Cerithium* sp. se encuentra junto a *Pyrgulifera*, *Melanopsis*, *Deianira* y, ocasionalmente, *Cosinia* (cf. *Nerita*).

Cosinia sp. (Thiaridae?)

Se asigna provisionalmente esta especie a *Cosinia armata* del “Garumniense” (Matheron, 1843: *Melanopsis*) (Vidal, 1874: *Melania*) como propusieron Calzada & Urquiola (1994). Es relativamente rara en los afloramientos de Vallcebre, donde se encuentra asociada a *Cerithium* sp. (y *Lychnus*) en capas de arcillas con alto contenido orgánico.

Melanopsis sp. (Melanopsidae)

Las especies de *Melanopsis* presentan una gran variabilidad genética y fenotípica. Se ha observado que algunas especies hibridan fácilmente dando lugar a morfologías intermedias (Grossowicz et al. 2003; Heller et al., 2005). Harbeck (1989) encontró diferentes tipos de conchas de larvas (que indican diferentes modos reproductivos) en morfotipos similares a los de la Cuenca de Tremp, aunque estas distinciones no son posibles con el material recuperado. Se asigna provisionalmente la especie encontrada a *Melanopsis serchensis*, que ha sido precisamente estudiada en la Cuenca de Tremp (Bandel, 2006). En los afloramientos de Vallcebre se encuentra típicamente asociada a *Deianira* y *Cerithium* en arcillas oscuras.

Pyrgulifera sp. (Paramelaniidae)

Este género de gasterópodo se encuentra en el Cretácico en pantanos costeros y en las zonas más altas de estuarios, principalmente en agua dulce (Bandel,

2006). Es un elemento faunístico muy común en los afloramientos de Vallcebre, donde se encuentra en limos margosos junto con las ostras *Anomia* y *Corbicula* (probablemente retrabajada) y en arcillas junto con otros gasterópodos mencionados en el texto.

Pseudomelania sp. (Pseudomelaniidae, Orden incierto) (Kiel & Bandel, 2003)

Este taxón se encuentra en algunas capas de Vallcebre, junto con otros taxones de moluscos.

Neritioidea

Deianira sp. (Deianiridae)

Este género se restringe aparentemente al Cretácico (Bandel & Kiel 2003). *Deianira matheroni* se ha encontrado en la Cuenca de Tremp (Bandel & Kiel 2003). Las especies de este género habitaban desde aguas salobres a marinas. La especie mencionada es uno de los gasterópodos más comunes en Vallcebre, y se encuentra desde limos margosos hasta arcillas oscuras.

Nerita sp. (Neritidae)

Como *Cerithium*, algunas especies actuales del género *Nerita* habitan ambientes de marismas salobres (Reid et al., 2008). Este taxón no es muy común en Vallcebre, pero cuando se encuentra aparece en los niveles de arcillas margosas junto con *Melanopsis*, *Cerithium*, *Pseudomelania* y *Pyrgulifera*.

Gastropoda terrestres

“Helix” sp. (Helicoidea)

Probablemente *Helix cyclophorus*. Este taxón es escaso en la mayor parte de los afloramientos estudiados, aunque abundante en los niveles en que se encuentra (normalmente como moldes internos). No parece estar asociado a otros moluscos.

Lychnus (?Helicidae)

Según Bandel (2008, com. pers.) la posición taxonómica de este gasterópodo moderadamente grande y terrestre no es clara. *Lychnus* es un taxón típicamente garumniense y puede encontrarse en grandes cantidades (por ejemplo en la Cuenca de Tremp) (ver Bilotte et al., 1998). Es menos abundante en los afloramientos estudiados de Vallcebre, donde aparece junto con *Pyrgulifera* o más comúnmente con *Cosinia*. Esta combinación sugiere que es para-autóctono.

Agradecimientos

Los trabajos en el Sinclinal de Vallcebre han sido financiados por los proyectos CGL2005-07878-C02-01,02 y CGL2008-06533-C03-01/BTE (Ministerio de Ciencia e Innovación) y 2006EXCAVA0001 (Generalitat de Catalunya). La aportación de Josep Marmi ha sido financiada por una beca postdoctoral (JCI-2007-187-1593, Programa Juan de la Cierva, Ministerio de Ciencia e Innovación). El trabajo de Violeta Riera ha sido financiado por una beca del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa (Generalitat de Catalunya y European Social Fund). Queremos agradecer al Dr. Carles Martín-Closas, al Dr. Bernard Gomez, a Sheila Villalba-Breva y a Begoña Poza su colaboración en los estudios de paleobotánica y vertebrados.

Referencias

- Aepler, R. (1967). Das garumnian der Mulde Von Vallcebre und ihre Tektonik (Spanien, Provinz Barcelona), Berlin: Freien Universität Berlin (Naturwissenschaftlichen Fakultät). 101 pp.
- Bandel, K. (2006). Families of the Cerithioidea and related superfamilies (Palaeo-Caenogastropoda; Mollusca) from the Triassic to the recent characterized by protoconch morphology-including the description of new taxa. *Freiberger Forschungshefte C511*: 59-138.
- Bandel, K. & Kiel, S. (2003). Relationships of Cretaceous Neritimorpha (Gastropoda, Mollusca), with the description of seven new species. *Bulletin of the Czech Geological Survey* 78: 53-65.
- Bates, K.T., Rarity, F., Manning, P.L., Hodgetts, D., Vila, B., Oms, O., Galobart, À. & Gawthorpe, R. L. (2008a). High-resolution LiDAR and photogrammetric survey of the Fumanya dinosaur tracksites (Catalonia): Implications for the conservation and interpretation of geological heritage sites. *Journal of the Geological Society of London* 165: 115-127.
- Bates, K.T., Manning, P.L., Vila, B. & Hodgetts, D. (2008b). Three-dimensional modelling and analysis of dinosaur trackways. *Paleontology* 51: 999-1010.
- Bilotte, M., Hansotte, M. & Villatte, J. (1998). Découverte de *Lychnus elongatus* Roule, 1884, gastéropode continental, dans le Campanien marin nord-pyrénéen. *Revue de Paléobiologie* 17(2): 541-547.
- Bravo, A.M., Vila, B., Galobart, À. & Oms, O. (2005). Restos de huevos de dinosaurio en el sinclinal de Vallcebre (núm. esp.), (Berguedà, Provincia de Barcelona). *Revista Española de Paleontología* 10: 49-57.
- Calzada, S. & Urquiola, M. (1994). Nuevos datos sobre *Melanopsis armatus* Mathéron, 1843. (Gasterópodo del Cretácico, facies Garumniense). *Coloquios de Paleontología* 46: 151-159.
- Delvene, G. & Araujo, R. (2009). Early Cretaceous non-marine bivalves from the Cameros and Basque-Cantabrian basins of Spain. *Journal of Iberian Geology* 35: 19-34.
- Feist, M. & Colombo, F. (1983). La limite Crétacé-Tertiaire dans le nord-est de l'Espagne, du point de vue des charophytes. *Géologie Méditerranéenne* X(3-4): 303-326.
- Glaubrecht, M., Fehér, Z. & Köhler, F. (2007). Inventorizing an invader: Annotated type catalogue of Corbiculidae Gray, 1847 (Bivalvia, Heterodonta, Veneroidea), including Old World limnic *Corbicula* in the Natural History Museum Berlin. *Malacologia* 49: 243-272.
- Grossowicz, M., Sivan, N. & Heller, J. (2003). *Melanopsis* from the Pleistocene of the Hula Valley (Gastropoda: Cerithioidea). *Israel Journal of Earth Science* 52: 221-234.
- Le Loeuff, J. & Martínez-Rius, A. (1997). Afloramiento de icnitas de Titanosauridae en la zona de Fumanya (Maastrichtiense, Pirineo oriental): estudio preliminar. *Geogaceta* 21: 151-153.
- Harbeck, K. (1989). Palökologische und mikrofazielle Untersuchungen an Küstensumpfablagerungen aus dem Maastricht bei Isona (Becken von Tresp, Südpirenen, Spanien). Proyecto de Máster, Geol. Inst., University Hamburg. 167 pp.
- Heller, J., Mordan, P., Ben-Ami, F. & Sivan, N. (2005). Conchometrics, systematics and distribution of *Melanopsis* (Mollusca: Gastropoda) in the Levant. *Zoological Journal of the Linnean Society* 144: 229-260.
- Kiel, S. & Bandel, K. (2003). New taxonomic data for the gastropod fauna of the Umzamba Formation (Santonina-Campanian, South Africa) based on newly collected material. *Cretaceous Research* 24: 449-75.
- Marmi, J., Gomez, B. & Martín-Closas, C. (2008a). Presencia de macrorrestos parautóctonos de *Sabalites* cf. *longirrhachis* (Unger, 1850) Kvacek & Herman, 2004 en facies parálidas del Cretácico superior del Pirineo oriental. *Revista Española de Paleontología* 23: 7-14.
- Marmi, J., Malchus, N., Vila, B., Poza, B., Riera, V., Galobart, À., Oms, O., Gomez, B. & Martín-Closas, C. (2008b). Where dinosaurs got wet feet—wetland fauna and flora associated to titanosaur tracks in the southeastern Pyrenees. Taphos08 Granada, Abstracts Volume: 64-65.
- Marmi, J., Vila, B. & Galobart, À. (2009). *Solemys* (Chelonii, Solemydidae) remains from the Maastrichtian of Pyrenees: evidence for a semi-aquatic lifestyle. *Cretaceous Research* 30: 1307-1312.

- Marmi, J., Vila, B., Oms, O., Galobart, À. & Cappetta, H. (2010a). Oldest records of stingray spines (Chondrichthyes, Myliobatiformes). *Journal of Vertebrate Paleontology* 30(3): 970-974.
- Marmi, J., Gomez, B., Martín-Closas, C. & Villalba-Breva, S. (2010b). A reconstruction of the fossil palm *Sabalites longirhachis* (Unger) J. Kvaček et Herman from the Maastrichtian of Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology* 163: 73-83.
- Mathéron, P. (1843). Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles du département des Bouches du Rhône. Marseille. 269 pp.
- Médus, J., Feist, M., Rocchia, R., Batten, D.J., Boclet, D., Colombo, F., Tambareau, Y. & Villatte, J. (1988). Prospects for recognition of the palynological Cretaceous/Tertiary boundary and an iridium anomaly in nonmarine facies of the eastern Spanish Pyrenees: a preliminary report. *Newsletters on Stratigraphy* 18(3): 123-138.
- Oms, O., Dinarès-Turell, J., Vicens, E., Estrada, R., Vila, B., Galobart, À. & Bravo, A.M. (2007). Integrated stratigraphy from the Vallcebre Basin (southeastern Pyrenees, Spain): New insights on the continental Cretaceous-Tertiary transition in southwest Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 255: 35-47.
- Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I., Ullastre, J. & Masriera, A. (2003). Primera cita de un dinosaurio hadrosaurio en el Cretácico superior del Prepirineo oriental (Peguera, provincia de Barcelona). *Geogaceta* 34: 195-198.
- Pereda-Suberbiola, X., Company, J. & Ruiz-Omeñaca, J. I. (2004). Dinosaurios y otros vertebrados continentales del Cretácico final (Campaniense-Maastrichtiense) de la Península Ibérica: composición y sucesiones faunísticas. *Geotemas* 6(5): 55-58.
- Reid, D.G., Dyal, P., Lozouet, P., Glaubrecht, M. & Williams, S.T. (2008). Mudwhelks and mangroves: the evolutionary history of an ecological association (Gastropoda: Potamididae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 680-699.
- Riera, V., Marmi, J., Oms, O. & Gomez, B. (2010). Orientated plant fragments revealing tidal palaeocurrents in the Fumanya mudflat (Maastrichtian, southern Pyrenees): insights in palaeogeographic reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 288: 82-92.
- Schulp, A.S. & Brox, W.A. (1999). Maastrichtian Sauropod Footprints from the Fumanya Site, Berguedà, Spain. *Ichnos* 6(4): 239-250.
- Ullastre, J. & Masriera, A. (1983). Le passage Crétacé-Tertiaire dans les régions sud-pyrénéennes de la Catalogne: données nouvelles. *Géologie Méditerranéenne* X(3-4): 277-281.
- Vergés, J., Martínez-Rius, A., Domingo, F., Muñoz, J.A., Losantos, M., Fleta, J. & Gisbert, J. (1994). Mapa Geológico de España, Hoja 255 (36–11), La Poblá de Lilet. Escala 1:50.000. IGME, Madrid.
- Vicens, E. (1992). Estudio de la fauna de rudistas (Hippuritidae y Radiolitidae) de los materiales cretácicos del Pirineo oriental: implicaciones bioestratigráficas. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 270 pp.
- Vicens, E., Ardèvol, L., López-Martínez, N. & Arribas, M.E. (2004). Rudist biostratigraphy in the Campanian-Maastrichtian of the south-central Pyrenees, Spain. *Courier Forschung-Institut Senckenberg* 247: 113-127.
- Vidal, L.M. (1871). Excursión geológica por el norte de Berga. *Revista Minera* 22: 505-528.
- Vidal, L.M. (1874). Datos para el conocimiento del terreno Garumnense de Cataluña. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España 1:2 09-247, Facsímil Luis Mariano Vidal 1842-1922. Selección de obras sobre el Cretácico. Barcelona: Museo de Geología.
- Vidal, L.M. (1921). Contribución a la paleontología del Cretácico de Cataluña. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* (3)17:89-107. (Facsímil in "Luis Mariano Vidal 1842-1922. Selección de obras sobre el Cretácico"). Barcelona: Museo de Geología.
- Vila, B., Oms, O. & Galobart, À. (2005). Manus-only titanosaurid trackway from Fumanya (Maastrichtian, Pyrenees): further evidence for an underprint origin. *Lethaia* 38: 211-218.
- Vila, B., Oms, O., Marmi, J., Galobart, À. & Gaete, R. (2006). Los últimos dinosaurios de los Pirineos y sus huellas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 14(3): 240-246.
- Vila, B., Poza, B., Galobart, À., Marmi, J. & Fortuny, J. (2007). Evidence for big sauropods and dromaeosaurid theropods from a new Maastrichtian locality in the southern Pyrenees. The Annual Symposium of Vertebrate Palaeontology and Comparative Anatomy, Glasgow. August 2007, Abstracts Book: 44.
- Vila, B., Oms, O., Marmi, J. & Galobart, À. (2008). Tracking Fumanya footprints (Maastrichtian, Pyrenees): historical and ichnological overview. *Oryctos* 8: 130-150.
- Vila, B., Galobart, À., Oms, O., Poza, B. & Bravo, A.M. (2010). Assessing the nesting strategies of Late Cretaceous titanosaurs: 3-D clutch geometry from a new megaloolithid egg site. *Lethaia* 43: 197-208.
- Vila, B., Riera, V., Bravo, A.M., Oms, O., Vicens, E., Estrada, R. & Galobart, À. (2011). The chronology of dinosaur oospecies in southern Europe: refinements from the Maastrichtian succession of the Eastern Pyrenees. *Cretaceous Research* 32(3): 378-386.

- Villalba-Breva, S. & Martín-Closas, C. (2011). A characean thallus with attached gyrogonites and associated fossil charophytes from the Maastrichtian of the Eastern Pyrenees (Catalonia, Spain). *Journal of Phycology* 47: 131-143.
- Viladrich, L. (1986). Les petjades fòssils del Coll de Fumanya. *L'Erol* 18: 7-12.

PARADA 2. EL ÁREA DE NIDIFICACIÓN DE COLL DE NARGÓ

Vila, B.¹, Sellés, A. G.¹ & Galobart, À.¹

¹ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Carrer Escola Industrial, 23, Sabadell, 08201, Catalunya; bernat.vila@icp.cat, albert.garcia@icp.cat, angel.galobart@icp.cat

Introducción

Actualmente, y especialmente después del descubrimiento de los embriones de titanosaurios *in ovo* en los huevos megaloolítidos en Auca Mahuevo (Argentina), muchos especialistas han asumido que los huevos de esta oofamilia corresponden a titanosaurios. Por otra parte, en muchas cuencas de la zona meridional de Europa, el registro de huevos megaloolítidos es una fuente potencial de evidencia para estimar los hábitos de puestas de este grupo de saurópodos. En la zona surpirenáica, las capas del Cretácico Superior de las formaciones Tremp y Areniscas de Arén, han librado durante muchos años cientos de huevos y nidos *in situ*. A este respecto, el Sinclinal de Coll de Nargó contiene un registro extensivo de cáscaras de huevo, huevos y nidos que representan una de las muestras más interesantes para evaluar el comportamiento de puesta de los titanosaurios.

La llamada área de nidificación de Coll de Nargó se descubrió en el drenaje del río Sallent, en la zona surpirenáica al oeste de Catalunya (España). Está compuesta por varias capas con abundantes localidades con huevos. De oeste a este, las localidades más importantes son Sallent, Pinyes, Santa Eulària, Codó y Els Enserri, siendo el yacimiento de Pinyes uno de los más importantes (FIG. 1). Estas localidades se hallan en las unidades basales de la Formación Tremp (Cretácico Superior-Paleoceno Inferior), una formación históricamente referida como facies “Garumnienses” en el sur de los Pirineos (ver revisión en Rosell et al., 2001). Muchos de los nidos representan la actividad de puesta de saurópodos en antiguos ambientes de llanuras de inundación.

La primera referencia de cáscaras de huevo de dinosaurio en el Sinclinal de Coll de Nargó data de 1965, cuando el Dr. Joan Rosell dirigió uno de los primeros estudios geológicos en los Pirineos de Lleida (NE de España). Catorce años después, Erben et al. (1979) incorporaron fragmentos de cáscara de huevo de Coll de Nargó en sus estudios sobre la posible relación entre las patologías en las cáscaras de huevo y la extinción de los dinosaurios. De hecho, Erben fue el primero de un gran número de paleontólogos alemanes de la Universidad de Bonn que trabajaron con el material fósil del área de Coll de Nargó durante muchos años (Ashraf & Erben, 1989; Peitz, 2000; Sander et al., 1998, 2008). Por otro lado, investigadores de la Universidad Complutense de Madrid llevaron a cabo estudios paleontológicos en esta área (López-Martínez 2001, 2003). Los últimos trabajos desarrollados en esta zona se dirigieron en 2005 y 2007 por un equipo de investigación compuesto por paleontólogos del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (antiguo Institut de Paleontologia Miquel Crusafont de Sabadell) y de la Montana State University. Los primeros estudios expusieron una comparativa entre el área de puesta de Coll de Nargó y el yacimiento de Auca Mahuevo (Argentina) (Vila et al., 2006; Jackson et al., 2008).

Registro de cáscaras de huevo

El estudio del registro oológico en el área de Coll de Nargó ha generado algunas controversias debido a las afinidades parataxonómicas de las cáscaras de huevo. Originalmente, Peitz (2000) indicó que el material oológico del área debería ser referido como ooespecies (*M. mamillare*). Esta publicación y algunas posteriores (ver Sander et al., 1998, 2008) establecieron que no había diferencias significativas entre las ooespecies de megaloolítidos. Esto presumiblemente imposibilitaba el uso de las cáscaras de huevo como herramientas de correlación de depósitos de diferentes localidades, como propusieron algunos paleontólogos (García & Vianey-Liaud 2001).

Por otro lado, muchos otros autores identificaron varias ooespecies, como *Megaloolithus siruguei*, *M. petralta*, *M. aureliensis* and *M. mamillare*. López-Martínez (2001) identificó la ooespecie *M. siruguei* en las localidades de Graells, Sallent, Coll de Nargó y Santa Eulària; Panadès i Blas (2005) también notó diferencias entre las ooespecies de las muestras Coll de Nargó; Escuer et al. (2006) mencionaron la presencia de más de cuatro ooespecies diferentes (*M. siruguei*, *M. mamillare*, *M. aff. aureliensis* y *Cairanolithus* sp.) a lo largo de los horizontes con huevos cerca de las capas de Pinyes. Este registro cambia con las nuevas interpretaciones de algunos miembros de nuestro equipo de investigación, que reasignan el material oológico de *M. mamillare* a *M. cf. baghensis*. Finalmente, Jackson et al. (2008) describieron cáscaras de *Megaloolithus siruguei* en la localidad de Pinyes. Aparte de algunos caracteres controvertidos como el grosor de la cáscara (ver Peitz, 2000; Sander et al., 2008), la presencia de características inequívocas como las redes tridimensionales de canales para la respiración en la cáscara de algunas ooespecies (por ejemplo, *M. siruguei*) sugiere que el registro de cáscaras de huevo de Coll de Nargó (y del sur de Europa) es significativamente diverso (FIG. 2).

Huevos, nidos y comportamiento de nidificación

Algunos de los primeros intentos de interpretar el comportamiento de nidificación de los titanosaurios de Coll de Nargó fueron llevados a cabo por Peitz (2000) y Sander et al. (1998). Martin Sander y colaboradores (1998) describieron brevemente las

puestas de huevos megaloolítidos de Coll de Nargó como respuesta a una publicación sobre la interpretación del comportamiento de nidificación dada por Sanz et al. (1995) en la localidad de Basturs (Cuenca de Tremp). Los nidos consistían en puestas de 3 a 6 huevos, depositadas en un ambiente continental con un gran desarrollo de paleosuelos. Las puestas estaban organizadas en asociaciones con forma de bol, en las que no se observaba ninguna capa de huevos. Publicaciones posteriores de los mismos autores (Sander et al., 2008) revisaron algunas de estas conclusiones.

Desde 2005, nuestro equipo ha llevado a cabo varias prospecciones y dos excavaciones en esa área. Las excavaciones realizadas en 2005 y 2007 en la localidad de Pinyes (FIG. 3A) fueron especialmente relevantes en términos sedimentológicos, tafonómicos, y en cuanto a las asociaciones y distribuciones de los huevos y las puestas. El yacimiento de Pinyes posee un gran desarrollo de paleosuelos con abundantes trazas de artrópodos. En esa zona se excavaron y se cartografiaron más de un centenar de huevos de alrededor de diez puestas y más de cinco niveles estratigráficos diferentes. Algunas de las puestas se localizaron en el mismo horizonte, permitiendo obtener medidas laterales entre nidadas.

Se tomaron datos tafonómicos, como la orientación de las cáscaras (cóncava o convexa), la distribución de los huevos (en capas o aleatoria), el tamaño y forma aparente de los huevos, y el número de capas con huevos en las puestas. Además, el uso de instrumentos de topografía de alta resolución (como el equipo Trimble Total Station) permitió documentar con gran certeza la posición de los huevos, obteniendo datos que posteriormente fueron procesados con software CAD (Fortuny et al., 2007). Se recogieron múltiples puntos de los contornos de los huevos expuestos. El objetivo era diseñar un modelo en 3D de la distribución de los huevos. Para ello, se tuvieron en cuenta las observaciones de campo, la forma y tamaño de los huevos y la observación detallada de los huevos aislados con tomografía computerizada (CT). Esta última metodología permitió identificar que los huevos de Pinyes poseen una forma elipsoidal inequívoca. Así, los huevos fueron modelizados como elipsoides y colocados en su posición correspondiente. El buzamiento del estrato (30°) donde se localizaban los huevos fue modelado como una superficie en tres dimensiones. Finalmente, el modelo en 3D permitió visualizar la posición de cada huevo desde cualquier perspectiva (FIG. 3C).

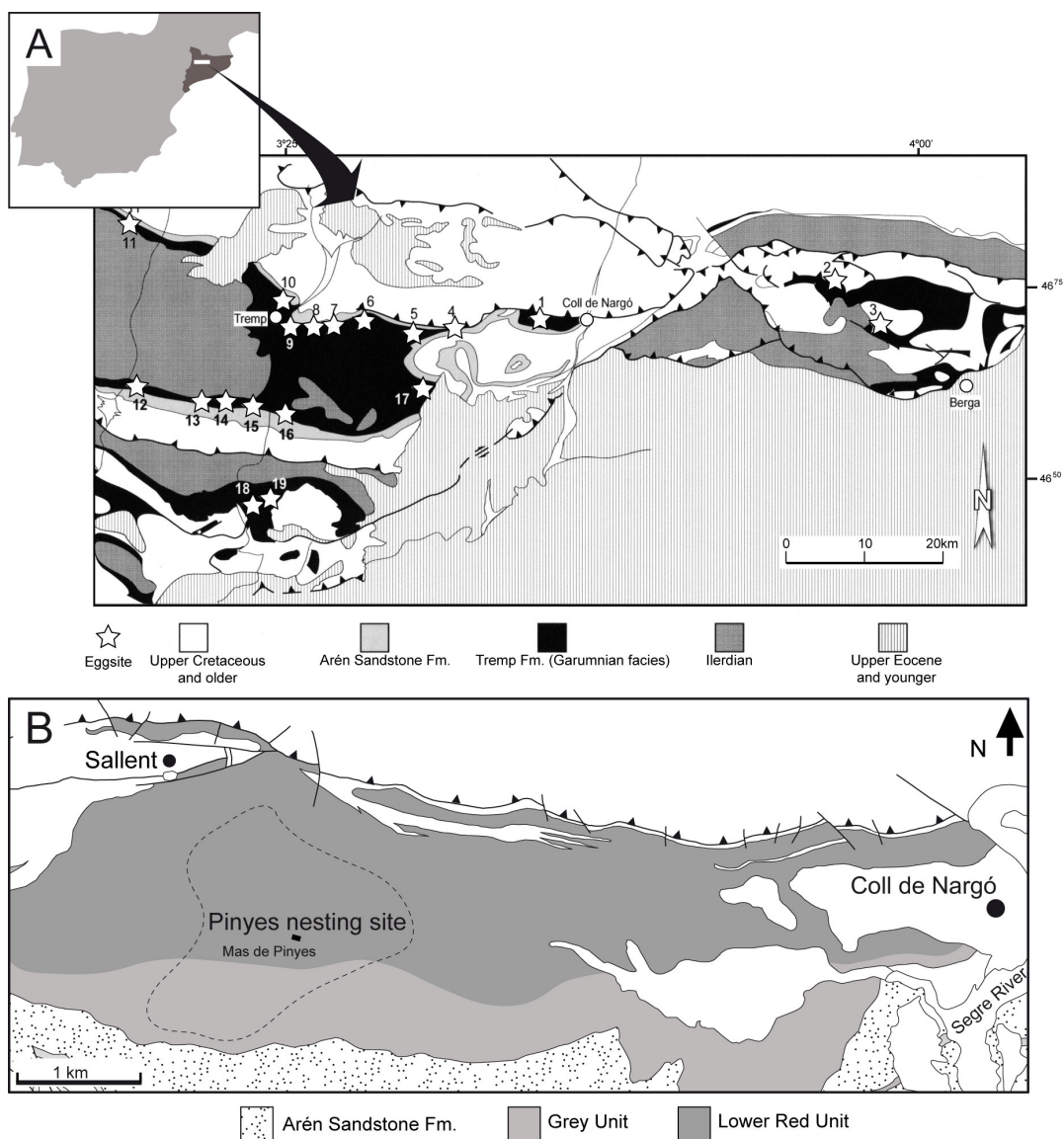


FIG. 1. A: Situación geográfica y geológica de las capas del Cretácico Superior en el sur de los Pirineos, distribución de las facies "Garumnienses" y localidades de mayor importancia con huevos de dinosaurios. 1. Pinyes (Coll de Nargó), 2. Espà, 3. Fumanya-Vallcebre, 4. Faidella, 5. Abella (Abella de la Conca), 6. Bastús, 7. Orcau, 8. Suterranya, 9. Els Nerets, 10. Talarn, 11. Blasi, 12. Montrebei, 13. Alzina, 14. Moror, 15. Cellers, 16. Llimiana, 17. Biscarri, 18. Fontllonga, 19. Figuerola. B: Detalle de una localidad con huevos (yacimient con puestas de Pinyes) mostrando la distribución de las dos mayores formaciones geológicas y unidades estratigráficas.

Como conclusiones generales, los huevos de Pinyes se asignan a *Megaloolithus siruguei* y poseen una forma elipsoidal debido a la deformación tectónica. Los huevos se asocian en grandes puestas con veinte o incluso más ejemplares (FIG. 3B), con una aparente posición en capas dentro de cada puesta. La visualización de los modelos en 3D de diferentes puestas indica que las asociaciones de Pinyes poseen una geometría en forma de bol, corroborando las inferencias previas referidas a que los huevos megaloolítidos fueron depositados en huecos excavados (Vila et al. 2010). Las formas de los nidos en tres dimensiones sugieren también que los saurópodos hicieron estos huecos con las patas posteriores (FIG. 4). También cabe señalar que los valores de conductividad calculados para estos huevos confirman la idea de que fueron incubados bajo tierra (Jackson et al., 2008).

En resumen, los nidos del área de Coll de Nargó representan una localización crítica para comprender las

estrategias de puesta de los titanosaurios del Cretácico Superior. La abundancia de huevos y puestas ofrece una oportunidad única para interpretar muchas cuestiones paleobiológicas y bioestratigráficas como el modo de puesta e incubación de los saurópodos europeos o la diversidad de cáscaras en el sur de Europa.

Agradecimientos

Los trabajos en el Sinclinal de Coll de Nargó se han realizado gracias a los proyectos CGL2005-07878-C02-01,02 y CGL2008-06533-C03-01/BTE del Ministerio de Ciencia e Innovación, y del Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació y la Direcció General de Recerca (ACOM) de la Generalitat de Catalunya. Queremos agradecer a los colegas que colaboraron en las campañas de campo de 2005 y 2007, especialmente a J. Fortuny, R. Gaete, J. Peralba, R. Jackson y A. M. Bravo.

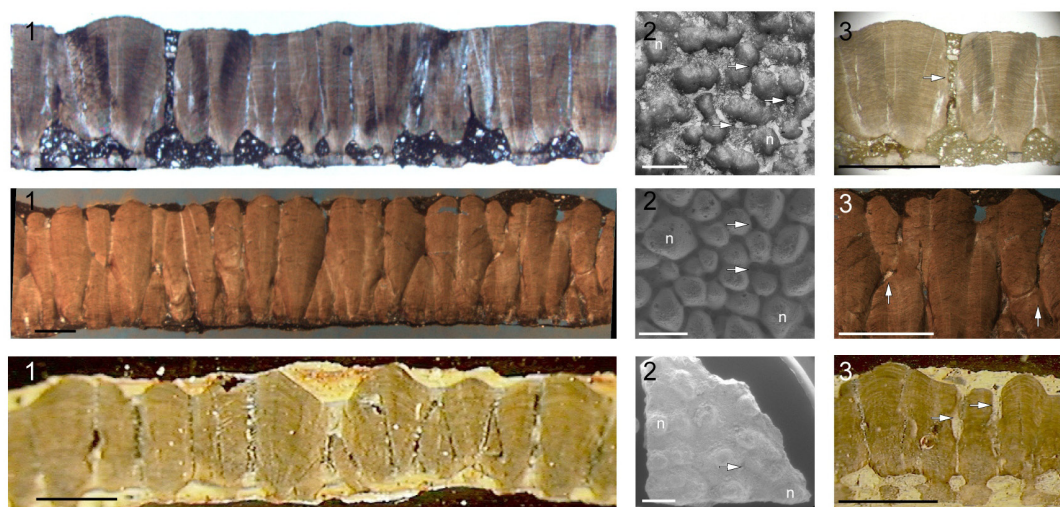


FIG. 2. Ooespecies megaloolítidas del yacimiento de puestas de Pinyes. De arriba a bajo: *Megaloolithus aureliensis*, *Megaloolithus siruguei* y *Megaloolithus cf. baghensis*. Para cada ooespecie y de izquierda a derecha: Sección radial mostrando los caracteres principales de su microestructura (1), ornamentación de la superficie externa (2), y detalle de los canales respiratorios (3). Las flechas indican la situación de las aperturas de los poros (en 2) y de los canales respiratorios (en 3). n = nodos. Barra de escala: 1mm.

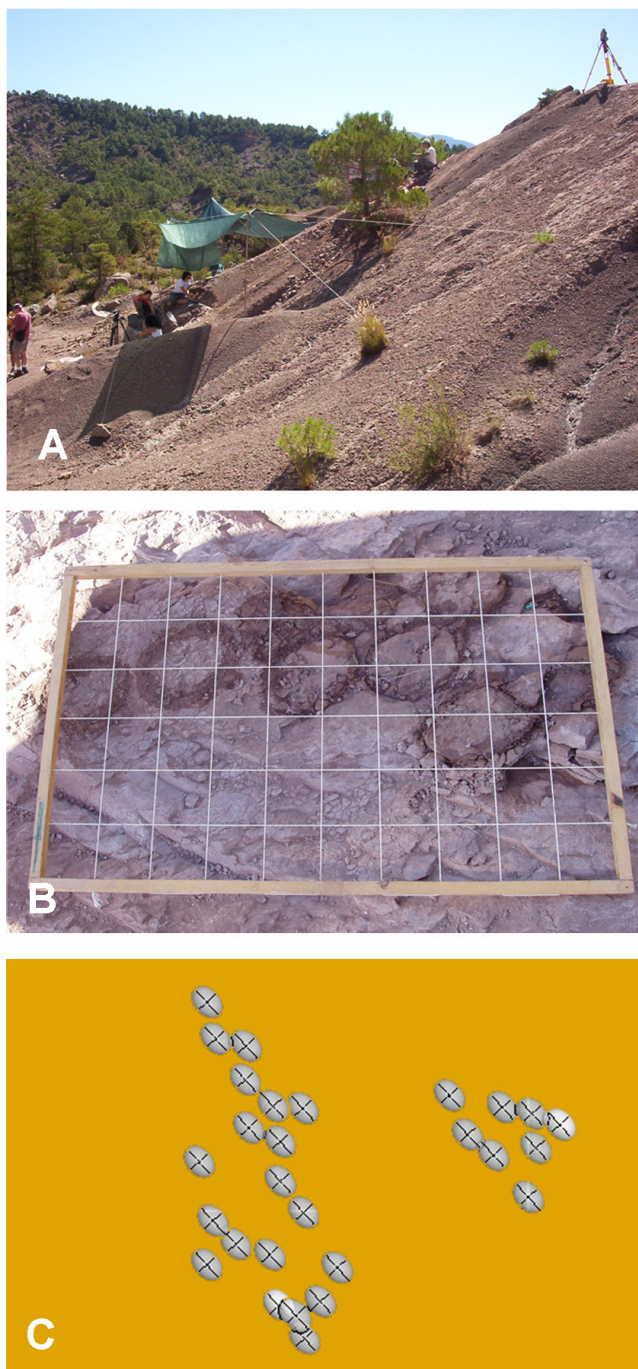


FIG. 3. Trabajo de campo en la localidad de Pinyes. A. Vista general de los horizontes con huevos y trabajos de excavación. Estación total (esquina superior derecha) usada para marcar las coordenadas de los huevos y las puestas; B: Cáscaras de huevo *in situ* (18E04). Malla de 10 cm; C: Vista aérea de dos puestas en el modelo 3D.

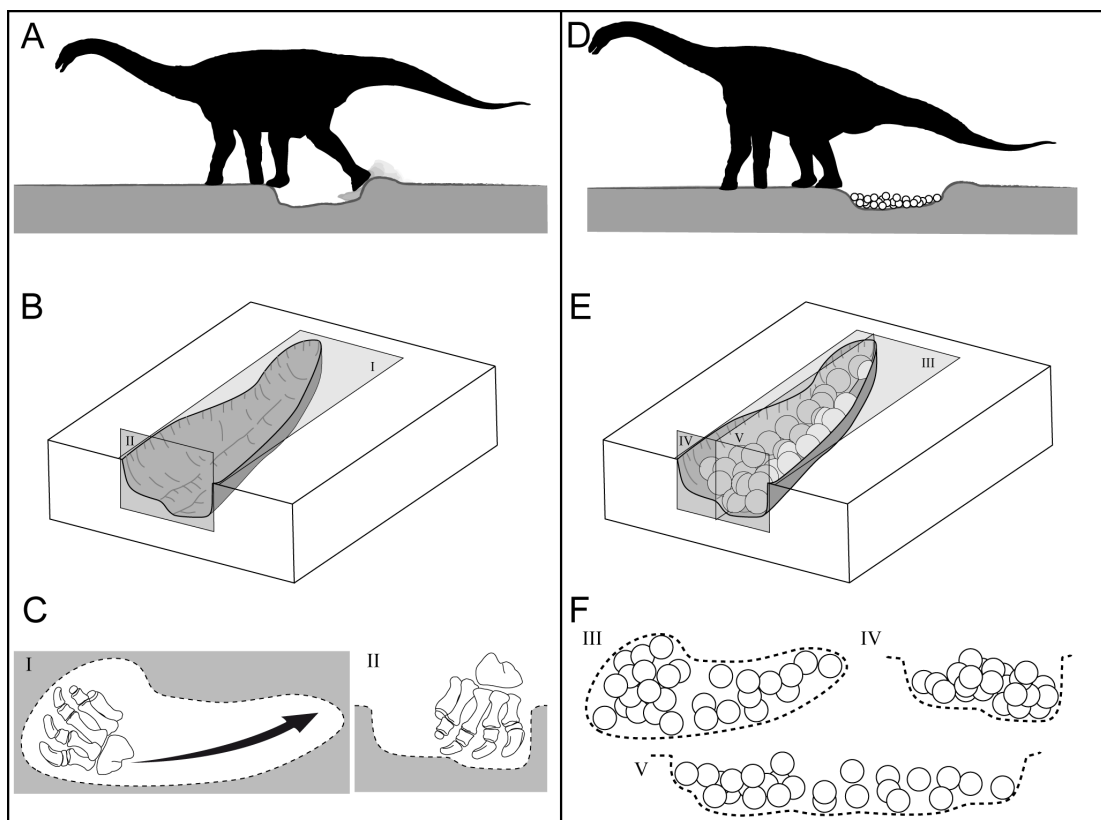


FIG. 4. Excavación de huevos y capas con huevo. A: Hembra de titanosaurio utilizando su pata trasera para excavar un nido. B: Bloque diagrama mostrando la morfología asimétrica del nido en planta (I) y perpendicularmente (II). C: Pata de titanosaurio y hueco excavado en planta y en sección perpendicular (I, II, respectivamente). Puede observarse la asimetría del hueco excavado en vista frontal y en planta. D: Puesta de huevos producida en masa por una hembra. E: Bloque diagrama con una puesta y huevos mostrando la distribución asimétrica en planta (III), vista frontal (IV) y vista lateral (V). F: Asociación de huevos en un nido en las tres vistas.

Referencias

- Ashraf, A.R. & Erben, H.K. (1989). Palynologische Untersuchungen an der Kreide-Tertiär Grenze west-mediterraner Regionen. *Paleontographica Abt. B* 200: 111-163.
- Escuer, J., Delclòs, X., Colombo, F., Bravo, A., Peralba, J., Martí, X., Ortega, J., Miquela, R. & Parellada, C. (2006). General distribution of dinosaur eggshells and clutches in the Upper Cretaceous of Coll de Nargó area (South-Central Pyrenees, Spain). Abstracts & Program III International Symposium on Dinosaur eggs, babies, and development biology, Neuquén: 3.
- Erben, H.K., Hoefs, J. & Wedepohl, K.H. (1979). Paleobiological and isotopic studies of eggshells from a declining dinosaur species. *Paleobiology* 5 (4): 380-414.
- Fortuny, J., Vila, B. & Galobart, À. (2007). Técnicas de documentación y representación tridimensional de puestas de dinosaurio. In *Cantera Paleontológica* (eds. O. Cambra, C. Martínez-Pérez, B. Chamero, F. Escaso, S. de Esteban, & J. Marugán), pp. 181-192. Cuenca: Diputación Provincial de Cuenca.
- García, G. & Vianey-Liaud, M. (2001). Dinosaur eggshells as bichronological markers in Upper Cretaceous continental deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 169: 153-164.
- Jackson, F.D., Varricchio, D.J., Jackson, R.A., Vila, B. & Chiappe, L.M. (2008). Comparison of water vapor conductance in a titanosaur egg from the Upper Cretaceous of Argentina and a *Megaloolithus siruguei* egg from Spain. *Paleobiology* 34(2): 229-246.
- López-Martínez, N. (2001). Eggshells sites from the Cretaceous-Tertiary transition in South-Central Pyrenees (Spain). In *First International Symposium on Dinosaur Eggs and Babies (Isona i Conca Dellà, Catalonia, Spain), Extended Abstracts* (eds. A. M. Bravo & T. Reyes), pp. 95-121. Lleida: Excelentísima Diputación de Lleida.
- López-Martínez, N. (2003). Dating dinosaur oodiversity: chronostratigraphic control of Late Cretaceous oospecies succession. *Paleovertebrata* 32(2-4): 121-148.
- Panadés i Blas, X. (2005). Diversity versus variability in Megaloolithid dinosaur eggshells. *PalArch, vertebrate palaeontology* 2(1): 1-13.
- Peitz, C. (2000). Fortpflanzungsbiologische und systematische Implikationen von Dinosauriergelegen aus dem Maastricht von Katalonien (NE-Spanien) sowie die Sedimentologie ihrer Fundstellen. Tesis Doctoral, Universidad de Bonn. 126 pp.
- Rosell, J. (1965). Estudio geológico del Sector del Prepirineo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (Provincia de Lérida). *Pirineus* 21: 1-225.
- Rosell, J., Linares, R. & Llompart, C. (2001). El "Garumniense" Prepirenaico. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 14(1-2): 47-56.
- Sander, M., Petiz, C., Gallemlí, J. & Cousin, R. (1998). Dinosaur nesting on a red beach? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences du Paris, Sciences de la Terre et des Planètes* 327: 67-74.
- Sander, M., Peitz, C., Jackson, F.D. & Chiappe, L.M. (2008). Upper Cretaceous titanosaur nesting sites and their implications for sauropod dinosaur reproductive biology. *Palaeontographica A* 284: 69-107.
- Sanz, J.L., Moratalla, J.J., Díaz-Molina, M., López-Martínez, N., Kálin, O. & Vianey-Liaud, M. (1995). Dinosaur nests at the sea shore. *Nature* 376: 731-732.
- Vila, B., Jackson, F.D., Galobart, À., Bravo, A.M. & Garrido, A. (2006). Dinosaur eggs and clutches from Pinyes locality (Upper Cretaceous, southern Pyrenees) and comparisons to Auca Mahuevo. Third International Symposium on Dinosaur Eggs, Babies, and Developmental biology, Abstracts book: 11.
- Vila, B., Jackson, F.D., Fortuny, J., Sellés, A.G. & Galobart, À. (2010). 3-D Modelling of Megaloolithid Clutches: Insights about Nest Construction and Dinosaur Behaviour. *PLoS ONE* 5(5): e10362.

PARADA 3. EL ARRECIFE DE HIPURÍTIDOS DE L'ESPÀ (CAMPANIENSE, PIRINEOS)

Vicens, E.¹, Pons, J.M.¹, Oms, O.¹ & Riera, V.¹

¹ Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 08193, España; enric.vicens@uab.cat, josepmaria.pons@uab.cat, josep.oriol.oms@uab.cat, VioletaLeila.riera@uab.cat

El arrecife de hipurítidos de L'Espà se encuentra en la unidad media del manto del Pedraforca de la zona central de la vertiente sur de los Pirineos. Este afloramiento se encuentra situado en la pared meridional de la montaña del Pedraforca, en la carretera que se dirige de Saldes a Gòsol (Cataluña).

Los hipurítidos son bivalvos rudistas que abarcan del Turoniense al Maastrichtiense. Pueden alcanzar grandes dimensiones (hasta 1 m de largo y diámetro variable) y son constructores de arrecifes. Su concha se anclaba al sedimento por la valva derecha y su forma puede variar desde cónica a alargada. Esta familia es fuertemente inequivalva, con una valva izquierda opercular. En la valva derecha hay dos pilares típicos.

Hippurites radius (FIG. 1) es el constructor de arrecifes principal de L'Espà, aunque se encuentran también *Hippuritella lapeirousei*, *Hippuritella* sp. y *Plagioptychus* sp., junto con corales ramificados y coloniales masivos.

El arrecife de L'Espà está expuesto en un afloramiento relativamente grande con especímenes abundantes que permiten el estudio de la composición faunística, la estructura y la zonación. La gran cantidad de rudistas permite cuantificar su orientación (posición de vida, re TRABAJAMIENTO, etc.). La relación entre la energía del medio y la posición de los rudistas se complementa también con observaciones sedimentológicas. Los rudistas se encuentran re TRABAJADOS en las zonas distales, mostrándose como grandes acumulaciones de especímenes agrupados, con escaso desgaste y preservando las dos valvas articuladas. En una posición intermedia encontramos abundantes especímenes tumbados, re TRABAJADOS y aislados. En la zona más proximal, los especímenes tienden a estar en posición vertical. Encima de la sucesión anterior encontramos una unidad calcarenítica con escasos especímenes altamente re TRABAJADOS. Finalmente, la unidad superior de lagoon presenta escasos rudistas. Las observaciones sobre la orientación de los especímenes fueron proyectadas de diferentes formas, incluyendo proyecciones estereográficas que incluso indican la pendiente de la pared del arrecife.

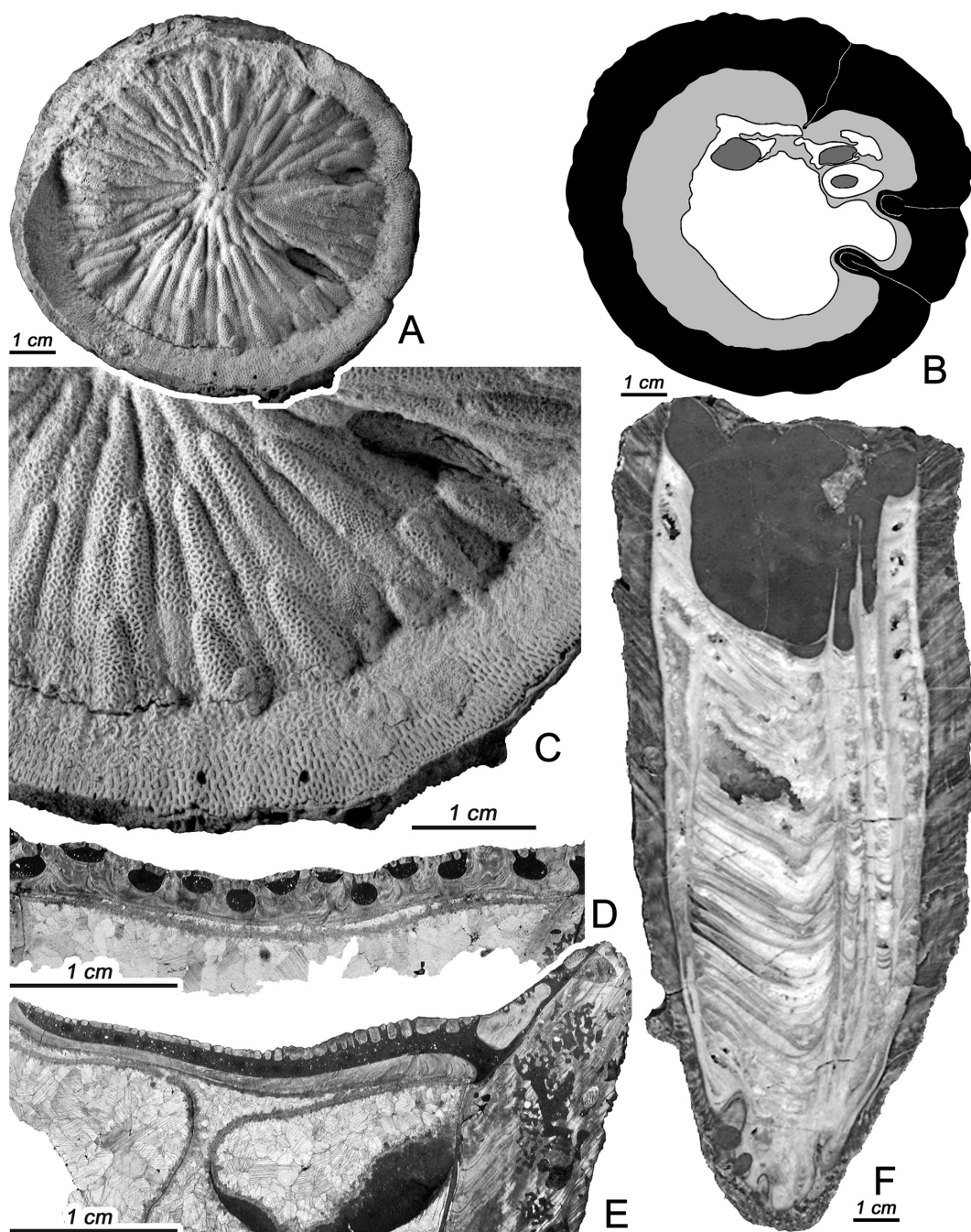


FIG.1. Los especímenes de *Hippurites radiosus* de L'Espà permeten una observació detallada de la seva estructura interna i externa. A: Superfície de la valva esquerra. B: Secció transversal (concha interior i exterior en gris i negre, respectivament). C: Detalle de la valva esquerra amb porus i canals. D i E: Seccions radial i transversal del sistema de porus (petits) i canals (grans). F: Secció longitudinal mostrant les capes exterior i interior de la concha (color fosc i clar, respectivament).



EL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS

CONTEXTO GEOLÓGICO DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS

de Gibert, J.M.¹ & Casanovas-Vilar, I.²

¹ Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, c/ Martí i Franqués s/n, 08028, Barcelona, España; jmdegibert@ub.edu

² Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; isaac.casanovas@icp.cat

El Vallès-Penedès constituye una pequeña cuenca neógena situada en el noreste de la Península Ibérica, cuyo contenido paleontológico ha sido estudiado de manera más o menos continuada desde el siglo XIX hasta nuestros días. Éste incluye un importante y diverso registro fósil continental, con destacados yacimientos de vertebrados que han proporcionado, entre otros, restos fósiles de primates relevantes para el estudio evolutivo de nuestro linaje, así como una variedad de fósiles marinos, tanto de medios deposicionales carbonatados como terrígenos. A esta diversidad paleontológica se suma un buen conocimiento estructural y estratigráfico de la cuenca, lo que ha permitido comprender su evolución paleogeográfica, paleoambiental y paleoclimática. El objetivo de esta salida de campo es ofrecer una visión general de la cuenca del Vallès-Penedès desde una perspectiva paleontológica.

La cuenca del Vallès-Penedès (FIG. 1, 2) es una semifosa tectónica (*half-graben*) insertada en las Cadenas Costeras Catalanas o Catalánides (Anadón et al., 1979; Cabrera et al., 2004). Esta unidad se extiende con orientación NE-SO a lo largo del litoral catalán, desde los Pirineos hasta su entronque con la Cordillera Ibérica, y separa la cuenca del Ebro al NO del surco de Valencia al SE. Los Catalánides están formados por un conjunto de altos estructurales constituidos por rocas paleozoicas y mesozoicas y depresiones con rellenos sedimentarios neógenos. Esta estructura resultó de la reactivación extensiva durante el Oligoceno Superior y Mioceno de fallas compresivas paleógenas (Roca & Guimerà, 1992). Este escenario extensivo causó la formación de diversas cuencas, principalmente con orientaciones también NE-SO, algunas de ellas en el sector emergido (Vallès-Penedès, Camp de Tarragona, Vilanova) y otras sumergidas, y por ende la formación del surco de Valencia (Roca et al., 1999; Cabrera et al., 2004).

En particular, la cuenca del Vallès-Penedès es una cuenca estrecha de más de 100 km de longitud por 12-14 km de anchura. Su límite noroccidental corresponde a la falla del Vallès-Penedès, a la que se atribuye un salto superior a los 3.000 m durante el Mioceno (Cabrera et al., 1991). El margen suroriental lo constituye el horst del Garraf-Montnegre, cuyo límite con la cuenca del Vallès-Penedès viene marcado por fallas menores, activas principalmente durante el Mioceno Inferior, lo que permitió el solapamiento expansivo de las unidades miocenas sobre el substrato pre-Mioceno. Esta configuración asimétrica dio lugar a la geometría en semifosa de la cuenca, con una mayor acumulación sedimentaria en el sector NO. El relleno sedimentario mioceno de la cuenca del Vallès-Penedès ha sido dividido en las siguientes unidades (Cabrera, 1981; Cabrera & Calvet, 1996; Cabrera et al., 1991; Agustí et al., 1985, 1990; FIG. 3):

a) Unidad de brechas basales

Constituye una unidad poco potente (hasta 10 m) de brechas y conglomerados monogénicos y granosoportados de origen coluvial, asociados a afloramientos de rocas del substrato pre-mioceno al que recubren. Aflora en algunos puntos adosados a la Cordillera Litoral. Se le ha atribuido una edad Aquitaniense o Burdigaliense, aunque su depósito podría haberse dado en momentos distintos en los diferentes sectores de la cuenca. En algunos afloramientos (Turó de les Forques, Martorell, el Vallès Occidental) ha proporcionado algunos restos fósiles que, aunque sólo han sido estudiados de modo preliminar, indican una edad Burdigaliense (Ramblíense, MN3; véase Registro Continental en Casanovas-Vilar et al., este volumen y Casanovas-Vilar et al. 2011).

b) Complejos continentales inferiores

Constituyen una unidad fundamentalmente terrígena, representada principalmente por conglomerados, areniscas y lutitas rojas depositadas en sistemas de abanicos aluviales durante el Mioceno Inferior (Aquitaniense? - Burdigaliense superior) (FIG. 4A). Afloran básicamente en las proximidades del margen meridional de la cuenca, cerca de la Cordillera Litoral. Constan de tres unidades diferenciadas (Cabrera, 1979, 1981):

- 1) La primera sucede a la Unidad de brechas basales y se ha denominado Unidad detrítica basal. Está formada mayoritariamente por conglomerados y brechas granosoportados de color rojo vinoso, que afloran principalmente en torno a Rubí (Vallès Occidental), y que están muy poco desarrollados en Martorell y ausentes en el sector del Penedès (FIG. 5A). Entre estos depósitos de grano grueso aparecen intercaladas areniscas y lutitas del mismo tono. Esta unidad se interpreta como correspondiente a áreas proximales de sistemas de abanicos aluviales poco extensos, que tendrían su área fuente en los relieves suroccidentales.

- 2) Seguidamente, en algunos puntos de la cuenca, afloran depósitos de origen lacustre que definen las llamadas Unidades detrítico-carbonatadas. Principalmente están definidas por depósitos de lutitas y carbonatos lacustres que pueden presentar intercalaciones de yesos, como en los afloramientos de la Costablanca (Martorell) o Molí Calopa (Rubí), o carbones, como en Subirats (l'Alt Penedès; Parada 1). En algunos afloramientos (Costablanca) se observan intercalaciones cíclicas de los depósitos lacustres

con facies distales de sistemas de abanicos aluviales (Cabrera, 1979, 1981; Cabrera et al., 1991; Fig. 5B). Esta unidad se relaciona con el desarrollo de sistemas palustres/lacustres en áreas deprimidas de la cuenca, asociados a las facies distales de los principales sistemas aluviales. Los diferentes sistemas lacustres descritos hasta el momento (Costablanca, Sant Andreu de la Barca, Molí Calopa y Subirats) no tendrían todos la misma edad (Casanovas-Vilar et al., 2011).

- 3) Finalmente, la última unidad de los Complejos continentales inferiores es la llamada Unidad detrítica superior. Ésta es con diferencia la unidad más potente de las tres descritas, y está compuesta por capas de conglomerados, areniscas y lutitas de escasa continuidad lateral. Esta unidad corresponde a sistemas de abanicos aluviales, que procederían del margen noroccidental de la cuenca y alcanzarían una extensión mucho más importante que los correspondientes a la Unidad detrítica basal.

c) Complejos marinos y de transición

El registro marino de la cuenca del Vallès-Penedès está relacionado con pulsos eustáticos que permitieron la transgresión marina desde su parte meridional conectada con el mar Mediterráneo (FIG. 4B). Se pueden reconocer tres secuencias sedimentarias marinas en la cuenca (Cabrera et al., 1991):

- 1) La más antigua (Burdigaliense superior) presenta una extensión limitada al sector meridional de la cuenca (el Baix Penedès) y está constituida por unidades evaporíticas (yesos de Vilobí) depositadas en *sebkhas* litorales.

- 2) La sucesión marina langhiense es la mejor representada, tanto por su distribución geográfica como por su potencia estratigráfica. La entrada del mar alcanzó hasta el Vallès Occidental en el sector NE de la cuenca. Los depósitos asociados están constituidos por arenas y lutitas depositadas en abanicos costeros relacionados con sistemas aluviales activos en el margen septentrional, y que pasan lateralmente a facies de margas grisazuladas muy ricas en fauna, principalmente moluscos. Contemporáneamente a estos sistemas terrígenos, se desarrollaron plataformas carbonatadas en el margen meridional adosadas a los relieves del macizo del Garraf, así como sistemas arrecifales de menor entidad en relación a pequeños altos dentro de la cuenca.

- 3) El tercer conjunto de unidades marinas corresponde a plataformas mixtas de edad Serravaliense, únicamente representadas en la parte meridional de la cuenca, pero que tienen un desarrollo muy importante en la cuenca de El Camp de Tarragona más al sur.

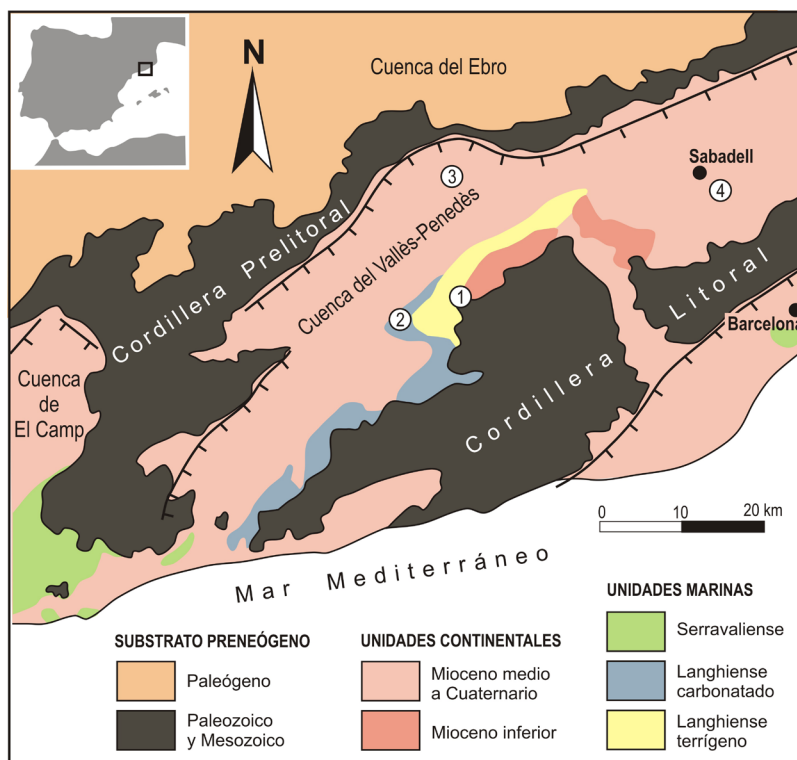


FIG. 1. Mapa geológico esquemático de la cuenca del Vallès-Penedès. Los números indican las paradas realizadas en la salida de campo. 1. Castell de Subirats y els Casots. 2. Parche arrecifal de Sant Sadurn d'Anoia. 3. Abocador de Can Mata y Ecomarc de Can Mata, els Hostalets de Pierola. 4. Can Llobateres, Sabadell. (Modificado a partir de Cabrera et al., 1991).



FIG. 2. Panorámica de la cuenca del Vallès-Penedès desde el Castillo de Subirats (l'Alt Penedès). A la izquierda y en último término de la imagen se observan los relieves de la Cordillera Prelitoral Catalana, entre los que destaca el característico perfil de Montserrat. A la derecha de la imagen, en primer término aparecen las montañas de la Sierra de l'Ordal, que forman parte de la Cordillera Litoral Catalana. Entre ambas cordilleras se extiende la cuenca del Vallès-Penedès, que en este sector mide unos 14 km de ancho. A la izquierda de la imagen también se distingue un importante afloramiento de lutitas y arenas correspondientes a depósitos del Mioceno Medio de la cuenca (montaje a partir de cinco fotografías).

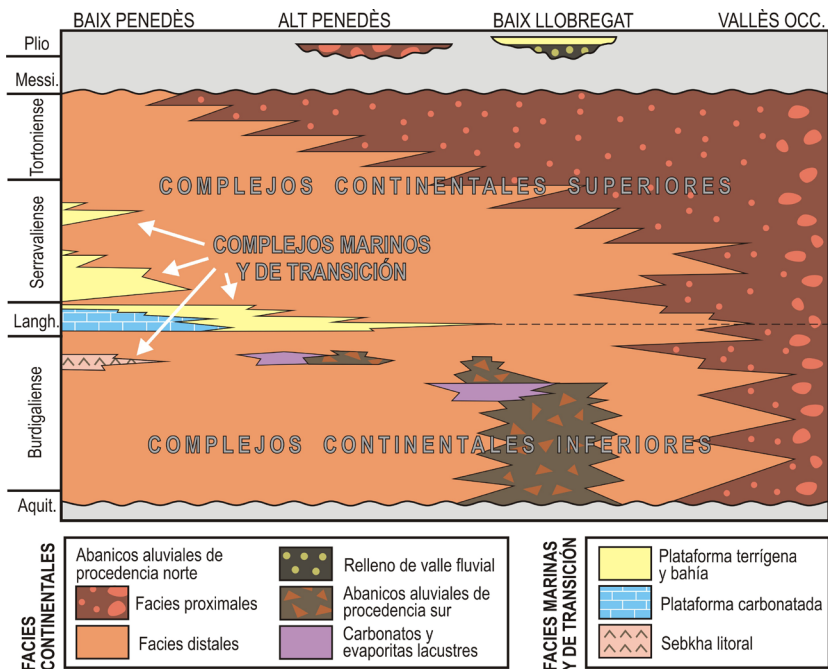


FIG. 3. Esquema litoestratigráfico simplificado de la cuenca del Vallès-Penedès. Se muestran las principales unidades litoestratigráficas y las discontinuidades más importantes. (Modificado a partir de Cabrera et al., 1991).

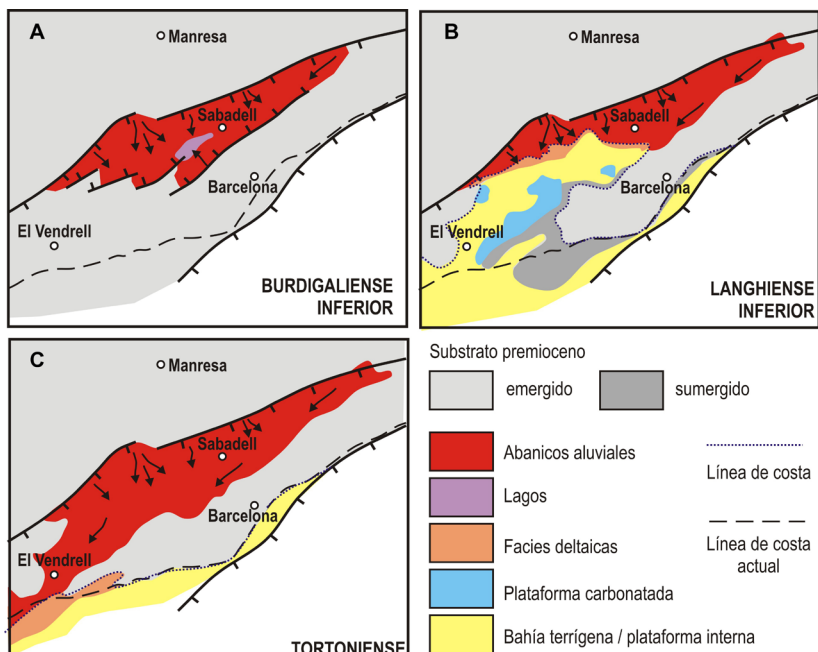


FIG. 4. Evolución paleogeográfica de la cuenca del Vallès-Penedès a lo largo del Mioceno. A. Burdigaliense inferior (Mioceno Inferior). B. Langhiense (Mioceno Medio). C. Tortonense (Mioceno Superior). (Modificado a partir de Cabrera et al., 2004).

d) Complejos continentales superiores

Su sedimentación se supone que se inició en torno al Serravaliense inferior y se extendió hasta el Tortoniense terminal (Mioceno Medio a Superior; Aragoniense medio a Turoliense medio, si consideramos los pisos paleomastológicos). Sus características litológicas son muy similares a las de los complejos continentales inferiores, aunque las formaciones detríticas no adquieren un tono predominantemente rojizo, presentando frecuentemente un color ocre, amarillento o grisáceo. Se depositaron en un contexto de abanicos aluviales, aunque en este caso su área fuente se situó exclusivamente en el margen septentrional de la cuenca (FIG. 4C). La geometría de los cuerpos sedimentarios es desigual, presentando una potencia cercana a los 1.000 m cerca del margen norte de la cuenca, pero decreciendo progresivamente hacia el mar-

gen meridional (Cabrera & Calvet, 1990; Cabrera et al., 1991; Garcés, 1995). Se pueden reconocer diversos sistemas de abanicos aluviales, que seguidamente enumeramos de este a oeste: Torrelles de Foix, els Hostalets de Pierola, Collbató, Olesa-Les Fonts, Terrassa-Viladecavalls, Castellar del Vallès y Granollers (Casanovas-Vilar et al., 2008; FIG. 6). Varios de estos sistemas de abanicos fueron activos al mismo tiempo, de modo que el desarrollo de algunos sistemas está ligado al de otros. El sistema de Olesa-Les Fonts es con diferencia el más importante, cubriendo un radio de unos 14 km, de modo que sus facies distales alcanzan el margen meridional de la cuenca y es incluso posible que llegaran a progadar sobre los relieves del margen (Garcés, 1995). La mayoría de yacimientos de mamíferos del Mioceno Medio y Superior del Vallès-Penedès se sitúan en las facies distales y medias de estos sistemas de abanicos.

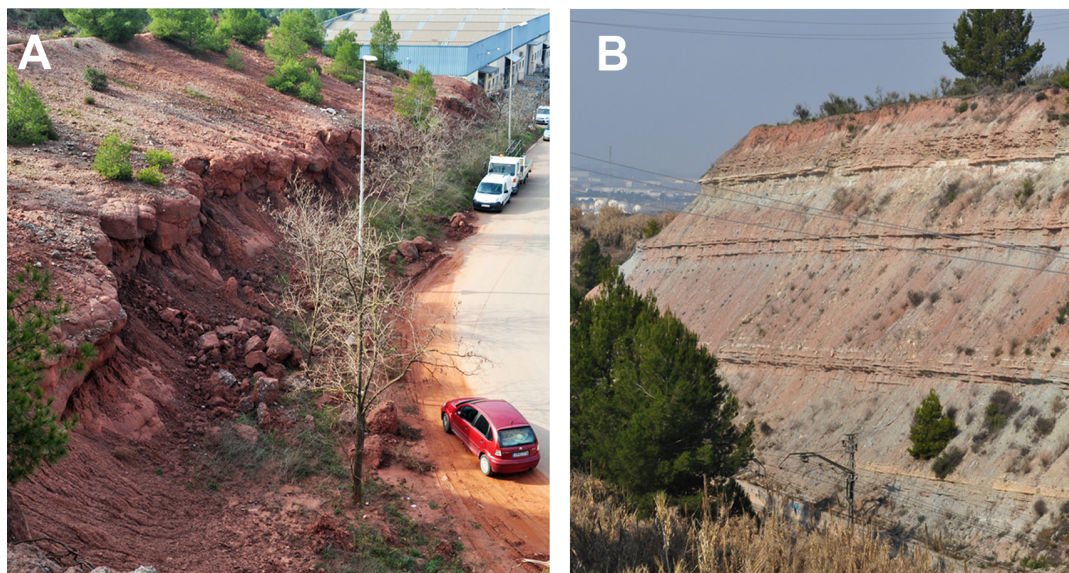


FIG. 5. Afloramientos del Mioceno Inferior de la cuenca del Vallès-Penedès. A. Alrededores del Molí de Can Calopa (Rubí, el Vallès Occidental), donde afloran conglomerados, areniscas y lutitas correspondientes a la Unidad detrítica inferior de los Complejos continentales inferiores. Nótese el marcado tono rojo de las sucesiones. B. Alternancias de lutitas y carbonatos lacustres que afloran cerca de la urbanización de la Costablanca (Martorell), en la trinchera del ferrocarril. Obsérvese la alternancia cíclica de tramos lutíticos y tramos carbonatados menos potentes.

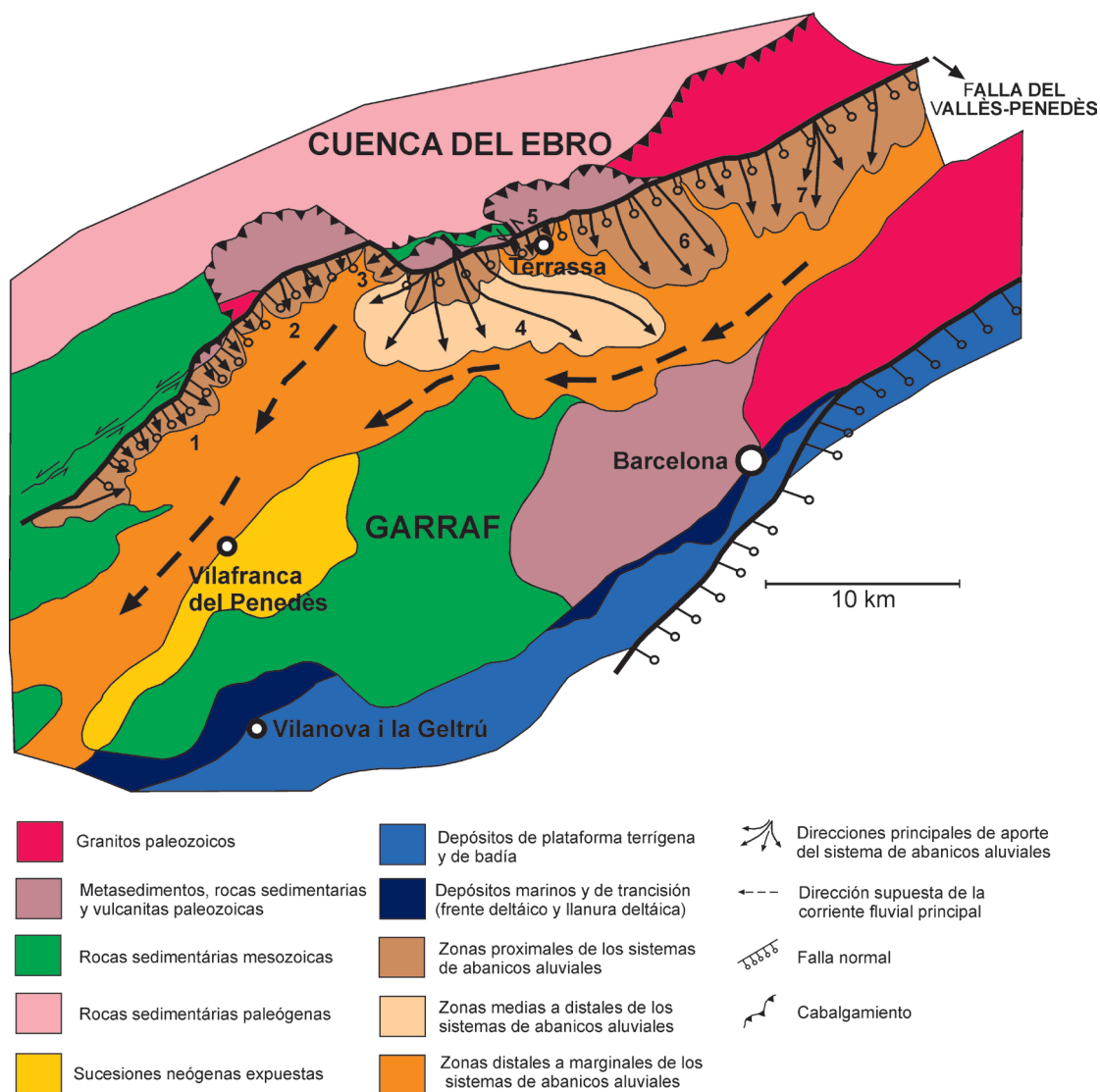


FIG. 6. Reconstrucción paleogeográfica de la cuenca del Vallès-Penedès a finales del Serravaliense e inicio del Tortoniese. Se indican los distintos sistemas de abanicos aluviales. 1. Sistema de Torrelles de Foix. 2. Sistema de els Hostalets de Pierola. 3. Sistema de Collbató. 4. Sistema de Olesa de Montserrat – les Fonts. 5. Sistema de Terrassa-Viladecavalls. 6. Sistema de Castellar del Vallès. 7. Sistema de Granollers. (Modificado a partir de Casanovas-Vilar et al., 2008).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2010-21672/BTE y CGL2010-15047/BTE, contrato JCI-2010-08241 de I.C.-V.) y la Generalitat de Catalunya (Grup de Recerca Consolidat 2009 SGR 754 del AGAUR). Agradecemos a L. Cabrera la cesión de algunas figuras.

Referencias

- Agustí, J., Cabrera, L. & Moyà-Solà, S. (1985). Sinopsis estratigráfica del Neógeno de la fosa del Vallès-Penedès. *Paleontologia i Evolució* 18: 57-81.
- Agustí, J., Cabrera, L., Domènech, R., Martinell, J., Moyà-Solà, S., Ortí, F. & de Porta, J. (1990). Neogene of Penedès area (Prelittoral Catalan depression, NE Spain). In *Iberian Neogene basins* (eds. J. Agustí, R. Domènech, R. Julià & J. Martinell), *Paleontologia i Evolució* memòria especial 2: 187-207.
- Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M., Marzo, M., Robles, S., Santanach, P. & Solé Sugrañés, L. (1979). Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geológica Hispánica* 14: 242-270.
- Cabrera, L. (1979). Estudio Estratigráfico i Sedimentológico de los Depósitos Basales del Mioceno de la Depresión del Vallès-Penedès. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 361 pp.
- Cabrera, L. (1981). Estratigrafía y características sedimentológicas generales de las formaciones continentales de la cuenca del Vallès-Penedès (Barcelona, España). *Estudios Geológicos* 37: 35-43.
- Cabrera, L. & Calvet, F. (1990). Sequential arrangement of the Neogene sedimentary record in the Vallès-Penedès and Valls-Reus half grabens. Iberian margins, NE Spain. *Terra Abstracts* 2: 1-110.
- Cabrera, L. & Calvet, F. (1996). Onshore Neogene record in NE Spain: Vallès-Penedès and El Camp grabens (NW Mediterranean). In *Tertiary Basins of Spain* (eds. P.F. Friend & C. Dabrio), pp. 97-105. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cabrera, L., Calvet, F., Guimerà, J. & Permanyer, A. (1991). El registro sedimentario miocénico en los semigrabens del Vallès-Penedès y de El Camp: organización secuencial y relaciones tectónica sedimentación. In *Libro-guía excursión nº. 4, I Congreso del Grupo Español del Terciario* (ed. F. Colombo), pp. 1-132. Barcelona. Universitat de Barcelona.
- Cabrera, L., Roca, E., Garcés, M. & de Porta, J. (2004). Estratigrafía y evolución tectonosedimentaria oligocena superior-neógena del sector central del margen catalán (Cadena Costero-Catalana). In *Geología de España* (ed. J.A. Vera), pp. 569-573. Madrid: SGE-IGME.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Galindo, J., Cabrera, L., Garcés, M., Furió, M., Robles, J.M., Köhler, M. & Angelone, C. (2008). Biochronological, taphonomical and paleoenvironmental background of the fossil great ape *Pierolapithecus catalaunicus* (Primates, Hominidae). *Journal of Human Evolution* 55: 589-603.
- Casanovas-Vilar, I., DeMiguel, D., Galindo, J., Robles, J.M., Garcés, M. & Cabrera, L. (2011). The continental Burdigalian (Early Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos preterritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 93-100. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Garcés, M. (1995). Magnetoestratigrafía de las sucesiones del Mioceno Medio y Superior del Vallès Occidental (Depresión del Vallès-Penedès, N.E. de España): Implicaciones biocronológicas y cronoestratigráficas. Tesis doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 337 pp.
- Roca, E. & Guimerà, J. (1992). The Neogene structure of the eastern Iberian margin: structural constraints on the crustal evolution of the Valencia Trough (western Mediterranean). *Tectonophysics* 203: 203-218.
- Roca, E., Sans, M., Cabrera, L. & Marzo, M. (1999). Oligocene to Middle Miocene evolution of the central Catalan margin (northwestern Mediterranean). *Tectonophysics* 315: 209-229.

REGISTRO PALEONTOLÓGICO MARINO DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS

Domènech, R.¹, Martinell, J.¹ & de Gibert, J.M.¹

¹ Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, c/ Martí i Franqués s/n, 08028, Barcelona, España; rosa.domenech@ub.edu, jmartinell@ub.edu, jmdegibert@ub.edu

Antecedentes históricos

El Mioceno marino del Vallès-Penedès ha sido estudiado desde mediados del siglo XIX por numerosos autores desde las perspectivas sedimentológica, tectónica y paleontológica. En concreto, el contenido paleontológico en los niveles arcillosos, arenosos y carbonáticos del Complejo Marino de Transición (Langhiense) de esta cuenca es muy rico y variado, tanto en micro- como en macrofósiles, invertebrados y vertebrados.

Vézian (1856) realizó el primer estudio geológico del Penedès, citando la presencia de fósiles (corales, moluscos) en diversos yacimientos miocenos. A continuación, Maureta y Thos (1881), Carez (1881) y Almera (1896, 1898) aportaron nuevas citas paleontológicas, en especial de moluscos. Las contribuciones paleontológicas y bioestratigráficas para estos materiales son constantes a lo largo del siglo XX (Depéret & Roman, 1902; Lambert, 1927; Bennett, 1932; Bataller, 1953; Crusafont, 1957, 1959; Crusafont & Truyols, 1954; Chevalier, 1957, 1961; Truyols, 1957; Via, 1966; Villalta & Rosell, 1966; Villalta et al., 1968; de Porta, 1969; Casanovas et al., 1972; Rosell et al., 1973; Esteban, 1979; Esteban & Permanyer, 1977; Calzada, 1982; Calzada et al., 1978; Magné, 1978). Sin embargo, hasta los años '80 del siglo pasado no se inició un estudio sistemático de la mayoría de grupos presentes (Martinell & de Porta, 1981, 1983; Calzada, 1985; Permanyer, 1982, 1990; López, 1984; Bessedik, 1984; Bessedik & Cabrera, 1985; de Porta, 1986; Civis et al., 1987; Macpherson, 1992, 1996; Batllori, 1990, 1995; Navas, 1991; Batllori & Martinell, 1992, 1993; Müller, 1993; Navas et al., 1996; de Porta & Civis, 1996; Batllori & García, 1997; Gaudant & Rovira, 1998; Martínez Lázaro, 2003; Moreno et al., 2003; de Gibert & Robles, 2005; de Gibert & Domènech, 2008).

Paleontología de los depósitos langhienses

Los afloramientos marinos langhienses son numerosos y bien repartidos por toda la cuenca. Si bien la mayoría se ubica en el Alt y Baix Penedès, el Vallès occidental posee también un abundante registro paleontológico, tanto marino como de transición (FIG. 1). La gran actividad agrícola y la fuerte expansión urbana en estas comarcas condicionan en muchos casos el acceso y protección de los yacimientos, pero a su vez contribuyen a aumentar su número, aunque sea de manera efímera.

Como se ha expuesto anteriormente, en el complejo marino y de transición cabe diferenciar los materiales terrígenos (arcillas, arenas) y los carbonatados. Los primeros contienen fósiles corporales e icnofósiles abundantes y variados, si bien la diagénesis ha afectado la calidad de preservación de algunos grupos de macrofósiles (bivalvos, gasterópodos) (FIG. 2). Los afloramientos más conocidos se sitúan en el Alt Penedès (La Pedrera en Sant Llorenç d'Hortons, Can Rosell, Can Vendrell, Sant Pau d'Ordal, Sant Sebastià dels Gorgs, Lavern, La Granada del Penedès, Can Margarit, Can Batista, Gelida, La Rierusa) y el Vallès Occidental (Sant Cugat del Vallès, Cerdanyola, Bellaterra, Can Costa). Por su parte, las calizas corresponden en gran medida a

bioconstrucciones coralinas que aparecen siguiendo el relieve de la costa miocena en su margen suroriental correspondiente al macizo del Garraf o en cuerpos aislados en sectores más centrales de la cuenca. La mayor parte de los arrecifes langhienses se ubican en el Alt Penedès y los más conocidos son los de Can Sala (Sant Pau d'Ordal), Olèrdola, Sant Sadurní d'Anoia (Parada 2) y Pacs. El complejo de Clariana (Avinyonet del Penedès) podría ser algo más antiguo que el resto de arrecifes (Permanyer, 1990).

El registro fósil marino de la cuenca está bien referenciado, si bien muchos de los grupos están a la espera de una revisión taxonómica detallada. A continuación se resumen los conocimientos actuales sobre el contenido fosilífero de los depósitos terrígenos del complejo marino y de transición de la cuenca. Los arrecifes y la malacofauna se tratan por separado.

El contenido en foraminíferos de estos sedimentos ha sido analizado por diversos autores (Magné, 1978; Macpherson, 1996). La presencia de marcadores bioestratigráficos como *Praeorbulina glomerosa sicana*, *P. transitoria*, *Globigerinoides bispheerius* y *G. altiaperturnus* permitió confirmar la edad Langhiense inferior (biozona N8) de las series del complejo marino y de transición. Además, se detectó la presencia de indicadores de la biozona N7, de edad Burdigaliense superior en la base de alguna serie. El nannoplancton calcáreo parece confirmar tales dataciones (Macpherson, 1996).

Angelis d'Ossat y Almera (1899) proporcionan el primer listado de taxones coralinos y briozoos del Mioceno del Penedès. Los escleractinios coloniales están bien representados en las bioconstrucciones coralgalas que se comentan más adelante. Además, en los depósitos terrígenos abunda puntualmente el coral solitario *Caryophyllia laterocristatus*. Los briozoos aparecen en general como formas incrustantes sobre esqueletos de moluscos y los anélidos están representados por escasas pequeñas bioconstrucciones en algún yacimiento (Navas et al., 1996).

Los fósiles de crustáceos decápodos son relativamente frecuentes, representados por esqueletos completos (*Scylla batalleri*, por ejemplo; FIG. 3.8) y, más a menudo, por pinzas sueltas. Müller (1993) revisa la fauna de decápodos neógenos de Cataluña y cita más de 40 especies para la cuenca del Vallès-Penedès. Otros artrópodos relevantes en la cuenca son los ostrácodos, de los cuales López (1984) identifica 61 especies. Estas formas permitieron precisar una edad Langhiense inferior para los depósitos terrígenos.

Los equínidos irregulares de la cuenca constituyen uno de los grupos principales, cuyo estudio paleontológico está en desarrollo. La revisión de Lambert (1927) de los equínidos fósiles de Cataluña es la única relación exhaustiva, citándose una veintena de especies en el Langhiense del Vallès-Penedès (*Scutella lusitanica*, *Clypeaster intermedius*, *Echinolampas barcinensis*...).



FIG. 1. Tránsito entre los niveles continentales (rojos) y los marinos (grises) del Complejo Marino y de Transición en la zona de Sant Pau d'Ordal (Alt Penedès).



FIG. 2. Vista general de la serie marina de Can Rossell (Subirats, Alt Penedès).

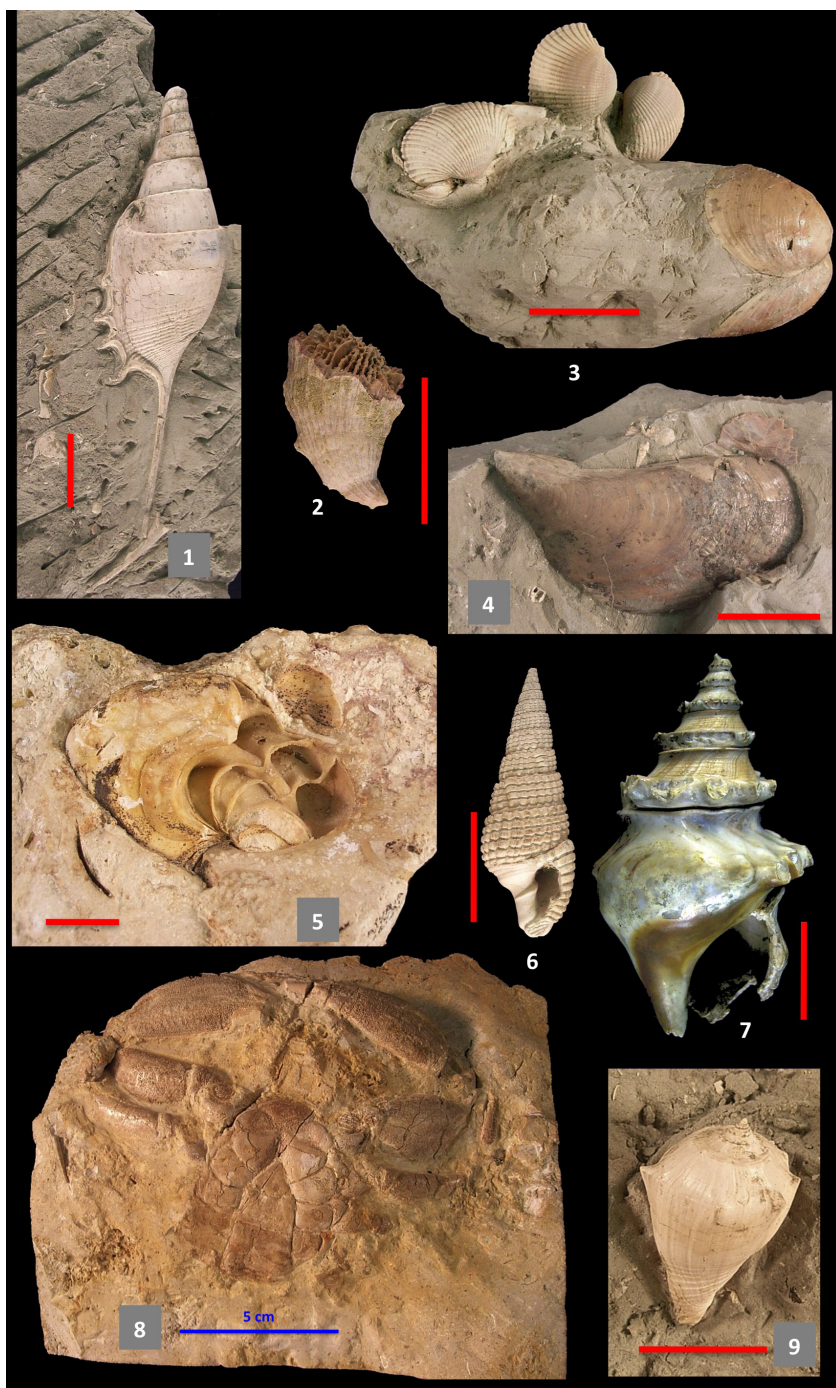


FIG. 3. Una muestra de la fauna marina del Langhiense (Mioceno Medio) del Vallès-Penedès. 1. *Tibia dentata ordaliensis* (Sant Pau d'Ordal, Alt Penedès). 2. *Caryophyllia laterocristatus* (Sant Pau d'Ordal, Alt Penedès). 3. *Anadara diluvii* y *Pelecypora* sp. (Cerdanyola, Vallès Occidental). 4. *Mytilus michelini* (Cerdanyola, Vallès Occidental). 5. *Aturia aturi* (Clariana, Alt Penedès). 6. *Terebralia bidentata* (Cerdanyola, Vallès Occidental). 7. *Perairaea gervaisi* (Sant Pau d'Ordal, Alt Penedès). 8. *Scylla batalleri* (Alt Penedès). 9. *Athleta ficulina* (Sant Pau d'Ordal, Alt Penedès). Escala gráfica: 2 cm (excepto en 8: 5 cm).

Por lo que se refiere a los vertebrados, Hoedemakers y Batllori (2005) identificaron en esta cuenca hasta 60 especies de peces osteictios pertenecientes a 41 familias a partir del estudio de los otolitos. También se hallan otros elementos de la fauna ictiológica, en especial dientes. Las especies predominantes pertenecen a las familias Bregmacerotidae y Gobiidae. Otras especies cuantitativamente importantes son *Fowleria maneri*, *Cepola rubescens* y *Pomadasyus steurbauti*, así como espáridos diversos. Se hallan también en estos materiales dientes de tiburón (*Carcharocles*) y de batoideos, representando los elasmobranquios. Los mamíferos marinos están representados por restos de sirénidos y cetáceos. Los de sirénidos son relativamente abundantes (cráneos, mandíbulas, dientes, vértebras, costillas, etc.) (Pilleri et al., 1989) y se atribuyen al género de dugongos *Metaxytherium*, o no se identifican. Cabe resaltar la nominación por estos autores de la especie *M. cata-launicum* a partir de material recolectado en la zona de Olérdola. Los restos de cetáceos son menos abundantes (Pilleri, 1990) y corresponden a odontocetos y mysticetos. Sólo se ha identificado el género *Eurhinodelphis* (Odontoceti), a partir de vértebras.

El polen continental langhiense también se halla representado en los sedimentos marinos de estas facies (Bessedik, 1981; Bessedik & Cabrera, 1985; véase también Registro paleontológico marino, Domènech et al., este volumen).

El registro icnológico ha sido el último en incorporarse al *corpus* paleontológico de la cuenca. Se han identificado tanto trazas de bioerosión sobre conchas de moluscos (Batllori & Martinell, 1992) y colonias coralinas (Permanyer, 1990; Martínez Lázaro, 2003) como pistas de bioturbación (de Gibert & Robles, 2005; de Gibert & Domènech, 2008).

Los arrecifes coralinos langhienses

Las facies carbonatadas miocenas del Penedès corresponden en gran parte a bioconstrucciones arrecifales de tipo coralgal que se sitúan siguiendo el relieve de la costa miocena o bien aparecen en cuerpos aislados en zonas más internas de la cuenca. El estudio del contenido paleontológico de estas construcciones se remonta a Angelis d'Ossat y Almera (1899), quienes listaron algunos de los taxones coralinos presentes en ellos. En sus estudios de referencia, Chevalier (1957) trató las bioconstrucciones miocenas de Cataluña, y Chevalier (1961) puso las bases para la interpretación moderna de las formaciones arrecifales del Mioceno de

todo el Mediterráneo occidental. Permanyer y Esteban (1973) se centraron en el arrecife de Sant Pau d'Ordal, y finalmente Permanyer (1982, 1990) analizó todo el complejo arrecifal de la cuenca desde el punto de vista sedimentológico y diagénético.

Entre los corales, dominan los géneros *Tarbellastraea*, *Montrastrea*, *Porites*, *Mussismilia* y *Acropora*. Los carbonatos se hallan fuertemente diagénizados, lo que complica la identificación taxonómica, tanto de corales como del resto de constituyentes de las bioconstrucciones. Las morfologías coloniales son diversas, si bien *Tarbellastraea* y *Montrastrea* suelen presentarse con aspecto masivo, mientras que *Mussismilia* adopta forma de palmera o abanico de hasta 1 m de diámetro. *Acropora* muestra morfologías planares o ramosas y *Porites* aparece con aspecto masivo o ramoso.

Permanyer (1990) distinguió dos tipos de bioconstrucciones en esta cuenca: parches arrecifales (*patch-reefs*) y arrecifes franjeantes (*fringing-reefs*). La estructura más frecuente corresponde a los parches arrecifales que aparecen dispersos en la cuenca, a poca distancia del margen continental. Constituyen pequeños núcleos aislados, de dimensiones entre 200 m y 1 km. Los mejores afloramientos se observan en Sant Sadurní d'Anoia, Olesa de Bonesvalls, Olèrdola, Pals y Sant Martí Sarroca (Parada 2). Los arrecifes en franja forman parte de un complejo sedimentológico mayor y sus dimensiones oscilan entre algunos centenares de metros y 7 km. Se encuentran en el margen SE de la cuenca (Sant Pau d'Ordal, Clariana), adosados al macizo cretácico del Garraf.

La asignación de una edad a estos arrecifes fue materia discutida durante muchos años. Si bien las primeras dataciones les conferían una edad Tortoniense o Helveciense, Magné (1978) los dató como langhienses y Esteban (1979) consideró todo el sistema de arrecifes miocenos del Mediterráneo occidental como mesiniense. Más recientemente, Permanyer (1990) los atribuyó mayoritariamente al Burdigaliense superior. Actualmente, en base al contenido micro- (nannoplankton, foraminíferos, ostrácodos) y macropaleontológico (moluscos pterópodos) de las facies terrígenas asociadas, se datan como langhienses.

La malacofauna marina

Los moluscos representan el grupo de fósiles marinos más estudiado en la cuenca del Vallès-Penedès, y es relevante su papel desde los puntos de vista taxonómico, paleoambiental e incluso bioestratigráfico.

Otros grupos (nanoplancton, foraminíferos) suelen proporcionar información bioestratigráfica más precisa, pero su presencia es escasa en numerosas localidades de la cuenca, contrastando con la elevada diversidad malacológica.

Vézian (1856) citó por primera vez la presencia de fauna malacológica en el Mioceno del Penedès, proporcionando un listado de 13 especies recolectadas en Lavern, Sant Sadurní, La Granada y Gelida. Cabe resaltar la descripción en este trabajo de una nueva especie de estrómbido, *Pereiraea gervaisi* (Vézian, 1856; FIG. 3.7), cuya amplia distribución geográfica en el Mioceno Medio europeo se estableció con posterioridad. Almera y Bofill (1884, 1885, 1893) y Almera (1898, 1900) ampliaron el conocimiento sobre este contenido malacológico, describiendo más de un centenar de especies de gasterópodos. Truyols y Crusafont (1951), Crusafont (1959), Martinell y de Porta (1981, 1983), Batllori (1990), Batllori y Martinell (1992, 1993) y de Porta et al. (1993) estudiaron también puntualmente los moluscos langhienses de la cuenca. Batllori (1995) describió un total de 101 especies de gasterópodos de toda la cuenca a partir del estudio de fósiles recolectados o depositados en distintas colecciones (Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Museu Geològic del Seminari de Barcelona, Museu de les Cultures del Vi de Catalunya de Vilafranca del Penedès, etc.), tales como *Tibia dentata ordaliensis*, *Galeodes cornutus*, *Ancilla glandiformis*, *Terebralia bidentata* y *Athleta ficulina* (FIG. 3.1, 3.6, 3.9). Cabe destacar la presencia en diferentes yacimientos del Penedès del pterópodo *Vaginella austriaca* por su interés bioestratigráfico y paleobiogeográfico. Este gasterópodo planctónico indica una edad Langhiense-Serravaliense inferior para estos yacimientos, y permite correlacionar las series marinas de Sant Pau d'Ordal y Sant Llorenç d'Hortons (Navas et al., 1996).

Trabajos en curso están revisando el contenido en bivalvos langhienses, de los que hasta ahora se han identificado cerca de 200 especies (*Anadara diluvii*, *Mytilus mixelini*, *Megaxinus bellardiana*, *Cardita crassa*, por ejemplo; FIG. 3.3, 3.4). De Porta (1986) estudió la influencia de los parámetros ambientales en la morfología de la concha de distintas especies de ostras langhienses, y Martínez Lázaro (2003) analizó los bivalvos como fauna acompañante en los distintos arrecifes coralinos de la zona. A pesar de los procesos diagenéticos que han afectado a los esqueletos calcáreos, este autor identificó hasta 31 especies distintas.

Los cefalópodos están representados por algunos especímenes del nautilído *Aturia aturi*, recolectados

tanto en las facies terrígenas como en las carbonatadas de toda la cuenca (Almera, 1896, Villalta et al., 1868; Batllori & García, 1997) (FIG. 3.5).

Interpretación paleoambiental del complejo marino y de transición

Durante el Burdigaliense y el Langhiense, el Penedès era una cuenca marina relativamente protegida, en la que se desarrollaron construcciones arrecifales (en parche y de franja) en sus márgenes y sobre pequeños altos geográficos. A menudo, limitaban lagunas en la parte interna (véase la FIG. 4B de de Gibert & Casanovas-Vilar en este volumen). El Vallès occidental acoge paleoambientes marinos transicionales, más alejados en general de condiciones marinas normales.

Los ostrácodos de los niveles terrígenos señalan en conjunto ambientes con influencias continentales ligados a bahías interdistributarias, frentes deltaicos, prodeltas y plataformas restringidas (López, 1984). La fauna malacológica también señala hacia ambientes cálidos. Por ejemplo, de las especies de gasterópodos descritas, 51 se atribuyen a ambientes cálidos, 5 a templados y 45 son euritérmicas (Batllori, 1995). Por su parte, los bivalvos de los arrecifes son en su mayoría taxones propios de aguas cálidas. La asociación ictiológica es típica marina-estenohalina, costera y de ambiente subtropical, pudiéndose relacionar con medios de manglar. La ictiofauna indica una batimetría máxima de 50 m.

El contenido polínico de los materiales del sector de Sant Pau d'Ordal contiene una significativa cantidad de polen de manglar (Bessedik, 1981; Bessedik & Cabrera, 1985; véase también Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., en este volumen). También Batllori y García (1997) resaltaron las condiciones tropicales existentes en la cuenca durante el Mioceno Medio, que facilitaron el asentamiento de manglares en el sector interno de la cuenca (el actual Vallès). Estos sedimentos depositados en ambientes con influencia continental contienen -junto a restos de raíces vegetales- una fauna malacológica bien conservada en relación a la de los medios marinos del Penedès, aunque de diversidad baja (*Pirenella mitralis*, *Terebralia bidentata*, *Nassarius dujardini*, *Ostrea lamellosa*). Además, en el Vallès se encuentran episodios de bioturbación (*Spongeliomorpha*) en la zona de transición entre los niveles continentales rojos y las unidades marinas langhienses (de Gibert & Robles, 2005), así como algunas capas con abundantes equínidos irregulares.

Referencias

- Almera, J. (1896). Reconocimiento de la presencia del primer piso mediterráneo en el Penedés. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona* 1: 349-394.
- Almera, J. (1898). Compte-rendu de l'excursion du samedi 8 octobre à Castellví de la Marca au vallon de San-Pau d'Ordal et à San-Sadurn de Noya. *Bulletin Société Géologique de France* 26: 840-852.
- Almera, J. (1900). Excursiones de la Sociedad Geológica de Francia: XI. Alrededores de Vilanova y Vilafranca. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 27: 251-264.
- Almera, J. & Bofill, A. (1884). Moluscos fósiles de los terrenos terciarios de Cataluña. Familia Cancelláridos. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 11: 1-73.
- Almera, J. & Bofill, A. (1885). Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña. Familia Strombidae. *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Barcelona*, IIIª época 2: 1-16.
- Almera, J. & Bofill, A. (1893). Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña (3). Murícidos. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* 19: 1-131.
- Angelis d'Ossat, G. & Almera, J. (1899). Los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, IIIª época 1: 1-31.
- Bataller, J.R. (1953). Nota sobre los gasterópodos marinos nuevos del Miocénico catalán. *Anales Escuela Peritos Agrícolas* 12: 1-21.
- Batlloori, J. (1990). Estudio malacológico del yacimiento de La Pedrera (Sant Llorenç d'Hortons). Tesis de Licenciatura (inédita), Universitat de Barcelona, 171 pp.
- Batlloori, J. (1995). Gasterópodos del Mioceno medio marino del Alt Penedès. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 592 pp.
- Batlloori, J. & García, J.J. (1997). Malacofauna d'un manglar del Miocè de Bellaterra (depressió del Vallès-Penedès, Barcelona). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 65: 15-21.
- Batlloori, J. & Martinell, J. (1992). Actividad predatora en moluscos del Mioceno del Penedés (Catalunya). *Revista Española de Paleontología* 7(1): 24-30.
- Batlloori, J. & Martinell, J. (1993). Malacofauna del Mioceno salobre de Cerdanyola del Vallès (Catalunya). Aspectos paleoecológicos. *Iberus* 11: 1-8.
- Bennett, W.H. (1932). Report on an excursion to the Balearic Islands and to the Barcelona region. *Association pour l'étude géologique de la Méditerranée occidentale* 3: 3-12.
- Bessedik, M. (1981). Réconstruction des environnements miocènes des régions Nord-Ouest Méditerranéennes à partir de la palynologie. Tesis doctoral (inédita), Université de Montpellier. 162 pp.
- Bessedik, M. (1984). The early Aquitanian and upper Langhian-lower Serravallian in the Northwestern Mediterranean region. *Paléobiologie Continentale* 14: 153-179.
- Bessedik, M. & Cabrera, L. (1985). Le couple récif-mangrove a Sant Pau d'Ordal (Vallès-Penedès), témoin du maximum transgressif en Méditerranée nord occidentale (Burdigalien supérieur-Langhien inférieur). *Newsletters on Stratigraphy* 14: 20-35.
- Calzada, S. (1982). *Scapharca (Cunearca)* sp. del Mioceno del Penedés (provincia de Barcelona). *Estudios Geológicos* 38: 399-404.
- Calzada, S. (1985). Una nueva subespecie de bivalvo en el Mioceno marino catalán. *Acta Geológica Hispánica* 20: 187-190.
- Calzada, S., Santafé, J.V. & Casanovas, M.L. (1978). Nuevos datos sobre el Mioceno inferior marino del Vallès (sector Cerdanyola). *Acta Geológica Hispánica* 12: 113-116.
- Carez, M. (1881). Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne. Librairie F. Savy. 327 pp.
- Casanovas, M.L., Calzada, S. & Santafé, J.V. (1972). Contribución al estudio del Mioceno del Penedés (sector Gelida). *Acta Geológica Hispánica* 7: 143-148.
- Chevalier, J.P. (1957). Les formations récifales miocènes de la Catalogne espagnole. *Bulletin de la Société Géologique de France* 7: 239-244.
- Chevalier, J.P. (1961). Recherches sur les madréporaires et les formations récifales miocènes de la Méditerranée Occidentale. *Mémoires de la Société Géologique de France* 93: 1-562.
- Civis, J., de Porta, J. & Macpherson, I. (1987). La relación foraminíferos-sedimento en los niveles finos del Mioceno medio de la Depresión Prelitoral Catalana (noreste de España). *Acta Geológica Hispánica* 21-22: 535-540.
- Crusafont, M. (1957). *Chlamys rogeri*, nuevo nombre para *Ch. catalaunica*, Alm. & Bof. y su interés para la estratigrafía del Mioceno del Vallès-Penedés. *Estudios Geológicos* 14: 273-278.
- Crusafont, M. (1959). La segunda fase transgresiva en el Vindoboniense del Vallès-Penedés. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 55: 3-15.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1954). Catálogo paleomastológico del Mioceno del Vallès-Penedés y de Calatayud-Teruel. Segundo Curso Internacional de Paleontología, Museo de la Ciudad de Sabadell, Sabadell, 25 pp.

- de Gibert, J.M. & Robles, J.M. (2005). Firm ground ichnofacies recording high frequency marine flooding events (Langhian transgression, Vallès Penedès Basin, Spain). *Geologica Acta* 3: 295-305.
- de Gibert, J.M. & Domènech, R. (2008). Trazas fósiles de nuculoideos (Protovirgularia) del Mioceno marino de la Cuenca del Vallès-Penedès. *Revista Española de Paleontología* 23: 129-138.
- de Porta, J. (1969). Catálogo sistemático y estratigráfico de los Pectínidos del Neógeno del NE de España. *Acta Geológica Hispánica* 4: 135-142.
- de Porta, J. (1986). Los Ostreidae en el contexto de la sedimentación del Mioceno marino de la Depresión Prelitoral Catalana (NE de España). *Acta Geológica Hispánica* 21-22: 549-554.
- de Porta, J. & Civis, J. (1996). La sucesión bioestratigráfica del Mioceno marino en el Penedès y en el host de Tarragona-Bonastre (Neógeno del Sistema Mediterráneo). *Geogaceta* 19: 97-100.
- de Porta, J., Martinell, J. & González-Delgado, J.A. (1993). Caecidae (Gastropoda, Mesogastropoda) del Neógeno y Cuaternario marinos del Mediterráneo noroccidental y de la Península Ibérica. *Revista Española de Paleontología* 8: 1-13.
- Depéret, C.H. & Roman, F. (1902). Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. *Mémoires Société Géologique de la France* 26: 1-104.
- Esteban, M. (1979). Significance of the Upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 29:169-188.
- Esteban, M. & Permanyer, A. (1977). El Mioceno del Penedès. Los arrecifes. In *1er Seminario práctico de asociaciones arrecifales y evaporíticas* (ed. R. Salas), pp. 2.1-2.32. Depto. Petrología y Geoquímica, Universitat de Barcelona.
- Gaudant, J. & Rovira, J. (1998). Découverte de la plus ancienne espèce connue du genre *Aphanis* Nardo (Poissons téléostéens), dans le Miocène inférieur évaporitique de la Catalogne. *Batalleria* 8: 55-60.
- Hoedemakers, C. & Batllori, J. (2005). Fish otoliths from the Early and Middle Miocene of the Penedès (Catalunya, Spain). *Batalleria* 12: 105-134.
- Lambert, J. (1927). Révision des échinides fossiles de la Catalogne. *Memorias del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, ser. geológica* I (2): 7-60.
- López, C. (1984). La microfauna d'ostrácodos del Miocè de l'Alt Penedès. Tesis Doctoral (inédita). Universitat de Barcelona, 412 pp.
- Macpherson, I. (1992). Paleoeecología de foraminíferos bentónicos en el Mioceno medio de la cuenca del Penedés. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 434 pp.
- Macpherson, I. (1996). Revisión bioestratigráfica de los depósitos marinos del Mioceno medio en la cuenca del Penedès. *Acta Geológica Hispánica* 29: 123-132.
- Magné, J. (1978). Études microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée Nord-Occidentale. Vol. I: les bassins néogènes catalans. Tesis Doctoral (inédita), Université Paul Sabatier, CNRS. 259 pp.
- Martinell, J. & de Porta, J. (1981). Presencia de *Vaginella austriaca* Kittl (Pteropoda) y fauna malacológica acompañante en el Mioceno de Catalunya. *Iberus* 1: 1-8.
- Martinell, J. & de Porta, J. (1983). Nouvelles aportations sur la malacofaune miocénique de Catalunya. Considérations sur les Neritacea (Gastropoda). *Iberus* 3: 99-105.
- Martínez Lázaro, N. (2003). Bivalvos asociados a los arrecifes coralinos miocénicos de la cuenca del Penedès. Trabajo de investigación de doctorado (inédito), Universitat de Barcelona. 93 pp.
- Maureta, J. & Thos, S. (1881). Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España* 7: 1-478.
- Moreno, J.A., Peñas, A. & Rolán, E. (2003). Contribución al conocimiento de la fauna malacológica miocénica de La Pedrera, Sant Llorenç d'Hortons (NE de la Península Ibérica). *Iberus* 21: 129-175.
- Müller, P. (1993). Neogene decapod crustaceans from Catalonia. *Scripta Musei Geologici Seminarii Barcinonensis* 225: 1-39.
- Navas, E. (1991). La malacofauna del yacimiento miocénico de Sant Pau d'Ordal (Barcelona): Tafonomía y Sistemática. Tesis de licenciatura (inédita), Universitat de Barcelona. 313 pp.
- Navas, E., Martinell, J., Domènech, R. & Batllori, J. (1996). Correlación bioestratigráfica entre las sucesiones miocénicas marinas de Sant Pau d'Ordal y Sant Llorenç d'Hortons (Depresión del Vallès-Penedès, Barcelona). *Acta Geológica Hispánica* 29: 149-168.
- Permanyer, A. (1982). Sedimentologia i diagènesi dels esculls miocens de la Conca del Penedès. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 545 pp.
- Permanyer, A. (1990). Sedimentologia i diagènesi dels esculls miocènics de la conca del Penedès. *Arxius de la secció de Ciències IEC* 92: 1-320.
- Permanyer, A. & Esteban, M. (1973). El arrecife mioceno de Sant Pau d'Ordal (provincia de Barcelona). *Revista de Investigaciones Geológicas* 28: 46-72.
- Pilleri, G. (1990). Miocene cetacean remains from Mediterranean Spain. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 1: 43-76.
- Pilleri, G., Biosca, J. & Vía, L. (1989). The Tertiary Sirenia of Catalonia. Brain Anatomy Institute, Suiza. 98 pp.
- Rosell, J., Obrador, A., Robles Orozco, S. & Pallí, L. (1973). Sedimentologia del Mioceno del Vallés occidental

- (prov. de Barcelona). *Acta Geológica Hispánica* 8: 25-29.
- Truyols, J. (1957). La línea del litoral miocénico en el Vallés-Penedés. *Cursillos y Conferencias Instituto Lucas Mallada* 3: 131-146.
- Truyols, J. & Crusafont, M. (1951). Caracterización de un sistema de cuñas marinas en el Mioceno del Penedés. *Estudios Geológicos* 14: 443-454.
- Vézian, A. (1856). Terrain post-Pyrénéen des environs de Barcelona. Tesis doctoral (inédita), Université de Montpellier. 113 pp.
- Via, L. (1966). *Pinnixa (Palaeopinnixa) mytilicola*, nuevo braquiuro fósil, en el Mioceno marino del Vallés (Barcelona). *Acta Geológica Hispánica* 1: 1-4.
- Villalta, J.F. & Rosell, J. (1966). Aportaciones al estudio del Mioceno marino de la comarca del Vallés. *Acta Geológica Hispánica* 1: 5-8.
- Villalta, J.F., Rosell, J. & Obrador, A. (1968). Una nueva aportación al conocimiento del Mioceno marino del Vallés. *Acta Geológica Hispánica* 3: 19-21.

REGISTRO PALEONTOLÓGICO CONTINENTAL DEL MIOCENO DE LA CUENCA DEL VALLÈS-PENEDÈS

Casanovas-Vilar, I.¹, Alba, D.M.¹, Robles, J.M.^{1, 2} & Moyà-Solà, S.³

¹Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; isaac.casanovas@icp.cat, david.alba@icp.cat

²Fossilia Serveis Paleontològics i Geològics, S.L., Jaume I núm. 87, 1er, 5a, 08470, Sant Celoni, Barcelona, España; josep.robles@fossilia.com

³ICREA en Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont y Unitat d'Antropologia Biològica (Dept. BABVE), Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, Barcelona, España; salvador.moya@icp.cat

Antecedentes históricos

Los primeros hallazgos de vertebrados continentales en la cuenca del Vallès-Penedès se remontan a las últimas décadas del siglo XIX, poco después de que se iniciara la explotación intensiva de los niveles de lignitos cerca de Subirats (la Font Santa; véase Parada 1, Casanovas-Vilar et al. en este volumen) y de las arcillas cercanas a Rubí (Molí de Can Calopa). Ya en 1898, el canónigo del Seminario Conciliar de Barcelona Jaume Almera dio cuenta de los mamíferos fósiles hallados en estas dos localidades, marcando con este trabajo fundacional (Almera, 1898) el inicio de la paleontología de vertebrados en Cataluña. No obstante, el interés de Almera se centró en los aspectos geológicos de las formaciones miocenas del Vallès-Penedès, dejando la identificación y descripción de los ejemplares paleontológicos en manos de eminentes especialistas contemporáneos, incluyendo a Marcellin Boule, Charles Depéret o Jean Albert Gaudry. Posteriormente a la publicación de dicho trabajo, se sucedieron algunos artículos breves sobre las faunas del Vallès-Penedès (Almera, 1899; Bataller, 1918, 1928) en los que se dieron a conocer importantes yacimientos, como el de la trinchera del ferrocarril de Sant Quirze (Vallès Occidental). Años más tarde, Josep Ramon Bataller, también del Seminario Conciliar de Barcelona, en su monografía dedicada a los roedores fósiles de Cataluña (Bataller, 1938) dio a conocer nuevos restos y yacimientos, mencionando por primera vez una serie de localidades cercanas a els Hostalets de Pierola (l'Anoia; véase Parada 3, Alba et al. en este volumen).

No obstante, no fue hasta mediados del siglo XX cuando se inició una intensa actividad de prospección en la cuenca del Vallès-Penedès encabezada por el paleontólogo sabadellense Miquel Crusafont y sus colaboradores Josep F. de Villalta y Jaume Truyols. Crusafont y Villalta centraron su interés en las faunas de mamíferos aunque también se ocuparon de otros grupos de vertebrados, esto es, aves, reptiles y anfibios (Villalta & Crusafont, 1950; Crusafont & Villalta, 1952; Crusafont et al., 1955). Por su parte Truyols se ocupó mayoritariamente de la geología y estratigrafía de las sucesiones estudiadas (Crusafont & Truyols, 1954a; Crusafont et al., 1955). Los esfuerzos del equipo se vieron plasmados en numerosas publicaciones (por ejemplo, véanse Crusafont, 1950a, b; Crusafont & Hürzeler, 1961; Crusafont & Truyols, 1954a, 1960; Crusafont & Villalta, 1951; Crusafont et al., 1955; Villalta & Crusafont, 1934, 1941a, b), que situaron al Vallès-Penedès como un área de referencia a nivel mundial por lo que se refiere al estudio de los mamíferos terrestres del Mioceno. Dichos estudios evidenciaron que las asociaciones de mamíferos fósiles se sucedían desde el Mioceno Inferior al Superior, correspondiendo los principales yacimientos a finales del Mioceno Medio (els Hostalets de Pierola, Sant Quirze o Castell de Barberà) y a principios del Mioceno Superior (Can Llobateres, yacimientos de Terrassa o Piera). De hecho, Crusafont (1950a) definió un nuevo piso paleomastológico para el Mioceno Superior, en base a las sucesiones de la cuenca, al que llamó Vallesiense. Pronto el Vallesiense sería reconocido en otras regiones de Europa, siguiendo vigente en la actualidad.

En los siguientes años prosiguieron los estudios taxonómicos sobre las faunas del Vallès-Penedès, redactándose tesis y monografías centradas en gran parte en el material recuperado en esta cuenca (véanse por ejemplo Agustí, 1981; Golpe-Posse, 1972; Gibert, 1974; Santafé, 1978; Moyà-Solà, 1983). Poco después se publicaron los primeros trabajos de síntesis bioestratigráfica (Agustí, 1982; Agustí & Cabrera, 1980; Agustí et al., 1984, 1985) y paleoecológica (Agustí & Moyà-Solà, 1990; Agustí et al., 1984). En las últimas dos décadas, se han descubierto numerosas localidades fosilíferas, principalmente gracias a la realización de grandes obras públicas, como la autopista que une Rubí con Terrassa, o el Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola; Parada 3, Alba et al. en este volumen), y se han retomado también las excavaciones en localidades clásicas como Can Llobateres (Sabadell; Parada 4, Alba et al. en este volumen), con muy buenos resultados. Por otra parte, también se han realizado detallados estudios magnetoestratigráficos en las secuencias correspondientes al Vallesien del Vallès Occidental (Garcés, 1995; Garcés et al., 1996, 1997; Agustí et al., 1997) y al Aragoniense terminal (Mioceno Medio) de els Hostalets de Pierola (Moyà-Solà et al., 2009a; Casanovas-Vilar et al., 2011a). Dichos estudios permiten una alta resolución en la datación de buena parte del registro continental del Vallès-Penedès, abriendo la puerta a la realización de estudios paleoecológicos y evolutivos con un detalle raramente posible en las secuencias continentales.

El Mioceno Inferior: bioestratigrafía, principales eventos faunísticos y reconstrucción paleoambiental

El registro continental del Mioceno del Vallès-Penedès abarca desde el Rambliese (Aquitaniense, Mioceno Inferior) al Turoliese (Tortoniese, Mioceno Superior), siendo interrumpido por diversas transgresiones marinas durante el Burdigaliense superior y sobre todo durante el Langhiense (Mioceno Inferior y Medio, respectivamente) (véase de Gibert & Casanovas-Vilar en este volumen: FIG. 3).

1. El Rambliese. En comparación con los depósitos continentales del Mioceno Medio y Superior, estas formaciones, de marcado color rojizo, han proporcionado pocos yacimientos de vertebrados, los cuales además en general no son particularmente ricos (Crusafont et al., 1955). Las brechas basales han proporcionado algunos restos, sobre todo de microma-

míferos, en el yacimiento del Turó de les Forques, en las cercanías de Martorell. Un estudio preliminar del material ha permitido identificar dos géneros de roedores eómidos (*Pseudotheridomys*, *Ligerimys*), particularmente abundantes, y dos de glíridos (*Simplomys*, *Armantomys*) (Casanovas-Vilar et al., 2011a). Dicha asociación faunística permite correlacionar esta localidad con la zona A del Rambliese superior de la Cuenca del Calatayud-Daroca (Aragón; Daams et al., 1987, 1999; Van der Meulen et al., 2011a, b), equivalente a la segunda mitad de la biozona MN3 (FIG. 1). Por tanto podemos establecer que el relleno de la Cuenca del Vallès-Penedès empezó en el Mioceno Inferior, probablemente entre 20 y 17 Ma. El inicio de la sedimentación en otras cuencas del sector central del margen catalán, tales como la del Pla de Barcelona o la pequeña cuenca de Campins (el Vallès Oriental), se habría producido con anterioridad, durante el Oligoceno Superior (Chattiese) (Anadón & Villalta, 1975; Arbiol, 1993; Parcerisa et al., 2007).

Muy cerca del Turó de les Forques, en el límite entre los términos municipales de Castellbisbal y Martorell, encontramos los yacimientos de Costablanca (véase FIG. 5B en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen; FIG. 2). Estos comprenden un tramo basal de brechas que recubre materiales paleozoicos y una potente sucesión cíclica de sedimentos de llanura lútica y lacustres (Cabrera, 1981). En dicha sucesión encontramos diversos niveles con restos de macroflora (Sanz de Siria Catalán, 1981a, b, 1985, 1993, 1994) así como dos niveles con restos de vertebrados (Crusafont et al., 1968). Entre éstos se ha recuperado el équido *Anchitherium* (Crusafont et al., 1968; Rotgers & Alba, 2011) y el cérvido *Procervulus* (Crusafont et al., 1968), que permiten correlacionar los niveles con la biozona MN3 (Mein, 1975, 1999; Agustí et al., 2001). El resto de principales yacimientos correspondientes a la MN3 también están asociados a sistemas lacustres. Es el caso del Molí de Can Calopa (véase FIG. 5A en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen; FIG. 2), localidad cercana a Rubí ya conocida desde tiempos de Almera, y que ha librado restos tanto de micro- como de macrovertebrados. El yacimiento se sitúa en facies distales de abanico aluvial inmediatamente anteriores a las secuencias lacustres. La diversa fauna incluye *Anchitherium aurelianense*, *Procervulus dichotomus* y el suido *Aureliachoerus aurelianensis*, entre otros (Crusafont et al., 1955; Agustí et al., 1985; Rotgers & Alba, 2011). En cuanto a los micromamíferos, encontramos el glírido *Pseudodryomys ibericus* y el extraño muroideo *Melissiodon* cf. *domi-*

nans, pero hasta ahora no se han recuperado restos de eómidos (Crusafont et al., 1955; Agustí & Cabrera, 1980; Agustí, 1981; Agustí et al., 1985; Casanovas-Vilar et al., 2011a). Finalmente, entre los yacimientos correspondientes a la biozona MN3, debemos mencionar la localidad de Sant Andreu de la Barca (el Baix Llobregat), situada en una pequeña subcuenca asociada al Vallès-Penedès, y que también corresponde a un pequeño sistema lacustre con alternancia de carbonatos y lutitas. Esta localidad incluye diversos niveles ricos en micromamíferos y restos vegetales (Agustí, 1981), así como algunos restos de macrovertebrados (Agustí & Galobart, 1997). La asociación de roedores aparece dominada por los glíridos de los géneros *Pseudodryomys*, *Peridyromys* y *Glirudinus*, aunque también es común el eórido *Ligerimys* y aparecen algunos restos de *Melissiodon*. Entre los macromamíferos, además de *Anchitherium aurelianense*, *Procervulus* sp. y el félido *Pseudaelurus turnauensis*, cabe añadir los primeros mastodontes del género *Gomphotherium* (Agustí & Galobart, 1997). La dispersión de estos proboscídeos originarios del continente africano fue posible debido al establecimiento de una conexión entre África y Europa a través de Anatolia (el '*Gomphotherium* landbridge' de Rögl, 1999). Los primeros mastodontes aparecen más o menos al mismo tiempo en el sudoeste de Asia (Siwaliks, Indo-Pakistán) y Europa (Francia) hace unos 18 Ma, es decir, durante la segunda mitad de la MN3 (Barry et al., 1985; Bulot & Ginsburg, 1993). Por tanto, la cita de *Gomphotherium* de Sant Andreu de la Barca representa uno de los primeros registros de mastodontes en el Mioceno euroasiático.

La flora recuperada en diversos niveles del yacimiento de Costablanca indica que durante el Ramblense (MN3) el clima habría sido de tipo tropical o subtropical, con sequía estacional a la que seguiría una época de lluvias seguramente torrenciales (Sanz de Siria Catalán, 1981a, 1985, 1993). La vegetación cercana a las zonas pantanosas comprendería bosques de carácter tropical/subtropical con predominancia de árboles como *Cinnamomum*, *Ficus* o *Sapindus* y palmeras del género *Sabalites*. Por el contrario, lejos de estos ambientes se encontrarían los vegetales más resistentes a la sequía, entre ellos plantas micrófilas capaces de soportar largos períodos sin lluvias y leguminosas arbóreas y arbustivas de carácter xerófito (*Acacia*, *Cassia*) (Sanz de Siria Catalán, 1985, 1993). La fauna de macromamíferos está dominada por el género *Cainotherium* (Crusafont et al., 1955), un pequeño artiodáctilo de

proporciones y hábitos seguramente parecidos a los de las actuales liebres y conejos (Hürzeler, 1936). El resto de herbívoros parece indicar la presencia de un ambiente boscoso tupido. Éstos incluyen el más-quitido *Amphitragulus*, *Procervulus* y una especie de pequeño tamaño de *Anchitherium*. *Amphitragulus* podría haber presentado un modo de vida similar al de sus parientes actuales (Gentry et al., 1999), mientras que las especies de pequeño tamaño de *Anchitherium* parece que también serían ramoneadores que preferían ambientes boscosos (MacFadden, 1992; Hernández-Fernández et al., 2003). En tanto que *Procervulus*, pese a ser básicamente un ramoneador mixto, estaría también asociado a este tipo de biotopos (DeMiguel et al., 2010). Por lo que se refiere a los roedores, los glíridos *Pseudodryomys*, *Peridyromys* y *Simplomys* son los más comunes en las asociaciones del Ramblense del Vallès-Penedès; seguramente preferían ambientes secos y abiertos (Van der Meulen & De Bruijn, 1982), al igual que los esciúridos terrestres del género *Heteroxerus* (Daams et al., 1988; Van Dam & Weltje, 1999; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Por lo que se refiere a los roedores probablemente asociados a ambientes más húmedos y boscosos, tales como los eómidos (Daams et al., 1988) y *Melissiodon* (Mein & Freudenthal, 1981), son generalmente raros en los yacimientos ramblenses. Así pues, las faunas de mamíferos apoyan los datos paleobotánicos y parecen indicar la presencia de ambientes secos y abiertos. Cerca de las zonas lacustres existirían ambientes boscosos más húmedos y tupidos, donde morarían ciertos herbívoros adaptados a estos ambientes.

2. El Aragoniense inferior. El registro del Mioceno Inferior también incluye una serie de localidades correspondientes a la biozona MN4 que por norma general han librado principalmente restos de micromamíferos (Agustí et al., 1985). Una notable excepción es el yacimiento de Els Casots (Subirats), correspondiente a un sistema lacustre y que será descrito con detalle más adelante (Parada 1, Casanovas-Vilar et al., en este volumen). Estos yacimientos se caracterizan por la presencia de los primeros cricetodóntidos de los géneros *Democricetodon* y *Megacricetodon*, que hacen su primera aparición en la MN4 (Mein, 1999; Agustí et al., 2001). Por lo que se refiere a los macromamíferos, se registran por primera vez los suidos listriodontinos y a los mastodontes se añade un segundo grupo de proboscídeos, los dinoterios (*Prodeinotherium*). En la Cuenca de Calatayud-Daroca, *Democricetodon* (*D. hispanicus*) aparece a

finales de la zona A (Ramblense) hace unos 17 Ma (Daams et al., 1999; Van der Meulen et al., 2011a, b), mientras que en la cuenca de antepaís del norte de los Alpes Suizos habría aparecido medio millón de años antes (Kälin & Kempf, 2009; Van der Meulen et al., 2011a, b). En cualquier caso, la llegada de este cricetodóntido precede a las de *Megacricetodon* y del paracricetodóntido *Eumyarion*, que en la cuenca de Calatayud-Daroca no se registran hasta la zona C del Aragoniense inferior, caracterizándose la zona B, que define la primera biozona del Aragoniense, por la presencia de *Democricetodon hispanicus* como único cricetodóntido (Daams et al., 1999; Van der Meulen et al., 2011a, b). Pese a la presencia de los primeros cricetodóntidos, las faunas de roedores seguirían dominadas por los gliridos, que son particularmente diversos en la zona B, mientras que en la zona C los eómidos de la género *Ligerimys* serían especialmente abundantes. Los muroideos del género *Melissiodon* habrían desaparecido por completo. Aparentemente, esta subdivisión del Aragoniense inferior podría ser aplicada con pocas modificaciones a la cuenca del Vallès-Penedès (Casanovas-Vilar et al., 2011a; FIG. 1), aunque quizá sólo exista una localidad correspondiente a la zona B, Sant Mamet (Sant Cugat del Vallès). Este yacimiento ha librado micro- y macrofauna, aunque la muestra de microfauna es muy escasa, de modo que esta correlación con la zona B del Aragoniense inferior es dudosa. La microfauna de esta edad mejor conocida procede de los yacimientos de Can Martí Vell (Gelida), que se sitúan en facies de abanico distal, donde entre los tramos predominantemente lutíticos se intercalan niveles de lignito que seguramente corresponden a área palustres (Agustí & Cabrera, 1980). Estos niveles han proporcionado una rica asociación de roedores, dominada por el eórido *Ligerimys ellipticus* y que incluye hasta tres especies de muroideos: *Democricetodon hispanicus*, *Megacricetodon minor primitivus* y *Eumyarion weinfurteri* (Agustí, 1983; Agustí et al., 1985). Esta asociación de roedores claramente permite situar estas localidades en la zona C del Aragoniense inferior. En estos yacimientos los gliridos no son abundantes, aunque sí particularmente diversos, incluyendo hasta cinco géneros distintos: *Simplomys*, *Peridyromys*, *Microdyromys*, *Glirudinus* y *Paraglis*. Desgraciadamente, en estos yacimientos no se han recuperado macrovertebrados, aunque las cercanas localidades de les Cases de la Valenciana y Can Julià, también en Gelida, han proporcionado una asociación similar a la de Sant Mamet (Crusafont

et al., 1955). Entre los macromamíferos destaca la presencia de *Bunolistriodon lokharti*, además del tragúlido *Dorcatherium crassum* y de los primeros bóvidos del género *Eotragus* (Crusafont et al., 1955; Agustí et al., 1985).

Aunque se dispone de algunos restos vegetales (en su mayoría tallos de plantas acuáticas) del yacimiento de Els Casots (Parada 1, Casanovas-Vilar et al., en este volumen), éstos no han sido estudiados en detalle y no permiten por el momento llevar a cabo inferencias paleoambientales. Las faunas de macromamíferos del Aragoniense inferior siguen dominadas por *Caenotherium*, pero muestran una mayor diversidad de taxones adaptados a ambientes boscosos húmedos que las del Ramblense. Éstos incluirían los pequeños tayasúidos del género *Taicanamo* y los cérvidos de los géneros *Lagomeryx* y *Procervulus*. Además son frecuentes el tragúlido *Dorcatherium* y los paleomerícidos del género *Palaeomeryx*. El primero es morfológicamente muy similar al actual *Hyemoschus aquaticus* (Köhler, 1993), de costumbres semiacuáticas y que habita los bosques tropicales de África. Por su parte la morfología de los metápodos y las proporciones de *Palaeomeryx* le asemejan a los actuales alces, sugiriendo que quizá habitaba zonas boscosas inundadas (Köhler, 1993). Las asociaciones de roedores están dominadas por eómidos del género *Ligerimys*, aunque también son comunes los primeros cricetodóntidos (*Democricetodon*, *Megacricetodon*) y ciertos gliridos. Mientras que los eómidos parecen haber preferido ambientes forestales (Daams et al., 1988) los primeros cricetodóntidos seguramente eran ubicuistas (Daams et al., 1988). Entre los gliridos persisten las formas que presuntamente preferían hábitats abiertos (*Simplomys*, *Pseudodryomys*, *Peridyromys*) junto con otras (*Glirudinus*, *Muscardinus*) seguramente adaptadas a ambientes boscosos y húmedos (Van der Meulen & De Bruijn, 1982). Finalmente se encuentran hasta tres géneros diferentes de ardillas terrestres (*Heteroxerus*, *Atlantoxerus*, *Spermophilinus*) frente a sólo uno de ardillas arborícolas (*Ratufa*) y ninguno de ardillas voladoras. En general parece ser que el ambiente durante el Aragoniense inferior era más húmedo y boscoso que durante el Ramblense, aunque seguirían existiendo también zonas abiertas y áridas, como parecen indicar las asociaciones de roedores. Las temperaturas medias seguirían siendo altas, como indica la frecuente presencia de pequeños crocodílidos en algunos yacimientos (Els Casots, Can Julià, Les Cases de la Valenciana).

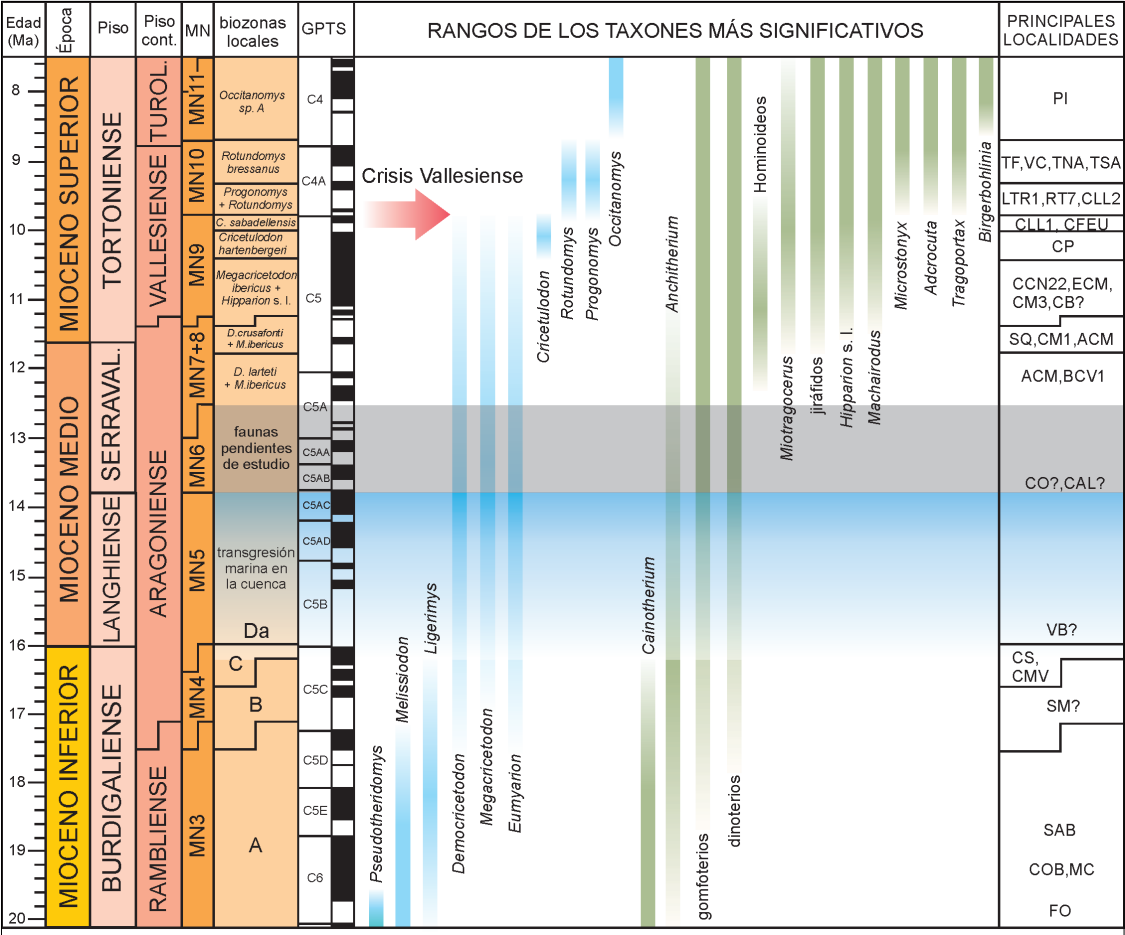


FIG. 1. Cuadro bioestratigráfico simplificado del Mioceno continental de la cuenca del Vallès-Penedès. Se indican las principales divisiones cronológicas y biozonas así como los rangos de los taxones más representativos (macromamíferos en verde y micromamíferos en azul). Finalmente también se muestran las principales localidades para cada biozona. Un interrogante indica que la correlación de esta localidad con la correspondiente biozona es incierta. Acrónimos de las localidades: FO = Turó de les Forques; MC = Molí Calopa; COB = Costablanca; SAB = Sant Andreu de la Barca; SM = Sant Mamet; CS = els Casots; CMV = Can Martí Vell; VB = Vilobí; CO = les Conilleres; CAL = Ca n'Almirall; ACM = localidades del Abocador de Can Mata; BCV1 = Barranc de Can Vila 1; SQ = Sant Quirze; CM1 = Can Mata I; CCN22 = Creu Conill 22; ECM = localidades del Ecoparc de Can Mata; CM3 = Can Mata III; CB = Castell de Barberà; CP = Can Poncic; CLL1 = Can Llobateres 1; CFEU = Can Feu; LTR1 = La Tarumba 1; RT7 = Autopista de Rubí a Terrassa km 7; CLL2 = Can Llobateres 2; TF = Torrent de Febrines; VC = Viladecavalls; TNA = Trinxera Nord Autopista; TSA = Trinxera Sud Autopista; PI = Piera. Los límites para los pisos del Mioceno son según Lourens et al. (2004); para las zonas MN según Agustí et al. (2001); para las biozonas locales según Casanovas-Vilar et al. (2011b). GPTS = Escala de polaridad geomagnética, según Lourens et al. (2004).

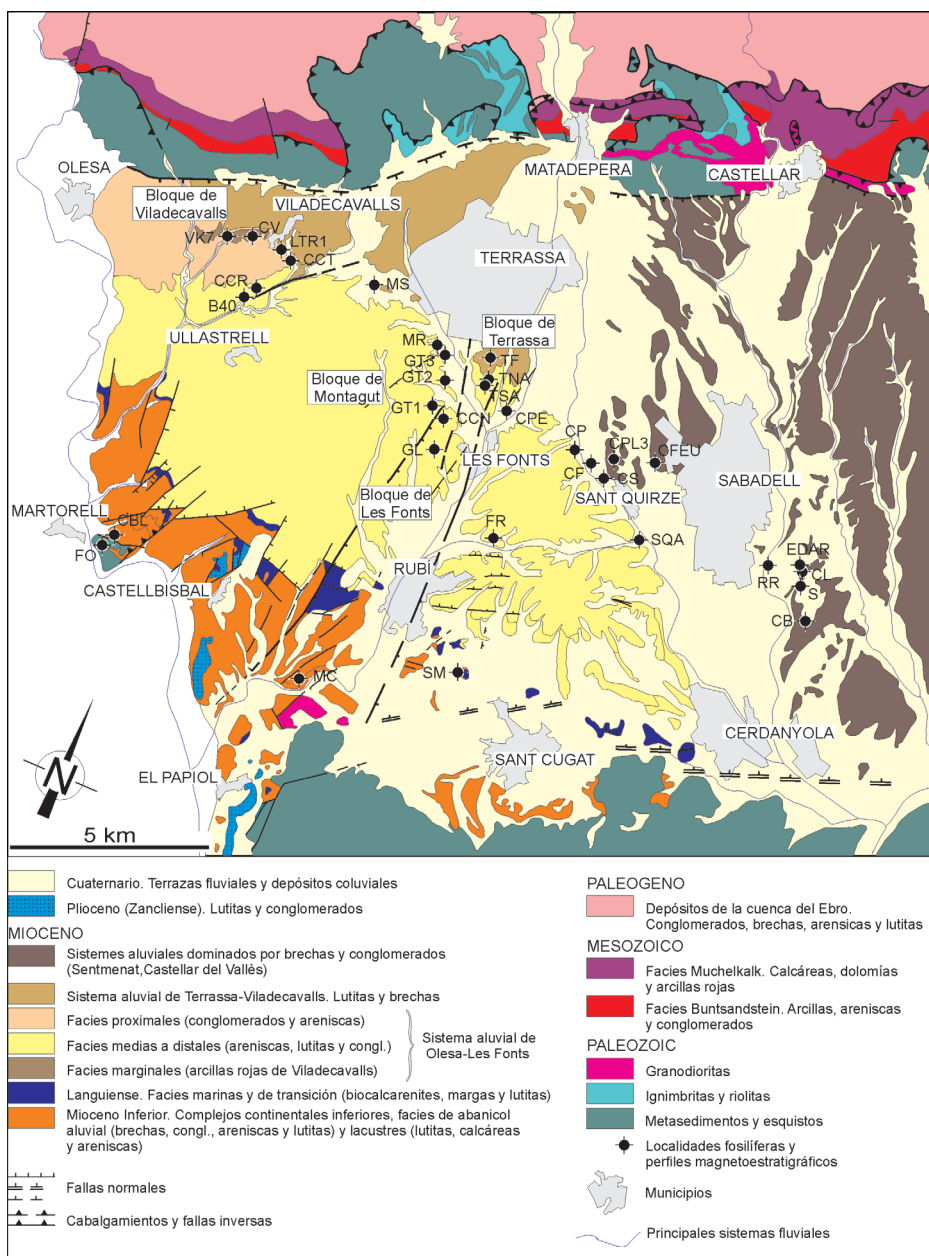


FIG. 2. Mapa geológico del Vallès Occidental. Se indican las principales unidades geológicas y las facies de los distintos sistemas de abanicos aluviales. También se indican las principales localidades fosilíferas y perfiles magnetoestratigráficos (véase Garcés, 1995; Garcés et al., 1996). Acrónimos: FO = Turó de les Forques; CBL = Costablanca; MC = Molí Calopa; SM = Sant Mamet; FF = perfil de Font del Ferro, incluye la localidad RT-3C; FR = perfil de Can Ferran; SQ = Sant Quirze; CB = Castell de Barberà; S = Santiga; EDAR = localidades de la Estació Depuradora d'Aigües Residuals del Riu Ripoll; CL = perfil de Can Llobateres; RR = Riu Ripoll; CS = Can Casablanques; CFEU = Can Feu; CF = Can Feliu; CPL3 = Can Pallars de Llobateres 3; GL = perfil de Can Guilera; CCN = perfil de Creu Conill; GT1 = perfil de Can Guitart 1, incluye las localidades CCN20 y CCN22; GT2 = perfil de Can Guitart 2; GT3 = perfil de Can Guitart 3; TSA = localidades de la Trinxera Sud Autopista; TNA = Trinxera Nord Autopista; TF = perfil de Torrent de Febulines; MR = perfil de Les Martines; CM = Can Missert; CR = perfil de Can Coromines; CCT = perfil de Can Tarumbot; LTR1 = La Tarumba 1; VQ = perfil de la Pedrera de Viladecavalls; B40 = localidades de la Autovia orbital B40. (Modificado a partir de Garcés, 1995).

El Mioceno Medio: bioestratigrafía, principales eventos faunísticos y reconstrucción paleoambiental

1. El Aragoniense medio. Debido a las repetidas transgresiones marinas que afectaron a diversas zonas de la cuenca durante el Burdigaliense superior y el Langhiense (ver FIG. 4B en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen;), existen pocos yacimientos continentales que podrían corresponder a esta edad. Estos incluyen Vilobí del Penedès (Alt Penedès), en el que hasta el momento sólo se han recuperado restos de microfauna, pendiente de estudio (Casanovas-Vilar et al., 2011a). Los diferentes niveles que han proporcionado micromamíferos se sitúan en facies transicionales con abundantes restos de ostreidos suprayacentes a los depósitos de evaporitas del Mioceno Inferior. La microfauna registra un cambio importante, puesto que las asociaciones pasan a estar dominadas por el género *Megacricetodon*, siendo *Democricetodon* y los glíridos bastante más escasos que en localidades como Can Martí Vell o Els Casots. El género *Ligerimys* está representado por unos pocos molares. Considerando sus asociaciones de roedores, Vilobí podría corresponder a la zona Da del Aragoniense medio (Daams & Freudenthal, 1981; Daams et al., 1999; Van der Meulen et al., 2011a, b) equivalente a la parte más baja de la MN5 (FIG. 1).

En la parte alta de los complejos marinos y de transición, en facies transicionales, encontramos la localidad de Ca n'Almirall, en el término municipal de Castellví de la Marca (l'Alt Penedès) (Agustí et al., 1985; Crusafont & Golpe-Posse, 1975). Agustí et al. (1985) publicaron una lista faunística preliminar de esta localidad, y en base al grado de evolución de los representantes de los géneros de roedores *Cricetodon* y *Eumyarion* la correlacionan con la MN6. La rica muestra de roedores también incluye *Megacricetodon*, *Democricetodon* y *Muscardinus*, pero sería preciso un estudio sistemático detallado a fin de establecer la edad de este yacimiento, puesto que todos estos géneros están también presentes en la MN5 y la MN7+8. Agustí et al. (1985) también correlacionan la cercana localidad de les Conilleres, situada ya en facies de los Complejos Continentales Superiores, con la MN6 en base a la presencia de *Megacricetodon crusafonti* y *Eumyarion medium* (FIG. 1). No obstante, dicha fauna tampoco ha sido estudiada con detalle, y por tanto no se pueden descartar otras posibles correlaciones con la MN5 o la MN7+8.

El lapso de tiempo correspondiente al Aragoniense medio cubre el Óptimo Climático del Mioceno Medio, un corto período particularmente cálido que se dio entre hace 17 y 15 Ma (Zachos et al., 2001). En algunas cuencas ibéricas, como la de Calatayud-Daroca, este ascenso en las temperaturas implicó el desarrollo de un clima cálido y semiárido (Van der Meulen & Daams, 1992; Krijgsman et al., 1994), unas condiciones que parecen haberse dado también en el Vallès-Penedès, según indica la información paleobotánica. Ésta es muy completa, puesto que se dispone tanto de macrorestos vegetales (Sanz de Siria Catalán, 1982, 1984, 1985, 1993, 2001) como de datos polínicos (Bessedik, 1984; Bessedik & Cabrera, 1985) de numerosos yacimientos correspondientes al Langhiense y Serravaliense inferior. Las localidades que han proporcionado macrorestos vegetales (Martorell, Sant Sadurní d'Anoia, Rubí y Cerdanyola) muestran una clara predominancia de las leguminosas micrófilas, tales como *Acacia*, *Cassia*, *Banksia* o *Bursea*, características de climas cálidos y semiáridos (Sanz de Siria Catalán, 1982, 1984, 1985, 2001). Junto a éstas, coexistiría una proporción notable de taxones que indican un clima subtropical a templado-cálido y algo más húmedo, como *Ailanthus*, *Cinnamomum*, *Persea* o *Sapindus* (Sanz de Siria Catalán, 1985, 1993, 2001). La palinología ofrece una visión más completa de la vegetación regional y muestran la existencia de algunas comunidades vegetales que no están representadas en las asociaciones de macrorestos vegetales (Bessedik, 1984; Bessedik & Cabrera, 1985). Así, los datos polínicos procedentes de las localidades de Vilobí del Penedès y Sant Pau d'Ordal (Subirats) revelan la existencia de manglares con *Avicennia* en las zonas costeras, y también incluyen polen de taxones más característicos de climas templados, como *Acer*, *Castanea*, *Liquidambar* o *Ulmus* (Bessedik, 1984; Bessedik & Cabrera, 1985). En general, los datos paleobotánicos indican que el clima era cálido, de tipo tropical o subtropical, y semiárido. Los géneros propios de climas templados habrían vivido seguramente en las zonas de mayor altitud, hecho que explicaría su ausencia en las asociaciones de macrorestos vegetales (Sanz de Siria Catalán, 2001). Las faunas de roedores del Vallès-Penedès son similares a las de Calatayud-Daroca, con un predominio del género *Megacricetodon* y en menor medida de *Democricetodon*, indicando que los ambientes eran similares en ambas cuencas.

2. El Aragoniense superior. El Aragoniense superior cubre las biozonas MN6 y MN7+8. En la cuenca del Vallès-Penedès está representado por numero-

sas localidades, aunque todas ellas corresponden a la MN7+8, la parte terminal del Aragoniense. No obstante, como se ha mencionado en la sección anterior, es probable que algunas localidades situadas en facies transicionales de los Complejos Marinos y de Transición (les Conilleres, Ca n'Almirall) correspondan a la MN6 (Agustí et al., 1985). Éste es también el caso de la localidad de la Autopista de Rubí-Terrassa 3C (RT-3C, integrada en el perfil de Font del Ferro; FIG. 2), situada en facies distales del sistema aluvial de Olesa-Les Fonts (Garcés, 1995; Casanovas-Vilar, 2007). La mayoría de yacimientos del Aragoniense superior se sitúan en facies distales de los principales sistemas de abanicos aluviales que definen los Complejos continentales superiores (Agustí et al., 1985, 1997; Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2011b; véase FIG. 6 en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen; FIG. 2). Entre las principales localidades clásicas debemos mencionar Sant Quirze (el Vallès Occidental), Can Mata I y II (els Hostalets de Pierola, l'Anoia; véase Parada 3, Alba et al., en este volumen) y el conjunto de localidades agrupadas informalmente como 'Hostalets Inferior' (Bataller, 1938; Crusafont & Truyols, 1954b; Agustí et al., 1985, 1997). Las localidades de Castell de Barberà (Crusafont & Golpe-Posse, 1972, 1974a, 1981, 1982; Golpe-Posse, 1974, 1975, 1977; Petter, 1976; Aguilar et al., 1979; Robles et al., 2010; Rotgers & Alba, 2011; Alba et al., 2011a; Almécija et al., 2011) y Can Missert (Crusafont & Golpe-Posse, 1974b; Agustí et al., 2005), clásicamente atribuidas al Aragoniense superior, corresponderían más probablemente al Vallesiense inferior inicial (Robles et al., 2011; Rotgers et al., 2011).

Recientemente, nuestro conocimiento sobre las faunas del Aragoniense superior de la cuenca del Vallès-Penedès se ha incrementado de forma espectacular gracias al descubrimiento de numerosos yacimientos durante la construcción de un vertedero (Abocador de Can Mata, ACM) en el término municipal dels Hostalets de Pierola (Parada 3, Alba et al., este volumen). En base al rico registro del ACM, el Aragoniense superior puede dividirse en distintas biozonas (Alba et al., 2006, 2009; Casanovas-Vilar, 2007; Moyà-Solà et al., 2009a; Casanovas-Vilar et al., 2011b). Los límites de estas biozonas así como la edad de las principales localidades que incluyen han podido cifrarse con gran precisión gracias a los estudios magnetoestratigráficos llevados a cabo en las principales secciones del ACM (Moyà-Solà et al., 2009a, b; Casanovas-Vilar et al., 2011b; FIG. 2). La MN7+8 se divide en dos biozonas distintas en la cuenca del Vallès-

Penedès, las cuales se distinguen por las especies de roedores cricetodóntidos presentes. La primera de éstas es la zona de rango concurrente *Megacricetodon ibericus* + *Democricetodon larteti*, caracterizada por la coexistencia de estos dos cricetodóntidos, que figuran entre los elementos más comunes de las asociaciones de roedores (Alba et al., 2006; Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2011b; FIG. 1). Las microfaunas de esta biozona son, por norma general, muy diversas (FIG. 3), incluyendo hasta cinco especies distintas de cricetodóntidos en una misma localidad, dos de los géneros *Megacricetodon* (*M. ibericus*; FIG. 3.11-3.12; y *M. minor minor*) y *Democricetodon* (*D. larteti*; FIG. 3.9-3.10; y *D. brevis brevis*), además de una de *Hispanomys* (*H. decedens* o *H. cf. aguirrei*). El paracricetodóntido *Eumyarion leemanni* (FIG. 3.12-3.13) puede ser muy común en algunas localidades, como Barranc de Can Vila 1 en el ACM (Casanovas-Vilar et al., 2010a). Aunque no son abundantes, los glíridos también son muy diversos e incluyen los géneros *Muscardinus* (FIG. 3.7-3.8), *Glirudinus* (FIG. 3.15-3.16), *Myoglis*, *Microdyromys* (FIG. 3.17-3.18), *Paraglrulus* y *Paraglis*. Los esciúridos terrestres (*Spermophilinus bredai*) también son elementos comunes en las asociaciones. Los anomalómidos (*Anomalomys*), los diminutos representantes de los últimos eómidos (*Eomyops* y *Keramidomys*), los pterominos (ardillas voladoras de los géneros *Miopetaurista*; FIG. 3.19; y *Albanensia*) y los castóridos (*Chalicomys batalleri*) a menudo están presentes aunque siempre son muy escasos (Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2011b). Esta biozona se inicia en la base del subcron geomagnético C5An.2n (12,415-12,207 Ma; rangos de edad según ATNTS2004 de Lourens et al., 2004) y finaliza durante el subcron C5r.3r (12,014-11,614 Ma), por lo que se estima una edad cercana a los 11,8 Ma para su límite superior (FIG. 1, FIG. 4). Unas pocas localidades del ACM se situarían por debajo de esta biozona, y presumiblemente podrían corresponder a la MN6 (Alba et al., 2006, 2009; Casanovas-Vilar, 2007). No obstante, la fauna recuperada es todavía demasiado escasa para poder correlacionar estas localidades de manera inequívoca con la MN6. La siguiente biozona de la MN7+8 es la llamada zona de rango concurrente de *Megacricetodon ibericus* + *Democricetodon crusafonti*. Ésta se extiende desde el subcron C5.3r (ca. 11,8 Ma) hasta el subcron C5r.1n (11,154-11,118 Ma), que define la base del Vallesiense (FIG. 1, FIG. 4). Las faunas de roedores son similares a las de la biozona precedente, aunque algunas especies y subespecies han sido reemplazadas por sus supuestos descendien-

tes (ej. *D. larteti* por *D. crusafonti*, *M. minor minor* por *M. minor debroijni*, y *D. brevis brevis* por *D. brevis nemoralis*). El género *Hispanomys* es muy común y puede estar representado por varias especies. Los castóridos (de los géneros *Euroxenomys*; FIG. 3.20; y *Chalicomys*) pueden ser particularmente abundantes en algunas localidades, como es el caso de Sant Quirze (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Las principales localidades clásicas del Aragoniense superior, como Sant Quirze y Can Mata I y II, se correlacionan con esta biozona. Esta división de la MN7+8 en dos biozonas seguramente puede extenderse a otras regiones, como es el caso de la cuenca de Calatayud-Daroca (Casanovas-Vilar, 2007), donde supondría una división de la zona G3, que en la actualidad equivale a la totalidad de la MN7+8 (Daams & Freudenthal, 1981; Daams et al., 1977, 1999; Van der Meulen et al., 2011a, b). Por su parte, la biozona MN7+8 resulta de la fusión de las zonas originales MN7 y MN8 (Mein, 1975), debido a que las entonces localidades de referencia, Steinheim (Alemania) para la MN7 y Anwil (Suiza) para la MN8, son de edad muy parecida y sus faunas sólo se distinguen en algunos detalles (De Bruijn et al., 1992). Como solución pragmática se decidió unir ambas biozonas y proponer las faunas de La Grive M (Isère, Francia) como localidad de referencia para la MN7+8 (De Bruijn et al., 1992). Recientemente, Mein y Ginsburg (2002) propusieron la subdivisión de la MN7+8 en base a las faunas de las distintas fisuras cársticas de La Grive, proponiendo La Grive M como localidad de referencia para la MN7 y La Grive L3 para la MN8. Nuevamente, las faunas de ambas fisuras sólo difieren en algunos detalles, como la presencia de *D. larteti* en La Grive M y de *D. crusafonti* en La Grive L3. Claramente, las dos biozonas definidas en La Grive se corresponden bien con las descritas en la cuenca del Vallès-Penedès. No obstante, estas zonas sólo pueden ser aplicadas a escala regional (península Ibérica-Francia), no pudiéndose reconocer tal división en áreas de Europa central como Suiza (Kälin & Kempf, 2009).

Las faunas de macromamíferos de la MN7+8 son particularmente diversas (véase por ejemplo la fauna de ACM; Parada 3, Alba et al., este volumen; FIG. 5). Entre los herbívoros de gran tamaño encontramos dos géneros de proboscídeos (los mastodontes *Gomphotherium* o *Tetralophodon*, y el dinotero *Deinotherium*; FIG. 5.1), diversos rinocerótidos (*Alicoronops*, *Hoploaceratherium*, *Lartetotherium*) y calicotéridos (*Anisodon grande*; FIG. 5.2). Por lo que se refiere a los herbívoros de tamaño medio y pequeño, los suidos y cérvidos son diversos, y algunas espe-

cies, como el suido *Listriodon splendens* y el cérvido *Euprox furcatus* (FIG. 5.4, FIG. 5.5) pueden ser muy comunes. También es muy abundante el mosquido *Micromeryx flourensianus*, particularmente en el ACM (véase Parada 3, Alba et al., este volumen). El resto de herbívoros comprende el tragúlido *Dorcatherium* (FIG. 5.6), los bóvidos *Protragocerus* y *Miotragocerus*, y los jiráfidos del género *Palaeotragus*. *Miotragocerus* y *Palaeotragus* parece que sólo estarían presentes en los yacimientos correspondientes a la biozona *M. ibericus* + *D. crusafonti* (FIG. 1), el primero siendo particularmente abundante en detrimento del cérvido *Euprox*. Los carnívoros incluyen numerosas especies de pequeño tamaño (especialmente mustélidos como *Trocharon albanense*; FIG. 5.3), hiénidos (*Thalassictis*, *Protictitherium*), félidos (*Pseudaelurus*) y finalmente los falsos dientes de sable de la familia de los barbourófélidos (*Sansanosmilus*). Por último cabe mencionar la presencia de primates, tanto hominoideos como pliopitecoideos (FIG. 5.7), que se registran por primera vez en biozona *M. ibericus* + *D. larteti* y que persistirán hasta bien entrado el Vallesense (FIG. 1, FIG. 4).

Las faunas de mamíferos de la MN7+8 de la cuenca del Vallès-Penedès muestran una diversidad notable, muy por encima de la registrada en otras cuencas ibéricas durante el mismo intervalo (véase Agustí, 1990; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2005, 2008). Esto se debe a la presencia de ciertos taxones que esta región comparte con las faunas de Francia y de Europa central pero que no se encuentran en las cuencas del interior de Iberia. Por lo que a los micromamíferos se refiere, éstos incluyen numerosos insectívoros (*Talpa*, *Proscapanus*, *Lantanotherium*, *Dinosorex*, *Plesiodimylus*), pterominos, eómidos, ciertos gliridos (*Glirudinus*, *Paraglrilulus*, *Paraglis*) y algunos muroideos (*Eumyarion*, *Anomalomys*) (Agustí, 1981, 1990; Sesé, 1988; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2008; Furió et al., 2011a). Las faunas de micromamíferos de la misma edad de la intensamente muestreada cuenca de Calatayud-Daroca muestran una asociación muy distinta (véase Daams et al., 1999), con sólo dos géneros de insectívoros presentes (*Miosorex*, *Galerix*) y con escasos gliridos arborícolas (generalmente representados sólo por los géneros *Muscardinus* y *Microdyromys*). Por el contrario los gliridos presumiblemente terrestres, como *Myomimus* o *Armantomys*, pueden ser comunes. En cualquier caso, las asociaciones de esta cuenca están numéricamente dominadas por el cricetodóntido *Megacricetodon ibericus*, que generalmente constituye

más del 70% de restos dentales recuperados (Daams & Freudenthal, 1988; Daams et al., 1988). Las faunas del Vallès-Penedès, además de ser más diversas, son más equitativas, aunque siguen dominadas por cricetodóntidos (*Megacricetodon*, *Democricetodon*, *Hispanomys*) o paracricetodóntidos (*Eumyarion*) (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2008). Estas diferencias en la composición de las microfaunas indican que las condiciones ambientales eran distintas en ambas regiones, siendo el hábitat probablemente más abierto y menos húmedo en las cuencas del interior de la Península Ibérica. Por su parte, en el Vallès-Penedès faltan algunos géneros propios de las localidades de Francia y el centro de Europa, tales como algunos cricetodóntidos (*Collimys*, *Deperetomys*) y pterominos (*Forsythia*, *Blackia*). Esto podría indicar que la cuenca catalana define una área de transición entre dos bioprovincias marcadamente distintas, una centro-europea, en la que predominarían los ambientes boscosos y húmedos, y una ibérica mucho más seca (Agustí et al., 1990; Casanovas-Vilar et al., 2005, 2008, 2010b). Esta interpretación es congruente con los datos aportados por la fauna de macromamíferos. Cataluña es la única región de la Península Ibérica en la que se han hallado restos de hominoideos y pliopitecoideos, del calicoterio *Anisodon* o de los pequeños súidos del género *Albanohyus* (Morales et al., 1999). Todas estas formas parecen haber estado asociadas a ambientes forestales húmedos, que habrían sido escasos o inexistentes en las cuencas ibéricas interiores.

Desafortunadamente, no se dispone de datos paleobotánicos que nos permitan conocer la vegetación presente en el Vallès-Penedès durante el Aragoniense superior. No obstante, el hecho de que las faunas de esta cuenca muestren similitudes con las existentes en zonas de Francia y Europa central permite inferir que la vegetación en ambas áreas debió ser seguramente similar. Los ricos yacimientos del centro de Europa han mostrado que a finales del Mioceno Medio aquella región se hallaba cubierta de densos bosques de tipo mixto, en los que coexistían árboles caducifolios (como *Acer*, *Juglans*, *Populus* o *Salix*) con una proporción importante de perennifolios, siendo especialmente comunes las lauráceas (Kovar-Eder, 2003; Mosbrugger et al., 2005; Utescher et al., 2007). El clima habría sido de tipo subtropical a templado cálido y húmedo. El Vallès-Penedès podría haber disfrutado de unas condiciones similares, siendo por tanto el clima algo más húmedo que en épocas anteriores (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2008).

El Mioceno Superior: bioestratigrafía, principales eventos faunísticos y reconstrucción paleoambiental

1. El Vallesiense inferior. El Vallesiense fue definido por Crusafont (1950a) en base a las ya por aquel entonces ricas asociaciones de mamíferos de la cuenca del Vallès-Penedès. Este piso paleomastológico queda definido por la coexistencia del équido *Hipparion* sensu lato, un inmigrante de origen norteamericano, con mamíferos característicos de las faunas del Mioceno Medio. Crusafont reconoció que en otras áreas de Europa, como por ejemplo Grecia, las faunas con *Hipparion* presentaban una serie de herbívoros propios de campo abierto, como ciertos bóvidos y jiráfidos, que no aparecían en el Vallès-Penedès hasta algo después de la primera entrada de *Hipparion*. Aunque este autor no designó ningún estratotipo de base ni de techo, sí consideró la superposición estratigráfica (muy a grandes rasgos) de las capas vallesienses sobre las correspondientes al Mioceno Medio en los afloramientos de els Hostalets de Pierola. Además, dividió el Vallesiense en dos partes, la inferior incluyendo los citados yacimientos de els Hostalets de Pierola, y la superior incluyendo los de Viladecavalls. Aunque inicialmente se había restringido el Vallesiense al ámbito ibérico, pronto fue reconocido en otras regiones de Europa e incluso del norte de África. Por su parte, Mein (1975) equiparó la división del Vallesiense a dos biozonas: MN9 y MN10. En la MN9, además del équido *Hipparion* s.l. (o *Hippotherium*) aparecería también el cricétido *Cricetulodon* y se extinguirían algunos géneros de cricetodóntidos (*Megacricetodon*, *Democricetodon*). En la MN10, aparecerían algunos inmigrantes de origen oriental, tales como *Microstonyx*, un súido de gran tamaño. Como localidades de referencia para estas biozonas, Mein (1975) escogió Can Llobateres (MN9), cerca de Sabadell (Parada 4, Alba et al., este volumen), y Masía del Barbo (MN10), situada en la cuenca de Teruel. Las sucesiones vallesienses han sido intensamente muestreadas y se han propuesto diversas divisiones en base a las faunas de roedores (Agustí, 1981, 1982; Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar et al., 2011b), las cuales van más allá de la división bipartita original. Además, se han llevado a cabo estudios magnetoestratigráficos en el sector del Vallès Occidental (Garcés, 1995; Garcés et al., 1997) y, más recientemente, en el área de els Hostalets de Pierola (Moyà-Solà et al., 2009a; Casanovas-Vilar et al., 2011b), que han permitido precisar la edad de la base y el techo del Vallesiense, así como de las principales biozonas y eventos faunísticos.

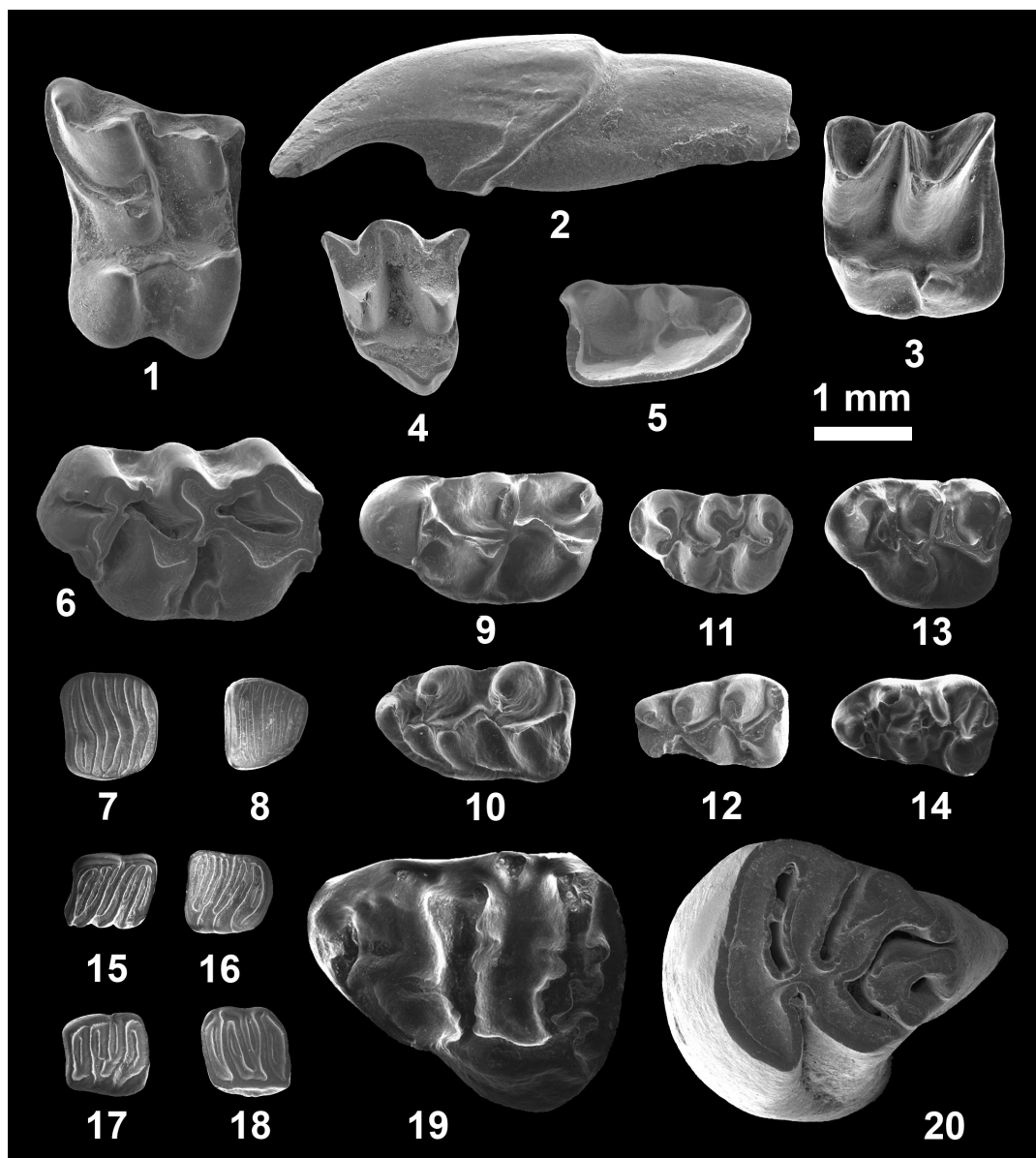


FIG. 3. Roedores e insectívoros del Aragoniense superior y Vallesiense inferior de la cuenca del Vallès-Penedès, procedentes de Barranc de Can Vila 1 (BCV1; 1-5, 7-10, 13-19) y Creu Conill 22 (CCN22; 6, 11-12, 20). 1. M¹ de *Parasorex socialis*. 2. I de *Dinosorex zapfei*. 3. M¹ de *Dinosorex zapfei*. 4. M² de *Talpa minuta*. 5. M₁ de *Plesiodimylus chantrei*. 6. M¹ de *Hispanomys dispectus*. 7. M² de *Muscardinus sansaniensis*. 8. M³ de *Muscardinus sansaniensis*. 9. M¹ de *Democricetodon larteti*. 10. M₁ de *Democricetodon larteti*. 11. M¹ de *Megacricetodon ibericus*. 12. M₁ de *Megacricetodon ibericus*. 13. M¹ de *Eumyarion leemanni*. 14. M₁ de *Eumyarion leemanni*. 15. M₁ de *Glirudinus undosus*. 16. M₂ de *Glirudinus undosus*. 17. M_{1,2} de *Microdyromys complicatus*. 18. M_{1,2} de *Microdyromys complicatus*. 19. P⁴ de *Miopetaurista cf. crusafonti*. 20. M³ de *Euroxenyomys minutus*. (Modificado a partir de Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2010a; Furió et al., 2011b).

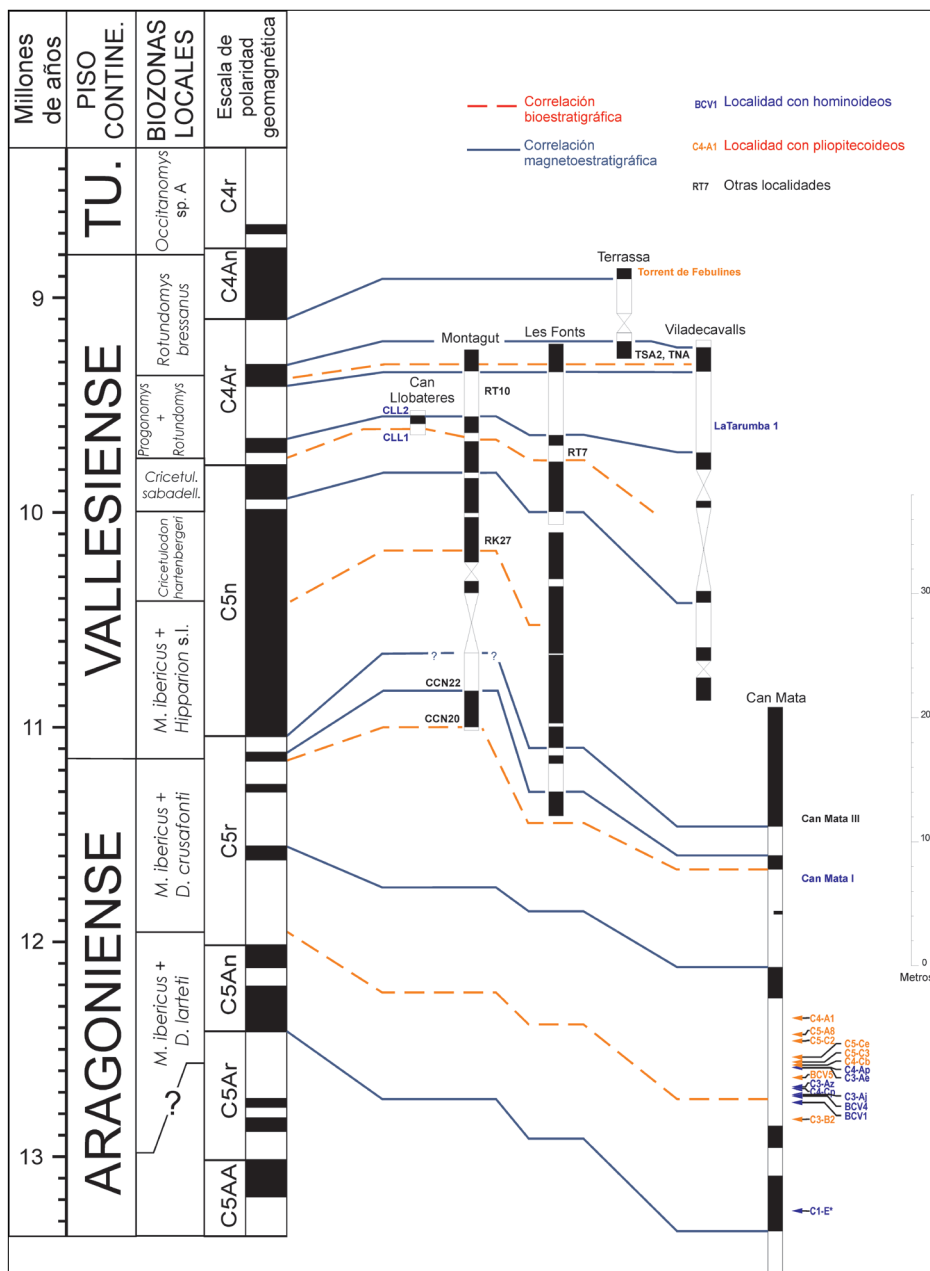


FIG. 4. Correlación de los principales perfiles magnetoestratigráficos de la cuenca del Vallès-Penedès. Se indican los principales yacimientos así como las localidades con pliopitecoideos y hominoideos. Acrónimos: BCV1 = Barranc de Can Vila 1; CCN20 = Creu Conill 20; CCN22 = Creu Conill 22; RK27 = Autopista de Rubí a Terrassa km 27; CLL1 = Can Llobateres 1; CLL2 Can Llobateres 2; RT7 = Autopista de Rubí Terrassa km 7; TNA = Trinxera Nord Autopista; TSA2 = Trinxera Sud Autopista 2. En el perfil de Can Mata el resto de acrónimos corresponden a distintas localidades del Abocador de Can Mata. Los límites para los pisos del Mioceno y la escala de polaridad geomagnética siguen Lourens et al. (2004); para las zonas MN Agustí et al. (2001); para las biozonas locales Casanovas-Vilar et al. (2011b). (Modificado a partir de Casanovas-Vilar et al., 2011b).



FIG. 5. Algunos restos fósiles de vertebrados del Abocador de Can Mata (ACM). 1. Mandíbula y defensa de *Deinotherium giganteum*. 2. Fragmento maxilar de *Anisodon grande*. 3. Cráneo de *Trocharion albanense*. 4. Cráneo de *Euprox furcatus* (hembra). 5. Asta de *Euprox furcatus*. 6. Mandíbula de *Dorcatherium navi meini*. 7. Mandíbula de *Pliopithecus canmatensis*.

El Vallesiense se inicia con la primera aparición de *Hippotherium*, que se originó en América del Norte y que, coincidiendo con un marcado descenso del nivel del mar (Haq et al., 1987; Zachos et al., 2001), cruzó el estrecho de Bering y se dispersó rápidamente por el Viejo Mundo. En el Vallès-Penedès, el registro más antiguo de este équido se encuentra en la localidad de Creu Conill 20 (FIG. 2), en el término municipal de Terrassa, que se correlaciona con la base del subcron C5r.1n (Garcés, 1995; Garcés et al., 1996, 1997) y que correspondería a una edad en torno a los 11,1 Ma (FIG. 1, FIG. 4). Esta edad es congruente con otras dataciones del mismo evento en Alemania (Bernor et al., 1988) y Austria (Rögl & Daxner-Höck, 1996). No obstante, los datos de la cuenca de Calatayud-Daroca (Garcés et al., 2003), la Formación Sinap (Turquía; Kappelman et al., 1996, 2003), los Siwaliks (Pakistán; Barry et al., 1982, 1985) y la Formación Ngororo (Kenia; Pickford, 2001) parecen indicar que este evento ocurrió algo más tarde, en torno a los 10,8-10,3 Ma. En cualquier caso, la dispersión de este équido fue un evento sorprendentemente rápido para un mamífero terrestre, ya que en menos de medio millón de años se extendió por todo el Viejo Mundo. Los primeros *Hippotherium* del Vallès-Penedès aparecen asociados a una micro- y macrofauna que apenas se puede distinguir de la existente en el Aragoniense terminal. Así, entre los roedores persisten los cricetodóntidos *Megacricetodon ibericus* y *Democricetodon crusafonti*. Agustí et al. (1997) definieron la biozona de rango cocurrente de *Hipparion* + *Megacricetodon ibericus* (también llamada MN9a por los mismos autores), la cual cubre buena parte del Vallesiense inferior. El límite superior de esta biozona queda definido por la primera aparición del género *Cricetulodon* (especie *C. hartenbergeri*) dentro del subcron C5n.2n, en torno a los 10,4 Ma (Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar et al., 2011b; FIG. 1, FIG. 4). Es importante resaltar que, hasta la aparición de *Cricetulodon*, las asociaciones de micromamíferos del Vallès-Penedès no presentan diferencias cualitativas apreciables respecto a las del Aragoniense terminal, aunque *Megacricetodon ibericus* (FIG. 3.11-3.12) e *Hispanomys dispectus* (FIG. 3.6) son elementos especialmente abundantes en algunas localidades como Creu Conill 20 y 22 (Casanovas-Vilar et al., 2006). En las citadas localidades están además ausentes muchos taxones propios de ambientes forestales, tales como ardillas voladoras o ciertos glíridos, hecho que podría indicar que la dispersión de *Hippotherium* coincidió con un breve período árido a nivel local (Casanovas-Vilar et al., 2006). Por lo que se refiere a los macromamí-

feros, junto a *Hippotherium* aparece también el felido dientes de sable *Machairodus* (FIG. 1), que se registra por primera vez en el yacimiento de Creu Conill 22, ligeramente más joven que Creu Conill 20 (Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar et al., 2006). Además de las citadas localidades, esta primera biozona también comprendería los niveles vallesienses de la zona dels Hostalets de Pierola (clásicamente denominados 'Hostalets Superior', véanse Agustí & Gibert, 1982a; Agustí et al., 1985; véase también Parada 3, Alba et al., este volumen). La fauna de las primeras localidades vallesienses prácticamente no presenta diferencias respecto a la del Aragoniense terminal. La correlación de las localidades puede ser ambigua en ausencia de datos magnetoestratigráficos o al no disponer de una muestra abundante de macrovertebrados. Puesto que *Hippotherium* habría sido poco abundante, pudiendo incluso estar ausente de algunas localidades del Vallesiense inferior de la cuenca (como es el caso de la serie del Ecoparc de Can Mata; Carmona et al., 2011; véase Parada 3, Alba et al., este volumen). Todo ello ha llevado a replantearse recientemente la posibilidad de que algunas localidades tradicionalmente atribuidas al Aragoniense terminal correspondan en realidad al Vallesiense inicial: éste es el caso de Can Missert (Agustí et al., 2005), en base a nuevos estudios geológicos (Robles et al., 2011) y hallazgos paleontológicos en localidades cercanas (Alba et al., 2010; Robles et al., 2011); y probablemente también de Castell de Barberà, dada la presencia de *Hippotherium* en niveles sólo unos pocos metros suprayacentes al nivel fosilífero principal (Crusafont & Golpe-Posse, 1974b; Rotgers et al., 2011).

Agustí et al. (1997) definieron la zona de *Cricetulodon* (también llamada MN9b por los mismos autores) para el resto del Vallesiense inferior. Recientemente, Casanovas-Vilar et al. (2011b) subdividieron esta zona en función de la especie de *Cricetulodon* presente (FIG. 1, FIG. 4). Así, la primera de estas zonas sería la zona de rango local de *C. hartenbergeri* y la segunda sería la de rango local de *C. sabadellensis*, su supuesto descendiente (Freudenthal et al., 1998). La fauna de ambas zonas es especialmente diversa, y son bastante comunes los taxones que serían indicativos de ambientes húmedos y boscosos (véase por ejemplo la fauna de Can Llobateres, Parada 4, Alba et al., este volumen). Los cricetodóntidos *Megacricetodon ibericus* y *Democricetodon crusafonti*, tan comunes antes de la aparición de *Cricetulodon*, desaparecen por completo. Dejando a un lado estas diferencias, la microfauna es muy similar a la que en-

contramos en algunas localidades de la MN7+8, persistiendo la mayor parte de los géneros presentes. Así, de nuevo se registra una alta diversidad de insectívoros, diversos géneros de glíridos arborícolas y también terrestres, dos géneros de esciúridos terrestres y dos más de pterominos, y dos de castóridos, además de escasos eómidos y anomalómidos en algunas localidades. Además en Can Llobateres 1, cuya edad se sitúa prácticamente en el límite entre Vallesiense inferior y superior (FIG.4), se registran los primeros múridos del género *Progonomys*, (Agustí et al., 1997), aunque inicialmente son muy raros (véase Parada 4, Alba et al., este volumen; FIG. 1). Por lo que a los macromamíferos se refiere, el équido *Hippotherium* pasa a ser un elemento dominante en las asociaciones. Entre los herbívoros se registra una gran diversidad de rinocerótidos, suidos y rumiantes (tragúlidos, mósquidos, cérvidos, bóvidos y jiráfidos), además de dinoterios y gomfoterios. Los carnívoros también son diversos e incluyen amficiónidos, félidos, hiénidos, ailúridos, barbourfélicos, úrsidos, vivérridos y una gran diversidad de mustélidos. Aparecen algunos nuevos inmigrantes, como el úrsido *Indarctos* o el jiráfido *Decennatherium* (Agustí et al., 1997, 2001). Por último, los primates están representados por los hominoideos del género *Hispanopithecus*, estando temporalmente ausentes los pliopitecoideos. Entre los principales yacimientos (FIG. 2) que corresponden a la zona de *C. hartenbergeri* encontramos Can Poncic (Sant Quirze del Vallès; Golpe-Posse, 1974; Crusafont & Hartenberger, 1975; Crusafont & Golpe-Posse, 1974b; Hartenberger & Crusafont, 1979; Begun, 1992), Santiga (Sabadell) o algunas localidades recientemente descubiertas gracias a la construcción de la autovía orbital B-40 cercanas a Viladecavalls (Alba et al., 2010; Tomàs et al., 2010; Pineda-Muñoz et al., 2011). La zona de *C. sabadellensis* incluye algunas de las localidades más ricas de la cuenca, tales como Can Llobateres (Parada 4, Alba et al., este volumen) en Sabadell y los cercanos yacimientos de Can Feu (Alba et al., en prensa; Casanovas-Vilar et al., enviado) o la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) del Riu Ripoll (Checa Soler & Rius Font, 2003; Casanovas-Vilar et al., 2011b).

La biozonación del Vallesiense inferior del Vallès-Penedès se puede extender a otras cuencas catalanas, como la de la Seu d'Urgell, en los Pirineos (Casanovas-Vilar et al., 2011b). Por el contrario las biozonas definidas en regiones cercanas, tales como las cuencas de Calatayud-Daroca o Teruel, parece que sólo se corresponden con las del Vallès-Penedès a grandes rasgos. Así, en estas cuencas existe una primera zona del

Vallesiense con *Hippotherium* y *M. ibericus* (zona H) y otra en la que en lugar de este cricetodóntido encontramos *Cricetulodon* (zona I) (Daams & Freudenthal, 1981; Daams et al., 1999). No obstante, *C. hartenbergeri* es la única especie del género *Cricetulodon* presente en estas cuencas y parece que persiste por un tiempo más largo que en el Vallès-Penedès, registrándose por última vez en Calatayud-Daroca en el yacimiento de Pedregueras 2C (Daams & Freudenthal, 1988; Daams et al., 1999; Freudenthal, 1967; Freudenthal et al., 1998), que tendría una edad cercana a la de Can Llobateres 1 (Alcalá et al., 2000; Daams et al., 1999). Por tanto, las divisiones reconocidas en el Vallès-Penedès no pueden aplicarse en esta área.

Se conocen pocas localidades de esta edad que hayan proporcionado restos de flora. Entre las principales cabe citar Mas Rampinyo (Montcada i Reixach, el Vallès Occidental) y Can Llobateres 1. Ambos yacimientos, junto con los de Can Sant Feliu y Sabadell, han proporcionado restos de macroflora (Sanz de Siria Catalán, 1985, 1993, 1994). Mas Rampinyo, ya citado por Almera a finales del siglo XIX, es el que muestra una diversidad de taxones más importante. No obstante, la situación exacta de este yacimiento es desconocida, aunque se le ha asignado de modo muy tentativo una edad vallesiense inferior (Sanz de Siria Catalán, 1993). La asociación florística incluye una notable diversidad de leguminosas arbustivas y arbóreas con hojas xerófilas (*Cassia*, *Leguminosites*), junto con lauráceas (*Cinnamomum*, *Laurus*) y otros taxones nativos de regiones tropicales y subtropicales, tales como *Sapindus*. Esta asociación permite inferir un clima de tipo subtropical a templado cálido con una estación seca (Sanz de Siria Catalán, 1993). La flora de Can Llobateres 1 (véase Parada 4, Alba et al., este volumen) representa una asociación característica de un ambiente húmedo bastante localizado (Alba et al., 2011b, c; Marmi et al., enviado). En ella abundan las palmeras y lauráceas, estando ausentes las leguminosas, que vivirían en zonas más alejadas del agua. La flora de otras cuencas vecinas, tal como la recuperada en los yacimientos de La Bisbal, en el Baix Empordà, es mucho más rica y permite hacernos una idea más precisa de los paleoambientes del Vallesiense inferior (Sanz de Siria Catalán, 1981b, 1993, 1994). En La Bisbal son extremadamente comunes los elementos caducifolios arctoterciarios, tales como *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Platanus*, *Salix* o *Ulmus*. Éstos definen el 75% de los especímenes recuperados, frente a tan sólo un 25% de formas más propias de climas subtropicales, en su mayoría lauráceas. Esta asociación

indica que el clima en la cuenca del Empordà sería de tipo templado-cálido, con bosques mixtos en los que las lauráceas y otros árboles propios de climas subtropicales coexistirían con otros más característicos de climas templados.

En general, la fauna de mamíferos indica la presencia de ambientes húmedos y boscosos durante el Vallesense inferior. Así, entre los roedores encontramos taxones típicamente arborícolas, como algunos glíridos y esciúridos, además de los castóridos *Euroxenomys* (FIG. 3.20) y *Chalicomys*, que pueden ser particularmente abundantes en algunos yacimientos (Agustí et al., 1984; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Los insectívoros, un grupo que es típicamente más diverso en este tipo de ambientes, alcanzan uno de sus picos de diversidad en este periodo (Furió et al., 2011a). Por lo que a los macromamíferos se refiere, entre los rumiantes abundan los ramoneadores propios de ambientes forestales (*Amphiprox*, *Micromeryx*, *Protragocerus*, *Decennatherium*) junto con otros que serían indicativos de la presencia de zonas con agua permanente (*Dorcatherium*, *Miotragocerus*) (Köhler, 1993; Morales et al., 1999). Los tapires (*Tapirus*), ciertos rinocerontes (*Brachypotherium*, *Aceratherium*), calicoterios (*Anisodon* y *Chalicotherium*), los súidos de pequeño tamaño (*Albanohyus*) o los hominoideos (*Hispanopithecus*) también indicarían la presencia de ambientes boscosos y húmedos (Agustí et al., 1984, 1999; Morales et al., 1999; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007).

2. El Vallesense superior. El inicio del Vallesense superior queda definido por la presencia de manera abundante del múrido *Progonomys*. Este género se origina en Pakistán hace unos 12 Ma (Jacobs et al., 1990; Flynn et al., 1995), en el Mioceno Medio. No obstante, no se dispersó por Eurasia hasta el Vallesense, registrándose primero en Turquía hacia los 10,135 Ma (Kappelman et al., 2003) y en la Península Ibérica (Can Llobateres 1, Pedregueras 2C) en la parte inferior del subcron C4Ar.3r, en torno a los 9,7 Ma (Garcés et al., 1996; Agustí et al., 1997; FIG. 1, FIG. 4). Recientemente, Aguilar et al. (2004) propusieron una fecha mucho más antigua para la aparición de este género, en base a datos procedentes principalmente de localidades cársicas francesas. Estos autores reinterpretaron la sección magnetoestratigráfica de Can Llobateres (Agustí et al., 1996) y asignaron una edad cercana a los 11,5 Ma a esta localidad, una correlación que no se puede sostener considerando el resto de datos bio- y magnetoestratigráficos de los que se dispone (véase dis-

cusión en Casanovas-Vilar, 2007 y Casanovas-Vilar et al., 2011b). El Vallesense superior se divide en dos biozonas distintas en base a la fauna de roedores (FIG. 1, FIG. 4). La primera de éstas es la zona de rango concurrente de *Progonomys* + *Rotundomys montisrotundi* (Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar et al., 2011b; Pineda-Muñoz, 2011). Inicialmente, Agustí et al. (1997) definieron esta zona como zona de *Progonomys* + *Cricetulodon nova* sp. Esta supuesta nueva especie de *Cricetulodon* nunca fue descrita, y Casanovas-Vilar & Agustí (2007) asignaron este material a otro género de cricétidos, *Rotundomys*. Más recientemente se ha descrito este material y se ha asignado a la especie *Rotundomys montisrotundi*, resultando en un cambio de nombre para esta biozona (Pineda-Muñoz, 2011). Ésta se inicia en el subcron C4Ar.2n y finaliza en el subcron C4Ar.2r, es decir, se extiende desde los 9,717 a los 9,409 Ma. Entre las principales localidades de esta biozona (FIG. 2) destacan Can Llobateres 2 (Agustí et al., 1996, 1997), La Tarumba 1 (Agustí et al., 1997) o Autopista de Rubí-Terrassa km 7 (Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Pineda-Muñoz, 2011). La biozonación definida para el Vallesense superior del Vallès-Penedès se basa en la presencia de distintas especies de *Rotundomys*, que aparecen siempre asociadas a múridos del género *Progonomys*. Puesto que *Rotundomys* no se registra en la cuenca de Teruel, dicha biozonación no puede extenderse a esta área, aunque podría ser aplicable a otras regiones cercanas, como el sur de Francia (Casanovas-Vilar, 2007; Pineda Muñoz, 2011).

El inicio del Vallesense superior en el Vallès-Penedès coincidió con un importante descenso en la diversidad, que se conoce como la Crisis Vallesense (Agustí & Moyà-Solà, 1990). La Crisis Vallesense implicó la desaparición de numerosos taxones propios de las faunas del Mioceno Medio y de principios del Vallesense, que se supone que preferían los ambientes boscosos y húmedos (Agustí & Moyà-Solà, 1990; Moyà-Solà & Agustí, 1990). Al parecer los efectos de la Crisis sobre las faunas de micromamíferos fueron más importantes que sobre los macromamíferos (Casanovas-Vilar et al., 2005; Casanovas-Vilar et al., 2010b). Así numerosos glíridos y los últimos eómidos se tornan especialmente raros, hasta desaparecer en la siguiente biozona. Desaparecen por completo los cricetodóntidos *Democricetodon* y *Megacricetodon*, así como el paracricetodóntido *Eumyarion* (FIG. 1). Los pterominos y los castóridos también son más raros y generalmente menos diversos en el Vallesense superior. En general, se podría decir que las faunas de

roedores del Vallesiense superior del Vallès-Penedès no sólo son más pobres, sino también menos equitativas, estando por norma general dominadas por el cricétido semi-hipsodonto *Rotundomys* (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Este descenso en la diversidad se observa en otras cuencas ibéricas, como la cuenca de Teruel, aunque en ese caso las faunas están dominadas por *Progonomys* (Van Dam, 1997; Van Dam & Weltje, 1999; Van Dam et al., 2001), lo cual se ha relacionado con la existencia de paleoambientes distintos en ambas regiones (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Por lo que a los macromamíferos se refiere, los suidos *Listriodon* y *Parachleuastochoerus*, el bóvido *Miogragocerus*, y los carnívoros amficiónidos y barbourofélidos desaparecen durante esta biozona. Finalmente, los hominoideos del género *Hispanopithecus* también se registran por última vez en esta biozona, en la localidad de La Tarumba 1, datada en torno a los 9,5 Ma (Agustí et al., 1997, 1999; Casanovas-Vilar et al., 2011b). Por otra parte, en este momento también aparecen algunos nuevos taxones tales como el cricétido *Rotundomys montisrotundi*, los suidos *Microstonyx* y *Schizoporcus*, o el hiénido *Adcrocuta* (Agustí et al., 1997, 2001; FIG. 1).

Algunos autores han sugerido que la Crisis Vallesiense fue un evento de escala continental, implicando la extinción más o menos simultánea de diversos géneros de mamíferos en distintas regiones de Eurasia (Agustí et al., 1999; Fortelius & Hokkanen, 2001). No obstante, parece ser que estas extinciones fueron más escalonadas en el tiempo, ocurriendo ya a finales del Mioceno Medio en el Mediterráneo Oriental, durante el Vallesiense inferior en Europa Central, y finalmente en el Vallesiense superior en la península Ibérica (Casanovas-Vilar et al., 2005, 2010b). Entre las causas que pudieron desencadenar la Crisis Vallesiense se ha sugerido un descenso en las temperaturas asociado a un aumento de la estacionalidad (Agustí et al., 1997, 1999, 2003; Fortelius & Hokkanen, 2001). No obstante, la curva isotópica global (Zachos et al., 2001) no muestra ningún descenso abrupto en las temperaturas, aunque sigue la tendencia general hacia un enfriamiento global iniciada hace unos 14 Ma. Aún así, es en torno a hace 9 Ma cuando las temperaturas globales alcanzan cotas no registradas desde el inicio de la glaciación antártica durante el Oligoceno inferior. Por su parte, los datos paleobotánicos registran un aumento en abundancia y diversidad de taxones caducifolios arctoterciarios (por ejemplo *Alnus*, *Castanea*, *Salix*, *Platanus*, *Populus*, *Ulmus*) coincidiendo con el inicio de la tendencia al enfriamiento hace 14 Ma (Mossbrugger et al., 2005; Barrón et al., 2010).

Sin embargo, no se observa ningún cambio notable en las floras del Vallesiense superior respecto a las del inferior, puesto que estos taxones caducifolios están presentes y son comunes en algunas cuencas ibéricas antes y después de la Crisis (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2010b). Así pues, todavía desconocemos aspectos importantes de la Crisis Vallesiense, incluyendo en gran medida sus causas, la extensión geográfica del evento y la cronología de las distintas extinciones.

La zona de extensión de *Rotundomys bressanus* cubre la segunda parte del Vallesiense superior (FIG. 1, FIG. 4). El primer registro de esta especie, supuestamente descendiente de *R. montisrotundi* (Freudenthal et al., 1998), se sitúa en la base del subcron C4Ar.1n, es decir hace 9,409 Ma (Agustí et al., 1997; Casanovas-Vilar et al., 2011b). Esta especie coexiste con *R. montisrotundi* en algunas localidades como Trinxera Nord Autopista y Trinxera Sud Autopista (Terrassa). La microfauna muestra pocos cambios en relación a la de la biozona anterior, siendo *Rotundomys* el elemento dominante (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Los múridos de los géneros *Progonomys* y *Huerzelerimys* son elementos comunes en algunas localidades, pero nunca son tan abundantes en el Vallès-Penedès como en las cuencas del interior de la Península Ibérica, como la cuenca de Teruel (véanse por ejemplo Van de Weerd, 1976; Van Dam, 1997; Van Dam et al., 2001). Entre los macromamíferos, hacen su primera aparición algunas especies de origen oriental y que serán características de las faunas del Turolense. Éstas incluyen el équido *Cremhipparion mediterraneum*, el bóvido *Tragoportax gaudryi* y el félido *Paramachairodus orientalis* (Moyà-Solà, 1983; Pons-Moyà, 1990). En esta biozona, los hominoideos han desaparecido por completo del Vallès-Penedès, pero los pliopitecoideos persisten, registrándose por última vez en Torrent de Febulines (Terrassa), donde están representados por el crouzelino *Egarapithecus narcisoi* (Moyà-Solà et al., 2001). Esta localidad se sitúa en la base del cron C4An, con una edad estimada 9 de Ma, constituyendo el último registro de primates en la cuenca (FIG. 4). Ninguna de las secciones muestreadas en el Vallès-Penedès cubre el límite entre Vallesiense y Turolense (FIG. 4), pero en la cuenca de Teruel se ha podido establecer que el límite entre ambos pisos se sitúa en la base del subcron C4Ar.2r (Krijgsman et al., 1996; Van Dam et al., 2001), por lo tanto en torno a los 8,7 Ma. Las principales localidades de esta biozona (FIG. 2) incluyen una serie de yacimientos cercanos a

Terrassa, tales como Trinxera Nord Autopista, Trinxera Sud Autopista y Torrent de Febulines (Agustí & Gibert, 1982b; Agustí et al., 1997, 2003), así como las distintas localidades del área de Viladecavalls (Villalta & Crusafont, 1943, 1944; Golpe-Posse, 1974; Agustí et al., 1997; Alba et al., 2010).

Como hemos comentado anteriormente, las numerosas extinciones que se suceden en el decurso del Vallesiense superior se han relacionado con cambios ambientales que no son del todo evidentes en el registro paleobotánico. La rica localidad Trinxera Sud Autopista 2 (TSA2) se sitúa escasos metros por debajo de las capas que han proporcionado restos de micromamíferos y se ha podido establecer su edad con gran precisión en torno a los 9,2-9,0 Ma (Garcés et al., 1996; Agustí et al., 2003). En este yacimiento se han hallado restos de macroflora que incluyen numerosos elementos caducifolios arctoterciarios (*Acer*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Carya*, *Juglans*, *Populus*, *Ulmus* o *Tilia*), los cuales constituyen un 45% de los especímenes recuperados (Agustí et al., 2003). No obstante, continúa existiendo una proporción notable (33%) de elementos de tipo subtropical, predominantemente lauráceas (*Cinnamomum*, *Laurus*, *Laurophyllum*), además de otros géneros (*Daphnogene*, *Rhamnus*, *Sapindus*) (Agustí et al., 2003). Por último, también existen algunas especies afines a taxones de tipo mediterráneo (*Quercus praecursor*, *Quercus* cf. *ilex*) y numerosas plantas acuáticas (*Typha*, *Phragmites*). Esta asociación indica un clima templado-cálido, similar al que podemos encontrar hoy en día en las costas orientales de China o el sur de Japón (Agustí et al., 2003). La composición de esta flora es similar a la existente en otras áreas de Cataluña durante el Vallesiense inferior (La Bisbal, cuenca del Empordà; Sanz de Siria Catalán, 1981b, 1993, 1994) y el Serravaliense (Montjuïc, cuenca del Pla de Barcelona; Sanz de Siria Catalán, 1994; Gómez Gras et al., 2001), sin que se observe un incremento en la proporción de elementos caducifolios respecto a los de hoja perenne en el Vallesiense superior. Aún así, la extinción de los hominoideos en la cuenca del Vallès-Penedès se ha relacionado con un descenso en las temperaturas y un incremento en la estacionalidad, de modo que la principal fuente de alimento de estos animales, los frutos, no estarían disponibles en algunas épocas del año (Agustí et al., 2003; Alba et al., 2011c; Marmi et al., enviado). Al parecer, el clima de tipo subtropical empezó a deteriorarse ya en el Mioceno Medio, aunque puede que hacia el Vallesiense superior se superara el límite que estos y otros taxones podían tolerar.

Por último cabe mencionar que las faunas de mamíferos continúan siendo por lo general congruentes con la presencia de ambientes boscosos y húmedos, aunque algunos de los elementos típicos de este tipo de hábitats se tornan extremadamente raros. Tal es el caso de los pterominos (*Albanensia*), ciertos glíridos (*Muscardinus*, *Myoglis* y *Paraglis*) o los castóridos (*Chalicomys*) (Casasnovas-Vilar & Agustí, 2007). La ausencia o escasez de numerosos macromamíferos propios de ambientes forestales en muchas de las localidades estudiadas (tragúlidos, calicotéridos, cérvidos, hominoideos y pliopitecoideos, o ciertos rinocerótidos), sería también congruente con la presencia de hábitats más abiertos. Además, algunos taxones como el jiráfido *Palaeotragus* (según Köhler, 1993) o el enorme suido *Microstonyx* (según Fortelius et al., 1996) podrían indicar la presencia de hábitats más abiertos. Esta información de nuevo contrasta con los datos paleobotánicos, hecho que podría deberse a que las asociaciones florísticas recuperadas reflejan en realidad ambientes bastante locales y cercanos a zonas permanentemente húmedas, mientras que los biotopos más abiertos y áridos se situarían lejos de estas áreas.

3. El Turolense inferior. El Turolense se encuentra escasamente representado en el Vallès-Penedès. Entre los yacimientos de esta edad tan sólo se cuenta la rica localidad de Piera (l'Anoia) y probablemente Can Cruset, en el término municipal de Vilobí del Penedès (l'Alt Penedès). Sin embargo, esta última localidad tan sólo ha proporcionado restos de microfauna, en su mayoría múridos, todavía pendientes de estudio. Por el contrario, el yacimiento de Piera ha proporcionado principalmente restos de macrovertebrados en muy buen estado de conservación, siendo los microvertebrados muy escasos. Entre estos últimos, se cuentan unos pocos molares atribuibles al múrido *Occitanomys*, que permiten correlacionar este yacimiento con la biozona MN11, equivalente al Turolense inferior (Agustí et al., 1997; FIG. 1). Entre los macromamíferos, es especialmente común el bóvido boselafinio *Tragoportax gaudryi* (Moyà-Solà, 1983), representado por centenares de ejemplares, siendo también abundantes los jiráfidos sivaterinos del género *Birgerbohlinia* (Crusafont, 1952, 1961), el suido *Microstonyx* y el équido *Cremohipparion*. Entre los carnívoros, encontramos el felídeo dientes de sable *Stenailurus* (Crusafont & Aguirre, 1972) y el hiénido de grandes proporciones *Adcrocuta*. Los rinocerótidos y cérvidos son mucho menos diversos que durante el Vallesiense, estando esta última familia represen-

tada únicamente por el género *Lucentia*. Esta fauna es muy similar a la recuperada en las localidades de la cuenca de Teruel (véase Alcalá, 1994; Alcalá et al., 2000), indicando que el ambiente en ambas regiones seguramente era similar. En base a las faunas de roedores, Van Dam y Weltje (1999) han inferido que el paleoambiente en la cuenca de Teruel durante el Turoliense inferior fue especialmente árido y cálido, con lluvias estacionales. Es probable que la misma situación se diera en el Vallès-Penedès, como parecen indicar las faunas de mamíferos, en las que faltan muchos de los taxones propios de hábitats más húmedos y boscosos del Vallesense.

Conclusiones

La cuenca del Vallès-Penedès, situada en el NE de la Península Ibérica (Cataluña, España), presenta una extraordinaria riqueza por lo que a yacimientos paleontológicos del Neógeno se refiere, abarcando desde finales del Mioceno Inferior hasta mediados del Mioceno Superior. El relleno sedimentario de la cuenca corresponde mayoritariamente a sedimentos continentales, cuyo depósito se vio en buena parte interrumpido durante el Mioceno Medio, momento en el que buena parte de la cuenca fue cubierta por un mar somero a resultas de un ascenso generalizado del nivel del mar. Esta cuenca contiene uno de los registros de mamíferos terrestres del Mioceno más ricos y continuos del Viejo Mundo, además de un importante registro del Mioceno Medio marino y numerosos yacimientos con macroflora. Además, gran parte de las sucesiones, sobre todo del Mioceno Medio y Superior, se han podido datar con gran precisión mediante la combinación de métodos bio- y magnetoestratigráficos. Por todo ello, tras más de un siglo de estudios, esta cuenca continúa siendo una de las áreas más prometedoras para el estudio de la evolución del clima y las faunas del Mioceno eurasiático.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2010-21672/BTE y CGL2010-15047/BTE, contrato RYC-2009-04533 de D.M.A., contrato JCI-2010-08241 de I.C.-V.) y la Generalitat de Catalunya (Grup de Recerca Consolidat 2009 SGR 754 del AGAUR). El trabajo de campo en el Abocador de Can Mata fue financiado

por Gespa Gestión de Residuos S.A.U.; en el Ecoparc de Can Mata por la UTE Ecoparc de Can Mata; y en Can Llobateres por la National Geographic Foundation (beca 8750-10), la Generalitat de Catalunya (subvención 61636/2010) y el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto CGL2008-00325/BTE). Así mismo agradecemos a M. Garcés la cesión de algunas figuras. También queremos reconocer aquí el trabajo de todos los profesionales de PALAEOTHERIA, S.C.P. y FOSSILIA que, a lo largo de los años, han participado en la intervención paleontológica del Abocador de Can Mata, y a todo el personal del ICP y otros estudiantes y colaboradores que participaron en la campaña de Can Llobateres en 2010.

Referencias

- Aguilar, J.-P., Agustí, J. & Gibert, J. (1979). Rongeurs miocènes dans le Vallès-Penedès: Les Rongeurs de Castell de Barberá. *Palaeovertebrata* 9: 17-31.
- Aguilar, J.-P., Berggren, W.A., Aubry, M.-P., Kent, D.V., Clauzon, G., Benammi, M. & Michaux, J. (2004). Mid-Neogene Mediterranean marine-continental correlations: an alternative interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 204: 165-186.
- Agustí, J. (1981). Roedores miomorfos del Neógeno de Cataluña. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 288 pp.
- Agustí, J. (1982). Biozonación del Neógeno continental de Cataluña mediante roedores (Mamm.). *Acta Geológica Hispánica* 17: 21-26.
- Agustí, J. (1983). Roedores (Mammalia) del Mioceno inferior de Can Martí Vell (Vallès-Penedès, Cataluña, España). *Estudios Geológicos* 39: 417-430.
- Agustí, J. (1990). The Miocene rodent succession in Eastern Spain: a zoogeographical appraisal. In *European Neogene Mammal Chronology* (eds. E.H. Lindsay, V. Fahlbusch & P. Mein), pp. 375-404. New York: Plenum Press.
- Agustí, J. & Cabrera, L. (1980). Nuevos datos sobre la biozonación del Burdigaliense continental de la cuenca del Vallès-Penedès. *Acta Geológica Hispánica* 15: 81-84.
- Agustí, J. & Galobart, À. (1997). Noves localitats amb mamífers fòssils en el miocè de la Conca del Vallès-Penedès. *Tribuna d'Arqueologia* 1996-1997: 9-22.
- Agustí, J. & Gibert, J. (1982a). Roedores e insectívoros del Mioceno Superior dels Hostalets de Pierola (Vallès-Penedès, Catalunya). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 14: 19-37.

- Agustí, J. & Gibert, J. (1982b). Roedores e insectívoros (Mammalia) del Mioceno superior de Can Jofresa y Can Perallada (Vallès-Penedès, Cataluña). *Paleontologia i Evolució* 17: 29-41.
- Agustí, J. & Moyà-Solà, S. (1990). Mammal extinctions in the Vallesian (Upper Miocene). *Lecture Notes in Earth Science* 30: 425-432.
- Agustí, J., Moyà-Solà, S. & Gibert, J. (1984). Mammal distribution dynamics in the eastern margin of the Iberian Peninsula during the Miocene. *Paléobiologie Continentale* 14: 33-46.
- Agustí, J., Cabrera, L. & Moyà-Solà, S. (1985). Sinopsis estratigràfica del Neógeno de la fosa del Vallès-Penedès. *Paleontologia i Evolució* 18: 57-81.
- Agustí, J., Cabrera, L., Domènech, R., Martinell, J., Moyà-Solà, S., Ortí, F. & Porta, J. de (1990). Neogene of Penedès area (Prelittoral Catalan depression, NE Spain). In *Iberian Neogene basins* (eds. J. Agustí, R. Domènech, R. Julià & J. Martinell), *Paleontologia i Evolució* memòria especial 2: 187-207.
- Agustí, J., Köhler, M., Moyà-Solà, S., Cabrera, L., Garcés, M. & Parés, J.M. (1996). Can Llobateres: the pattern and timing of the Vallesian hominoid radiation reconsidered. *Journal of Human Evolution* 31: 143-155.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M. & Parés, J.M. (1997). The Vallesian mammal succession in the Vallès-Penedès basin (northeast Spain): Paleomagnetic calibration and correlation with global events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 133: 149-180.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M. & Llenas, M. (1999). Mammal turnover and Global climate change in the late Miocene terrestrial record of the Vallès-Penedès Basin (NE Spain). In *Hominoid evolution and climatic change in Europe. Vol. 1: The evolution of Neogene terrestrial ecosystems in Europe* (eds. J. Agustí, L. Rook. & P. Andrews), pp. 390-397. Cambridge: Cambridge University Press.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M., Krijgsman, W., Oms, O. & Parés, J.M. (2001). A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art. *Earth-Science Reviews* 52: 247-260.
- Agustí, J., Sanz de Siria, A. & Garcés, M. (2003). Explaining the end of the hominoid experiment in Europe. *Journal of Human Evolution* 45: 145-153.
- Agustí, J., Casanovas-Vilar, I. & Furió, M. (2005). Rodents, insectivores and chiropterans (Mammalia) from the late Aragonian of Can Missert (Middle Miocene, Vallès-Penedès Basin, Spain). *Geobios* 38: 575-583.
- Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Robles, J.M., Rotgers, C., Furió, M., Angelone, C., Köhler, M., Garcés, M., Cabrera, L., Almécija, S. & Obradó, P. (2006). Los vertebrados fósiles del Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, l'Anoia, Cataluña), una sucesión de localidades del Aragoniense superior (MN6 y MN7+8) de la cuenca del Vallès-Penedès. Campañas 2002-2003, 2004 y 2005. *Estudios Geológicos* 62: 295-312.
- Alba, D.M., Robles, J.M., Rotgers, C., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Moyà-Solà, S., Garcés, M., Cabrera, L., Furió, M., Carmona, R. & Bertó Mengual, J.V. (2009). Middle Miocene vertebrate localities from Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain): An update after the 2006-2008 field campaigns. *Paleolusitana* 1: 59-73.
- Alba, D.M., Carmona, R., Bolet, A., Robles, J.M., Casanovas-Vilar, I., Furió, M., Sanisidro, Ó., Rifà, E., Balaguer, J., Checa, L., Luján, À.H., Tomàs, M. & Moyà-Solà, S. (2010). Intervención paleontológica en la Autovía Orbital de Barcelona B-40, tramo Olesa de Montserrat-Viladecavalls: Resultados preliminares. *Cidaris* 30: 51-59.
- Alba, D.M., Moyà-Solà, S. & Almécija, S. (2011a). A partial hominoid humerus from the middle Miocene of Castell de Barberà (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *American Journal of Physical Anthropology* 144: 365-381.
- Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Almécija, S., Robles, J.M. & Marmi, J.M. (2011b). New excavations at the Late Miocene hominoid-bearing locality of Can Llobateres 1 (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain): Preliminary results. *American Journal of Physical Anthropology* 144 Suppl. 52: 73.
- Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Marmi, J. & Moyà-Solà, S. (2011c). New paleontological excavations at the Late Miocene site of Can Llobateres 1 (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula): preliminary results of the 2010 campaign. In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 35-43. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Alba, D. M., Almécija, S., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I. & Méndez, J.M. (en prensa). A new partial skeleton of the fossil great ape *Hispanopithecus* (Primates: Hominidae) from the Late Miocene of Can Feu (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula). *Journal of Vertebrate Paleontology*.
- Alcalá, L., (1994). Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel. Madrid: Instituto de Estudios Turolenses - Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). 554 pp.
- Alcalá, L., Alonso-Zarza, A.M., Álvarez-Sierra, M.A., Azanza, B., Calvo, I.P., Cañaveras, J.P., Van Dam, J.A., Garcés, M., Krijgsman, W., Van der Meulen, A.J., Morales, J., Peláez-Campomanes, P., Pérez González, A., Sánchez Moral, S., Sancho, R. & Sanz Rubio, E. (2000). El registro sedimentario y faunístico de las cuencas de Calatayud-Daroca y Teruel. Evolución paleoambiental y paleoclimática durante

- el Neógeno. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 13: 323-343.
- Almécija, S., Alba, D.M. & Moyà-Solà, S. (2011). Large-hominoid remains from the Middle Miocene locality of Castell de Barberà (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *American Journal of Physical Anthropology* 552: 74.
- Almera, J. (1898). Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña. *Memorias de la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona*, IIIª época 2: 351-357.
- Almera, J. (1899). Sobre las especies de *Aceratherium lemanense*, *Mastodon longirostris* y un *Elephas* descubiertos en esta provincia de Barcelona. *Boletín de la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona*, IIIª época 1: 535-537.
- Anadón, P. & Villalta, J.F. (1975). Caracterización de terrenos de edad estampiense en Campins (Vallès Oriental). *Acta Geológica Hispánica* 10: 6-9.
- Arbiol, S. (1993). Revisión de la fauna de micromamíferos del yacimiento oligocénico de Can Quaranta (Campins, Vallès Oriental). *Paleontologia i Evolució* 26-27: 107-120.
- Barrón, E., Rivas-Carballo, R., Postigo-Mijarra, J.M., Alcalde-Olivares, C., Vieira, M., Castor, L., Pais, J. & Valle-Hernández, M. (2010). The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: a synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 1862: 382-402.
- Barry, J.C., Lindsay, E.H. & Jacobs, L.L. (1982). A biostratigraphic zonation of the middle and upper Siwaliks of the Potwar Plateau of northern Pakistan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 37: 95-130.
- Barry, J.C., Johnson, N.M., Mahmood-Raza, S. & Jacobs, L.L. (1985). Neogene mammalian change in southern Asia: correlations with climatic, tectonic, and eustatic events. *Geology* 13: 637-640.
- Bataller, J.R. (1918). Mamífers fòssils de Catalunya. *Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural* 4: 111-272.
- Bataller, J.R. (1928). Contribució a l'estudi dels mamífers fòssils de Catalunya. *Arxius de l'Institut de Ciències* 12: 36-41.
- Bataller, J.R. (1938). Els ratadors fòssils de Catalunya. Barcelona: Impremta de la Casa d'Assistència President Macià. 64 pp.
- Begun, D.R. (1992). *Dryopithecus crusafonti* sp. nov., a new Miocene hominoid species from Can Ponsic (Northeastern Spain). *American Journal of Physical Anthropology* 87: 291-309.
- Bernor, R.L., Kovar-Eder, J., Lipscomb, D., Rögl, F., Sen, S. & Tobien, H. (1988). Systematic, stratigraphic and paleoenvironmental contexts of first appearing *Hipparion* in the Vienna Basin, Austria. *Journal of Vertebrate Paleontology* 8: 427-452.
- Bessedik, M. (1984). The early Aquitanian and upper Langhian-lower Serravallian in the Northwestern Mediterranean region. *Paléobiologie Continentale* 14: 153-179.
- Bessedik, M. & Cabrera, L. (1985). Le couple récif-man-grove a Sant Pau d'Ordal (Vallès-Penedès), témoin du maximum transgressive en Méditerranée nord occidentale (Burdigalien supérieur-Langhien inférieur). *Newsletters on Stratigraphy* 14: 20-35.
- Bulot, C. & Ginsburg, L. (1993). Gisements à Mammifères miocènes du Haut-Armaugnac et age des plus anciens Proboscidiens d'Europe occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 316: 1011-1016.
- Cabrera, L. (1981). Estratigrafía y características sedimentológicas generales de las formaciones continentales de la cuenca del Vallès-Penedès (Barcelona, España). *Estudios Geológicos* 37: 35-43.
- Carmona, R., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Furió, M., Garcés, M., Bertó Mengual, J.V., Galindo, J. & Luján, À.H. (2011). Intervención paleontológica en la serie del Mioceno Superior del Ecoparc de Can Mata (cuenca del Vallès-Penedès, NE de la península Ibérica). In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 65-74. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Casanovas-Vilar, I. (2007). The rodent assemblages from the late Aragonian and the Vallesian (Middle to Late Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 282 pp. Publicado en línea en: <http://www.cbm.uam.es/sev/Rodents.pdf>
- Casanovas-Vilar, I. & Agustí, J. (2007). Ecogeographical stability and climate forcing in the late Miocene (Vallesian) rodent record of Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 248: 169-189.
- Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Agustí, J. & Köhler, M. (2005). The geography of a faunal turnover: tracking the Vallesian Crisis. In *Migration of organisms: Climate, geography, ecology* (ed. A.T. Elewa), pp. 247-301. Heidelberg: Springer-Verlag Publishers.
- Casanovas-Vilar, I., Furió, M. & Agustí, J. (2006). Rodents, insectivores and paleoenvironment associated to the first-appearing hipparionine horses in the Vallès-Penedès Basin (Northeastern Spain). *Beiträge zur Paläontologie* 30: 89-107.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Galindo, J., Cabrera, L., Garcés, M., Furió, M., Robles, J.M., Köhler, M. & Angelone, C. (2008). Biochronological, taphonomical and paleoenvironmental background of the fossil great ape *Pierolapithecus catalaunicus* (Primates, Hominidae). *Journal of Human Evolution* 55: 589-603.

- Casanovas-Vilar, I., Angelone, C., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Köhler, M. & Galindo, J. (2010a). Rodents and lagomorphs from the Middle Miocene hominoid-bearing site of Barranc de Can Vila 1 (els Hostalets de Pierola, Catalonia, Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen* 257: 297-315.
- Casanovas-Vilar, I., García-Paredes, I., Alba, D.M., van den Hoek Ostende, L. & Moyà-Solà, S. (2010b). The European Far West: Miocene mammal isolation, diversity and turnover in the Iberian Peninsula. *Journal of Biogeography* 37: 1079-1093.
- Casanovas-Vilar, I., DeMiguel, D., Galindo, J., Robles, J.M., Garcés, M. & Cabrera, L. (2011a). The continental Burdigalian (Early Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 93-100. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Garcés, M., Robles, J.M. & Moyà-Solà, S. (2011b). Updated chronology for the Miocene hominoid radiation in Western Eurasia. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 108: 5554-5559.
- Casanovas-Vilar, I., Furió, M., Alba, D.M., Moyà-Solà, S. & Méndez, J.M. (enviado). Rodents and insectivores from the hominoid-bearing site of Can Feu (Vallès-Penedès basin, Catalonia, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology*.
- Checa Soler, L. & Rius Font, L. (2003). Intervenció paleontològica a l'EDAR Sabadell-Riu Ripoll (Can Llobateres, Sabadell, Vallès Occidental). *Tribuna d'Arqueologia* 1999-2000: 7-22.
- Crusafont, M. (1950a). La cuestión del llamado Meótico español. *Arrahona* 1950: 3-10.
- Crusafont, M. (1950b). Datos para la biogeografía del Mioceno del Vallès-Penedès. I. Los mamíferos terrestres. *Arrahona* 1950: 49-55.
- Crusafont, M. (1952). Los jiráfidos fósiles de España. Tesis doctoral. *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico de la Diputación Provincial de Barcelona* 8: 15-239.
- Crusafont, M. (1961). Superfamille Giraffoidea Simpson, 1931. In *Traité de Paléontologie*, VI (1) (ed. J. Piveteau), pp. 1022-1037. Paris: Masson.
- Crusafont, M. & Aguirre, E. (1972). Sur un nouveau Felidé (*Stenailurus* n. gen.) du Turolien d'Espagne. *Annales de Paléontologie (Vert.)* 58: 211-223.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1972). Dos nuevos yacimientos del vindoboniense en el Vallès. *Acta Geológica Hispánica* 7: 71-72.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1974a). Asociación de *Anchitherium* Mey., 1834, con *Hipparion* Christ, 1832, en el Alto Mioceno del Vallès. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)* 72: 75-93.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1974b). Nuevos yacimientos del Terciario continental del N. E. de España. *Acta Geológica Hispánica* 9: 81-83.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1975). Datos paleomastológicos sobre una formación costera del Terciario catalán (Penedès). *Inm. y Ciencia* 8-9: 15-24.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1981). Estudio de la dentición inferior del primer pliopitécido hallado en España (Vindoboniense terminal de Castell de Barberà, Cataluña, España). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 13: 25-38.
- Crusafont, M. & Golpe Posse, J.M. (1982). Hallazgo de *Palaeomellès Pacheco* Vill. et Crus., 1943, en Castell de Barberà (Vallès-Penedès). *Acta Geológica Hispánica* 17: 27-37.
- Crusafont, M. & Hartenberger, J.-L. (1975). Compléments à la connaissance de la faune de mammifères de Can Ponsic I, gisement type du Vallésien (Espagne). VI Cong. Reg. Comm. Medit. Neog. Strati., Bratislava: 81-83.
- Crusafont, M. & Hürzeler, J. (1961). Les Pongidés fossiles d'Espagne. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 252: 582-584.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1954a). Sinopsis estratigráfico-paleontológica del Vallès-Penedès. *Arrahona* 1954: 3-15.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1954b). Catálogo paleomastológico del Mioceno del Vallès-Penedès y de Calatayud-Teruel. Segundo Cursillo Internacional de Paleontología. Sabadell: Museo de la Ciudad de Sabadell. 25 pp.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 60: 109-126.
- Crusafont, M. & Villalta, J.F. (1951). Los nuevos mamíferos del neogeno de España. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 22: 3-25.
- Crusafont, M. & Villalta, J.F. (1952). Sobre los pequeños reptiles y anfibios del Mioceno del Vallès-Penedès. *Estudios Geológicos* 8: 213-223.
- Crusafont, M., Villalta, J.F. & Truyols, J. (1955). El Burdigaliense continental de la cuenca del Vallès-Penedès. *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico* 12: 1-247.
- Crusafont, M., Valenciano Horta, A. & Sanz Fuentes, E. (1968). Un nuevo yacimiento de vertebrados en el Burdigaliense de Martorell (Provincia de Barcelona). *Acta Geológica Hispánica* 3: 44-47.
- Daams, R. & Freudenthal, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geologica* 62: 1-17.

- Daams, R. & Freudenthal, M. (1988). *Megacricetodon* (Cricetidae) from the Aragonian and lower Vallesian of the Calatayud-Teruel Basin. *Scripta Geologica* special issue 1: 39-132.
- Daams, R., Freudenthal, M. & Van de Weerd, A. (1977). Aragonian, a new stage for continental deposits of Miocene age. *Newsletters in Stratigraphy* 6: 42-55.
- Daams, R., Freudenthal, M. & Álvarez Sierra, M.A. (1987). Ramblian, a new Stage for continental deposits of Early Miocene Age. *Geologie en Mijnbouw* 65: 297-308.
- Daams, R., Freudenthal, M. & Van der Meulen, A.J. (1988). Ecostratigraphy of micromammal faunas from the Neogene of Spain. *Scripta Geologica* special issue 1: 287-302.
- Daams, R., van der Meulen, A.J., Álvarez Sierra, M.A., Peláez-Campomanes, P., Calvo, J.P., Alonso Zarza, M.A. & Krijgsman, W. (1999). Stratigraphy and sedimentology of the Aragonian (Early to Middle Miocene) in its type area (North-Central Spain). *Newsletters in Stratigraphy* 37: 103-139.
- De Bruijn, H., Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P. & Morales, J. (1992). Report of the RCMNS working group on fossil mammals Reisenburg 1990. *Newsletters in Stratigraphy* 26: 65-118.
- DeMiguel, D., Azanza, B. & Morales, J. (2010). Trophic flexibility within the oldest Cervidae lineage to persist throughout the Miocene Climatic Optimum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 289: 81-92.
- Flynn, L.J., Barry, J.C., Morgan, M.E., Pilbeam, D., Jacobs, L.L. & Lindsay, E.H. (1995). Neogene Siwalik mammalian lineages: species longevity, rates of change and mode of speciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 115: 249-264.
- Fortelius, M. & Hokkanen, A. (2001). The trophic context of hominoid occurrence in the later Miocene of western Eurasia – a primate-free view. In *Hominoid evolution and climatic change in Europe. Vol. 2: Phylogeny of the Neogene Hominoid Primates of Eurasia* (eds. L. De Bonis, G. Koufos. & P. Andrews), pp. 19-47. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fortelius, M., Van der Made, J. & Bernor, R.L. (1996). Middle and Late Miocene Suoidea of Central Europe and the Eastern Mediterranean: evolution, biogeography and paleoecology. In *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas* (eds. R.L. Bernor, V. Fahlbusch & H.-W. Mittmann), pp. 348-377. New York: Columbia University Press.
- Freudenthal, M. (1967). On the mammalian fauna of the *Hipparion*-beds in the Calatayud-Teruel Basin. Part 3: The genera *Democriceton* and *Rotundomys* (Rodentia). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Adademie van Wetenschappen B* 70: 298-315.
- Freudenthal, M., Mein, P. & Martín Suárez, E. (1998). Revision of the Late Miocene and Pliocene Cricetinae (Rodentia, Mammalia) from Spain and France. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 7: 11-93.
- Furió, M., Casanovas-Vilar, I. & Van den Hoek Ostende, L. (2011a). Predictable structure of Miocene insectivore (Lipotyphla) faunas in Western Europe along a latitudinal gradient. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 304: 219-229.
- Furió, M., Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Köhler, M., Galindo, J. & Alba, D.M. (2011b). Insectivores (Eulipotyphla; Mammalia) from the Middle Miocene of Barranc de Can Vila 1 (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *Geobios* 44: 199-213.
- Garcés, M. (1995). Magnetostratigrafía de las sucesiones del Mioceno Medio y Superior del Vallès Occidental (Depresión del Vallès-Penedès, N.E. de España): Implicaciones biocronológicas y cronoestratigráficas. Tesis doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 337 pp.
- Garcés, M., Agustí, J., Cabrera, L. & Parés, J.M. (1996). Magnetostratigraphy of the Vallesian (late Miocene) in the Vallès-Penedès Basin (northeast Spain). *Earth and Planetary Science Letters* 142: 381-396.
- Garcés, M., Cabrera, L., Agustí, J. & Parés, J.M. (1997). Old World first appearance datum of “*Hipparion*” horses: Late Miocene large-mammal dispersal and global events. *Geology* 25: 19-22.
- Garcés, M., Krijgsman, W., Peláez-Campomanes, P., Álvarez Sierra, M.A. & Daams, R. (2003). *Hipparion* dispersal in Europe: Magnetostratigraphic constraints from the Daroca area (Spain). *Coloquios de Paleontología* V.E. Ext. 1: 171-178.
- Gibert, J. (1974). Étude des Insectivores du Miocène de Vallès-Penedès, Calatayud-Daroca et Rubielos de Mora. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 225 pp.
- Gentry, A.W., Rössner, G.E. & Heizmann, E.P.J. (1999). Suborder Rumiantia. In *The Miocene Land Mammals of Europe* (eds. G.E. Rössner & K. Heissig), pp. 225-258. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Golpe-Posse, J.M. (1972). Suiformes del Terciario español y sus yacimientos. *Paleontología y Evolución* 2: 1-197.
- Golpe-Posse, J.M. (1974). Faunas de yacimientos con suiformes en el Terciario español. *Paleontología y Evolución* 8: 1-87.
- Golpe-Posse, J.M. (1975). Un nuevo tayasuido en el Vindoboniense terminal de Castell de Barberà

- (Cuenca del Vallès, España). *Boletín Informativo del Instituto de Paleontología de Sabadell* 7: 39-43.
- Golpe-Posse, J.M. (1977). *Barberahyus castellensis* n.g.n.sp., Tayasuido del Vindoboniense terminal de Castell de Barberà (Cuenca del Vallès, España). *Paleontología y Evolución* 12: 31-43.
- Gómez Gras, D., Parcerisa, D., Calvet, F., Porta, J., Solé de Porta, N. & Civis, J. (2001). Stratigraphy and petrology of the Miocene Montjuïc delta (Barcelona, Spain). *Acta Geológica Hispánica* 36: 115-136.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. & Vail, P.R. (1987). Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science* 235: 1156-1167.
- Hartenberger, J.-L. & Crusafont, M. (1979). Rongeurs miocènes dans le Vallès-Penedès: Les Rongeurs de Can Ponsic 1. *Palaeovertebrata* 9: 1-15.
- Hernández-Fernández, M., Salesa, M.J., Sánchez, I.M. & Morales, J. (2003). Paleoeología del género *Anchitherium* von Meyer, 1834 (Equidae, Perissodactyla, Mammalia) en España: evidencias a partir de las faunas de macromamíferos. *Coloquios de Paleontología* Vol. Ext. 1: 253-280.
- Hürzeler, J. (1936). Osteologie und odontologie der Caenotheriden. *Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft* 58-59: 1-111.
- Jacobs, L.L., Flynn, L.J., Downs, W.R. & Barry, J.C. (1990). Quo vadis *Antemus*? The Siwalik muroid record. In *European Neogene Mammal Chronology* (eds. E.H. Lindsay, V. Fahlbusch & P. Mein), pp. 573-586. New York: Plenum Press.
- Kälin, D. & Kempf, O. (2009). High-resolution stratigraphy from the continental record of the North Alpine foreland basin of Switzerland. *Neues Jahrbuch für Paläontologie Abhandlungen* 254: 177-235.
- Kappelman, J., Sen, S., Fortelius, M., Duncan, A., Alpagut, B., Crabaugh, J., Gentry, A., Lunkka, J.P., McDowell, F., Solounias, N., Viranta, S. & Werdelin, L. (1996). Chronology and biostratigraphy of the Miocene Sinap Formation of Central Turkey. In *The Evolution of Western Eurasian Mammal Faunas* (eds. R.L. Bernor, V. Fahlbusch & H.-W. Mittmann), pp. 78-95. New York: Columbia University Press.
- Kappelman, J., Duncam, A., Feshea, M., Lunkka, J.-P., Ekart, D., McDowell, F., Ryan, T. & Swisher III, C. C. (2003). Chronology. In *Geology and paleontology of the Miocene Sinap Formation, Turkey* (eds. M. Fortelius, J. Kappelman, S. Sen & R.L. Bernor), pp. 41-66. New York: Columbia University Press.
- Köhler, M. (1993). Skeleton and habitat of recent and fossil ruminants. *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen series A* 25: 1-88.
- Kovar-Eder, J. (2003). Vegetation dynamics in Europe during the Neogene. *Deinsea* 10: 373-392.
- Krijgsman, W., Langereix, C.G., Daams, R. & van der Meulen, A.J. (1994). Magnetostratigraphic dating of the Middle Miocene climate change in the continental deposits of the Aragonian type area in the Calatayud-Teruel Basin (Central Spain). *Earth and Planetary Science Letters* 128: 513-526.
- Krijgsman, W., Garcés, M., Langereix, C.G., Daams, R., van Dam, J., van der Meulen, A.J., Agustí, J. & Cabrera, L. (1996). A new chronology for the Middle to Late Miocene continental record in Spain. *Earth and Planetary Science Letters* 142: 367-380.
- Lourens, L., Hilgren, F., Schackleton, N.J., Laskar, J. & Wilson, J. (2004). The Neogene period. In *A geological time scale 2004* (eds. F.M. Gradstein, J.G. Ogg & A. Smith), pp. 409-440. Cambridge: Cambridge University Press.
- MacFadden, B.J. (1992). Fossil Horses: Systematics, Paleobiology and Evolution of the Family Equidae. Cambridge: Cambridge University Press. 384 pp.
- Marmi, J., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Moyà-Solà, S. & Alba, D.M. (enviado). The paleoenvironment of *Hispanopithecus laietanus* as revealed by paleobotanical evidence from the Late Miocene of Can Llobateres 1 (Catalonia, Spain). *Journal of Human Evolution*.
- Mein, P. (1975). Resultats du Groupe de Travail des Vertébrés. Report on Activity of the RCMNS Working Groups (1971-1975), Bratislava, pp. 78-81.
- Mein, P. (1999). European Miocene mammal chronology. In *The Miocene Land Mammals of Europe* (eds. G.E. Rössner & K. Heissig), pp. 25-38. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Mein, P. & Freudenthal, M. (1981). Les Cricetidae (Mammalia, Rodentia) du Néogène Moyen de Vieux-Collonges. Partie 2: Cricetodontidae incertae sedis, Melissiodontidae, Platacanthomyinae et Anomalomyinae. *Scripta Geologica* 60. 1-11.
- Mein, P. & Ginsburg, L. (2002). Sur l'âge relatif des différents dépôts karstiques miocènes de La Grive-Saint-Alban (Isère). *Cahiers scientifiques* 2/2002: 7-47.
- Morales, J., Nieto, M., Köhler, M. & Moyà-Solà, S. (1999). Large mammals from the Vallesian of Spain. In *Hominoid evolution and climatic change in Europe. Vol. 1: The evolution of Neogene terrestrial ecosystems in Europe* (eds. J. Agustí, L. Rook & P. Andrews), pp. 113-116. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mosbrugger, V., Utescher, T. & Dilcher, D.L. (2005). Cenozoic climatic evolution of Central Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102: 14964-14969.
- Moyà-Solà, S. (1983). Los Boselaphini (Bovidae, Mammalia) del Neógeno de la Península Ibérica. *Publicacions del Departament de Geologia de la Universitat Autònoma de Barcelona* 18: 1-236.

- Moyà-Solà S. & Agustí, J. (1990). Bioevents and mammal successions in the Spanish Miocene. In *European Neogene Mammal Chronology* (eds. E. H. Lindsay, V. Fahlbusch, & P. Mein), pp. 357-373. New York: Plenum Press.
- Moyà-Solà, S., Köhler, M. & Alba, D. M. (2001). *Egarapithecus narcisoi*, a new genus of Pliopithecidae (Primates, Catarrhini) from the Late Miocene of Spain. *American Journal of Physical Anthropology* 114: 312-324.
- Moyà-Solà, S., Köhler, M., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Robles, J.M., Cabrera, L., Garcés, M., Almécija, S. & Beamud, E. (2009a). First partial face and upper dentition of the Middle Miocene hominoid *Dryopithecus fontani* from Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, NE Spain): taxonomic and phylogenetic implications. *American Journal of Physical Anthropology* 139: 126-145.
- Moyà-Solà, S., Alba, D.M., Almécija, S., Casanovas-Vilar, I., Köhler, M., De Esteban-Trivigno, S., Robles, J.M., Galindo, J. & Fortuny, J. (2009b). A unique Middle Miocene European hominoid and the origins of the great ape and human clade. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 106: 9601-9606.
- Parcerisa, D., Gómez-Gras, D., Roca, E., Madurell, J. & Agustí, J. (2007). The Upper Oligocene of Montgat (Catalan Coastal Ranges, Spain): new age constraints to the western Mediterranean Basin opening. *Geologica Acta* 5: 3-17.
- Petter, G. (1976). Étude d'un nouvel ensemble de petits carnivores du Miocène d'Espagne. *Géologie Méditerranéenne* 3: 135-154.
- Pickford, M. (2001). Equidae in the Ngorora Formation, Kenya, and the first appearance of the family in East Africa. *Paleontologia i Evolució* 32-33: 71-78.
- Pineda-Muñoz, S. (2011). *Rotundomys montisrotundi* (Cricetidae, Rodentia) from Rubí-Terrassa highway km 7 site (Vallès-Penedès basin, Catalonia). Biostratigraphical and paleoecological implications. Trabajo de máster inédito, Institut Català de Paleontologia, Universitat Autònoma de Barcelona 37 pp.
- Pineda-Muñoz, S., Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Carmona, R. & Rifà, E. (2011). Cricetinae (Rodentia) from site B40OV/S5C (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula). Biostratigraphic implications. In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 289-296. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Pons-Moyà, J. (1990). Presencia de carnívoros Tuolienses en el Vallesense terminal (MN 10) de Terrassa (Catalunya). *Paleontologia i Evolució* 23: 199-205.
- Robles, J.M., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Rotgers, C., Almécija, S. & Carmona, R. (2010). New craniodental remains of *Trocharion albanense* Major, 1903 (Carnivora, Mustelidae), from the Vallès-Penedès Basin (Middle to Late Miocene, Barcelona, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 547-562.
- Robles, J.M., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Cabrera, L., Carmona, R. & Moyà-Solà, S. (2011). On the age of the paleontological site of Can Missert (Terrassa, Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula). In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 339-346. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Rögl, F. (1999). Mediterranean and Paratethys palaeogeography during the Oligocene and the Miocene. In *Hominoid evolution and climatic change in Europe. The evolution of Neogene terrestrial ecosystems in Europe* (eds. J. Agustí, L. Rook & P. Andrews), pp. 8-23. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rögl, F. & Daxner-Höck, G. (1996). Late Miocene Paratethys correlations. In *The Evolution of Western Eurasian Mammal Faunas* (eds. R.L. Bernor, V. Fahlbusch & H.-W. Mittmann), pp. 47-55. New York: Columbia University Press.
- Rotgers, C. & Alba, D.M. (2011). The genus *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) in the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos pretéritos* (A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 347-354. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Rotgers, C., Alba, D.M., Robles, J.M., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Bertó-Mengual, J.V. & Moyà-Solà (2011). A new species of *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) from the Middle Miocene of Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula). *Comptes Rendus Paleoevol*: en prensa.
- Santafé, J.V. (1978). Rinocerótidos fósiles de España. Tesis Doctoral (Inédita), Universitat de Barcelona. 471 pp.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1981a). La flora burdigaliese de los alrededores de Martorell (Barcelona). *Paleontología y Evolución* 16: 49-61.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1981b). Flora del Mioceno Superior de la Bisbal (Baix Empordà). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 13: 57-68.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1982). La flora del Mioceno medio de las cercanías de Martorell. *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 16: 49-61.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1984). La flora miocénica de los alrededores de Sant Sadurní d'Noya (Barcelona). *Paleontologia i Evolució* 18: 161-171.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1985). Datos para el conocimiento de las floras miocénicas de Cataluña. *Paleontologia i Evolució* 19: 167-177.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1993). Datos sobre la paleoclimatología y paleoecología del Neógeno del Vallès-

- Penedès según las macrofloras halladas en la cuenca y zonas próximas. *Paleontologia i Evolució* 26-27: 281-289.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1994). La evolución de las paleofloras en las cuencas cenozoicas catalanas. *Acta Geológica Hispánica* 29: 169-189.
- Sanz de Siria Catalán, A. (2001). Flora y vegetación del Mioceno Medio de la depresión del Vallès-Penedès. *Paleontologia i Evolució* 32-33: 79-92.
- Sesé, C. (1988). Distribución de los roedores (Mammalia) en España durante el Neógeno. *Paleontologia i Evolució* 22: 55-60.
- Tomàs, M., Alba, D.M., Sanisidro, Ó., Bolet, A. & Checa, L. (2010). Los perisodáctilos del Mioceno superior de la Autovía Orbital de Barcelona B-40, tramo Olesa de Montserrat-Viladecavalls (cuenca del Vallès-Penedès). *Cidaris* 30: 317-323.
- Utescher, T., Erdei, B., François, L. & Mosbrugger, V. (2007). Tree diversity in the Miocene forests of Western Eurasia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 253: 226-250.
- Van Dam, J.A. (1997). The small mammals from the upper Miocene of the Teruel-Alfambra region (Spain): Paleobiology and paleoclimatic reconstructions. *Geologica Ultraiectina* 156: 1-204.
- Van Dam, J.A. & Weltje, G.J. (1999). Reconstruction of the late Miocene climate of Spain using rodent paleocommunity successions: an application of end-member modelling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 151: 267-305.
- Van Dam, J.A., Alcalá, L., Alonso-Zarza, A., Calvo, J.P., Garcés, M. & Krijgsman, W. (2001). The upper Miocene mammal record from the Teruel-Alfambra region (Spain). The MN system and continental stage/age concepts discussed. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21: 367-385.
- Van de Weerd, A. (1976). Rodent faunas of the Mio-Pliocene continental sediments of the Teruel-Alfambra region, Spain. *Utrecht Micropaleontological Bulletins Spec. Publ.* 2: 1-185.
- Van der Meulen, A.J. & De Bruijn, H. (1982). The mammals from the Lower Miocene of Aliveri (Island of Evia, Greece). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen B* 85: 485-524.
- Van der Meulen, A.J. & Daams, R. (1992). Evolution of Early-Middle Miocene rodent faunas in relation to long-term paleoenvironmental changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 93: 227-253.
- Van der Meulen, A.J., García-Paredes, I., Álvarez-Sierra, M., Van den Hoek Ostende, L.W., Hordijk, K., Oliver, A., López-Guerrero, P., Hernández-Ballarín, V. & Pélaez-Campomanes, P. (2011a). Biostratigraphy or biochronology? Lessons from the Early and Middle Miocene small mammal events in Europe. *Geobios* 44: 309-321.
- Van der Meulen, A.J., García-Paredes, I., Álvarez-Sierra, M., Van den Hoek Ostende, L.W., Hordijk, K., Oliver, A. & Pélaez-Campomanes, P. (2011b). Updated Aragonian biostratigraphy: small mammal distribution and its implications for Miocene European Chronology. *Geologica Acta*: en prensa.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1934). Segona nota sobre els mamífers miocènics del Vallès. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural* 34: 128-130.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1941a). Los vertebrados del Mioceno continental del Vallès-Penedès (Provincia de Barcelona). I: Insectívoros. II: Carnívoros. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España* 56: 145-333.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1941b). Los vertebrados fósiles del Mioceno del Vallès-Penedès (provincia de Barcelona). Sabadell: Publicaciones del Museo de Sabadell. 16 pp.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1943). Tres nuevas localidades de mamíferos del Ponticense del Vallès-Penedès (Provincia de Barcelona). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 41: 215-222.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1944). Dos nuevos antropomorfos del Mioceno español y su situación dentro de la moderna sistemática de los símidos. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 13: 1-51.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1950). Sobre algunas aves fósiles de Cataluña. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 20: 145-156.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. & Billups, K. (2001). Trends, rhythms and aberrations in Global Climate 65 Ma to present. *Science* 292: 686-693.

PARADA 1. PANORÁMICA GENERAL DE LA CUENCA Y YACIMIENTO DE ELS CASOTS (SUBIRATS): UNA FAUNA DE VERTEBRADOS DEL ARAGONIENSE INFERIOR

Casanovas-Vilar, I.¹, Alba, D.M.¹ & Moyà-Solà, S.²

¹Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; isaac.casanovas@icp.cat, david.alba@icp.cat

²ICREA en Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont y Unitat d'Antropologia Biològica (Dept. BABVE), Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193, Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; salvador.moya@icp.cat

Situación geográfica

El yacimiento paleontológico de Els Casots se encuentra en el término municipal de Subirats, al noreste del barrio que lleva el mismo nombre. Para acceder se debe tomar un desvío de la carretera BP-2427 en dirección al Castillo de Subirats. La localidad se sitúa en los campos 600 m al norte de la Masia de Cal Sutxet. Siguiendo por el mismo desvío hacia el cercano Castillo de Subirats, se disfruta de una buena panorámica de la cuenca del Vallès-Penedès (véase FIG. 2 en de Gibert & Casanovas, este volumen). Al norte y noroeste se pueden observar los relieves de la Cordillera Prelitoral Catalana, que definen el margen septentrional de la cuenca e incluyen el característico perfil de Montserrat, compuesto por materiales paleógenos. Por su parte, el Castillo de Subirats se yergue sobre calizas mesozoicas de la Sierra d'Ordal, que junto con otros relieves definen la Cordillera Litoral Catalana que constituye el margen meridional de la cuenca. Entre ambas cordilleras se aprecia la anchura de la cuenca del Vallès-Penedès en este sector, que es aproximadamente de unos 15 km.

Antecedentes históricos

A finales del siglo XIX fueron hallados algunos restos de mamíferos fósiles en las minas de lignito de la Font Santa, en el término de Subirats (Almera, 1898; Crusafont et al., 1955). Estas minas, cerradas hace casi un siglo, se situaban en los bosques al noroeste de la Masia de Cal Sutxet, muy cerca del yacimiento de Els Casots. A pesar del interés que despertaron estos hallazgos no se tiene noticia de ninguno más en esta población hasta 1989, cuando un vecino de Sant Sadurní d'Anoia encontró algunos fragmentos de huesos fósiles en las cercanías de la colina del Pujol, cerca del barrio de Els Casots, que depositó en el Museu de Geologia de Barcelona (Moyà-Solà & Rius Font, 1993). Allí, los paleontólogos Jaume Gallemí y Julio Gómez Alba los identificaron como mamíferos fósiles y se pusieron en contacto con el Institut de Paleontologia Miquel Crusafont de Sabadell (actual ICPMC). Después de una primera visita de campo al lugar del hallazgo, se constató la riqueza del yacimiento y se decidió llevar a cabo una primera excavación unos meses más tarde. En esta primera campaña se recogieron unos 200 restos fósiles en superficie, y entre 1989 y 1994 se excavó una superficie de unos 200 m², en su mayoría en el sector noreste del yacimiento. En total se han recuperado algo más de un millar de restos, incluyendo tanto micro- como macrovertebrados, lo que convierte a Els Casots en el yacimiento más importante del Mioceno Inferior del Vallès-Penedès, y uno de los más ricos de esta edad en toda Europa. Además, frecuentemente los restos de un mismo individuo aparecen asociados y en algunos casos excepcionales en conexión anatómica. Las excavaciones se interrumpieron después de la campaña de 1994 y en un futuro próximo se espera acondicionar el yacimiento a fin de poder llevar a cabo nuevas excavaciones.

Por lo que se refiere al estudio de la fauna, hasta el momento han aparecido relativamente pocas publicaciones al respecto. Así Moyà-Solà y Rius Font (1993) dan a conocer brevemente el yacimiento y su geología, además de aportar un primer listado faunístico provisional. Entre los macromamíferos, los suoides han recibido una especial atención (Pickford & Moyà Solà, 1994, 1995; Van der Made, 1997). Por su parte Duranthon et al. (1995) han definido una nueva especie de paleomerícido en base al material de esta localidad. Por lo que a los micromamíferos se refiere, tan sólo los esciúridos (Aldana Carrasco, 1991, 1992) y los cricetodóntidos (Ginestí, 2008) han sido descritos en detalle, aunque Agustí y Llenas (1993) enumeran y describen brevemente todos los roedores presentes.

Geología y estratigrafía

El yacimiento de Els Casots se encuentra adosado al límite meridional de la cuenca del Vallès-Penedès, estando rodeado por pequeños relieves formados por carbonatos mesozoicos. El área del yacimiento, de unos 5 km², sigue el margen de los campos de cultivo y corresponde en realidad a un pequeño sistema lacustre que descansa sobre estos depósitos mesozoicos (Moyà-Solà & Rius Font, 1993; FIG. 1). Este sistema lacustre se integra en la Unidad detrítico-carbonatada de Subirats, de edad Burdigaliense (Cabrera, 1979, 1981; Cabrera et al., 1991; véase FIG. 3 en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen). Esta unidad litoestratigráfica está compuesta predominantemente por lutitas de tonos grises y amarillentos con intercalaciones de carbonatos lacustres de potencia moderada y lignitos (que afloraban en las cercanas minas de carbón de la Font Santa; véase Casanovas-Vilar et al., 2011). No se conoce con exactitud el origen de este sistema lacustre, aunque es probable que durante el Mioceno Inferior el área de Els Casots definiera una cubeta deprimida en la cual se acumulaba agua de modo permanente.

Se ha podido realizar una columna estratigráfica del yacimiento en los sectores excavados. Ésta tiene algo menos de dos metros y está compuesta por lutitas de colores sobre todo gris, gris azulado, verde y amarillenta (FIG. 2). Entre éstas se intercalan diversos cuerpos lenticulares de lutitas negruzcas. En la base de la serie se encuentra una capa de potencia decimétrica de carbonatos lacustres de color rojizo. Las lutitas han librado abundantes restos de

gasterópodos y en algunos tramos también macrorestos vegetales (troncos y hojas), todavía pendientes de estudio. En toda la serie, incluidas las calizas, aparecen restos de vertebrados, aunque éstos se concentran sobre todo en los niveles negros. Es en estos niveles negros en los que han aparecido esqueletos parcialmente articulados de paleomerícidos, cérvidos y amficiónidos, además de material de otros grupos en excelente estado de conservación (Moyà-Solà & Rius Font, 1993). Además los niveles negruzcos denominados Casots 73 y 74 (FIG. 2) libraron abundantes restos de microvertebrados. Estos niveles se interpretan como correspondientes al margen del lago.

Por otra parte, a escasos metros de la masía llamada Can Sutxet (a la entrada del camino que lleva al yacimiento), existe un pequeño afloramiento mioceño que corresponde a la Unidad de brechas basales (véase FIG. 3 en de Gibert & Casanovas-Vilar en este volumen). Esta unidad presenta en Els Casots unas características litológicas bastante distintas a las que tiene en el área de Molí Calopa-Puig Pedrós (Rubí; Casanovas-Vilar et al., 2011). En las cercanías de Rubí consiste en brechas de un marcado tono rojizo y con clastos de tamaño considerable. En cambio, en Can Sutxet encontramos una capa de lutitas amarillentas directamente discordantes sobre el substrato mesozoico. Estas lutitas incluyen cantos poco rodados derivados de los paleorelieves mesozoicos circundantes, y también han proporcionado algunos fragmentos óseos de vertebrados y macrorestos vegetales no identificables. Estos depósitos se interpretan como pequeños conos de deyección adosados a los márgenes de la cuenca (Casanovas-Vilar et al., 2011).

Cronología

Al no disponer todavía de datos magnetoestratigráficos, la datación del yacimiento de Els Casots se basa sobre todo en datos bioestratigráficos y litoestratigráficos. Se ha podido establecer que la Unidad detrítico-carbonatada de Subirats, que incluye el yacimiento de Els Casots, debe ser de edad Mioceno Inferior, puesto que se sitúa estratigráficamente por debajo de las facies marinas del Mioceno Medio que afloran en localidades cercanas como Sant Sadurní d'Anoia o Sant Pau d'Ordal (Cabrera, 1979, 1981; Cabrera et al., 1991). Por lo que a los datos bioestratigráficos se refiere, la presencia de cricetodóntidos (*Democricetodon* y *Megacricetodon*), de los primeros deinoterios, del

tragúlido *Dorcatherium*, del suido *Bunolistriodon* y del bóvido *Eotragus* permiten correlacionar esta localidad con la MN4 (Agustí et al., 2001). En base a la presencia de *Democricetodon* aff. *hispanicus* (*D. hispanicus* según Ginestí, 2008) y *Megacricetodon minor primitivus*, Agustí y Llenas (1993) supusieron que la edad de esta localidad es similar a la de los yacimientos de Can Martí Vell (Gelida) en la misma cuenca, Buñol (Valencia; Daams & Freudenthal, 1974) y las localidades pertenecientes a la zona C del Aragoniense inferior de Calatayud-Daroca (Daams & Freudenthal, 1981; Daams et al., 1999). Casanovas-Vilar et al. (2011) han mostrado que la biozonación definida para el Aragoniense inferior de Calatayud-Daroca puede ser aplicada sin problemas al registro de esta edad del Vallès-Penedès (véase en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen). Els Casots se correlacionaría con la zona C (véase FIG. 1 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), en base a la presencia de *Democricetodon hispanicus* y *Megacricetodon minor primitivus*, junto al eómid *Ligerimys ellipticus*, y podría tener una edad cercana a los 16,5 - 16,3 Ma. No obstante, a fin de confirmar esta aproximación se requieren por una parte datos magnetoestratigráficos, y por otra un estudio más detallado de la fauna. En cualquier caso, el sistema lacustre de Els Casots tendría una edad más reciente que otros sistemas del Mioceno Inferior de la misma cuenca, como los de Molí Calopa, la Costablanca o Sant Andreu de la Barca, que en base a su fauna se pueden correlacionar con la MN3 (véase FIG. 1 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen).

Fauna

La fauna de Els Casots todavía no se conoce en detalle, puesto que debido a la extraordinaria riqueza del yacimiento tan sólo una pequeña parte del material ha sido preparado. Aún así, se ha descrito parte del material correspondiente a suoideos (Van der Made, 1997; Pickford & Moyà-Solà, 1994, 1995), rumiantes (Duranthon et al., 1995) y roedores (Aldana Carrasco, 1991, 1992; Agustí & Llenas, 1993; Ginestí, 2008). Puesto que corresponde a un antiguo lago, la fauna de Els Casots incluye numerosos taxones propios de hábitats acuáticos, tales como peces, galápagos, cocodrilos de pequeño tamaño y aves limnícolas. Los micromamíferos incluyen insectívoros, quirópteros, lagomorfos y una diversidad muy notable de roedores. Entre estos últimos, encontramos los pri-

meros cricetodóntidos, *Democricetodon hispanicus* y *Megacricetodon minor primitivus*, que definen el inicio del Aragoniense. Junto a estas dos especies, bastante abundantes en Els Casots, aparece una segunda especie de *Democricetodon* de mayores dimensiones (*Fahlbuschia* sp. en Agustí & Llenas, 1993), que está representada por un único molar (Agustí & Llenas, 1993; Ginestí, 2008). Los glíridos *Simplomys simplicidens* y *Pseudodryomys ibericus*, y el esciúrido *Heteroxerus rubricati*, son elementos también abundantes. El resto de taxones, que incluye diversos glíridos (*Simplomys julii*, *Peridyromys murinus*, *Microdyromys* sp., *Glirudinus modestus*, *Muscardinus* sp.), además del esciúrido *Atlantoxerus idubedensis* (Aldana Carrasco, 1991, 1992) y los eómidos de la especie *Ligerimys ellipticus*, son muy escasos (Agustí & Llenas, 1993). Por lo que se refiere a los macromíferos, los suoideos están muy bien representados, e incluyen el pequeño paleoocérido *Taucanamo primum* (Pickford & Moyà-Solà, 1994; Van der Made, 1997, 2010; FIG. 3.1), del que se han recuperado varias mandíbulas y hasta un cráneo completo, y el suido listriodontono *Eurolistriodon adelli* (Pickford & Moyà-Solà, 1995; Orliac, 2006), definido a partir del material de Els Casots. El resto de artiodáctilos incluye el paleomerícido *Ampelomeryx ginsburgi*, especie definida también en base al material de Els Casots (Duranthon et al., 1995), donde está representada por un cráneo completo y la mayor parte del esqueleto postcraneal. Los ciervos (*Procervulus*, *Lagomeryx*) y bóvidos (*Eotragus*) son relativamente más raros, al igual que el tragúlido *Dorcatherium* (FIG. 3.2) y los últimos representantes de los pequeños artiodáctilos del género *Cainotherium*. El resto de herbívoros incluye dos especies de rinocerontes, que conjuntamente con *Ampelomeryx* constituyen la mayor parte de los macrorestos recuperados, y dos más de proboscídeos (gomfoterios y dinoterios). Recientemente, a partir de un molar parcial, se citó por primera vez la presencia del équido *Anchitherium* en Els Casots (Rotgers & Alba, 2011). Entre los carnívoros, los amficiónidos (*Amphicyon*) y úrsidos (*Hemicyon*, *Plithocyon*) son los más abundantes, habiéndose recuperado un esqueleto notablemente completo de *Hemicyon*. El resto de depredadores incluye el félido *Pseudaelurus*, además de mustélidos (*Martes*, *Iberictis*) y un pequeño hiénido (*Protictitherium*). Puesto que gran parte del material todavía no ha sido preparado ni estudiado, la lista faunística (TABLA 1) debe considerarse todavía muy preliminar, y es altamente probable que futuros trabajos añadan más taxones a esta diversa fauna.



FIG. 1. Panorámica del yacimiento de Els Casots. El área del yacimiento corresponde a los campos abandonados del centro de la imagen. Los relieves circundantes están formados por calizas mesozoicas.

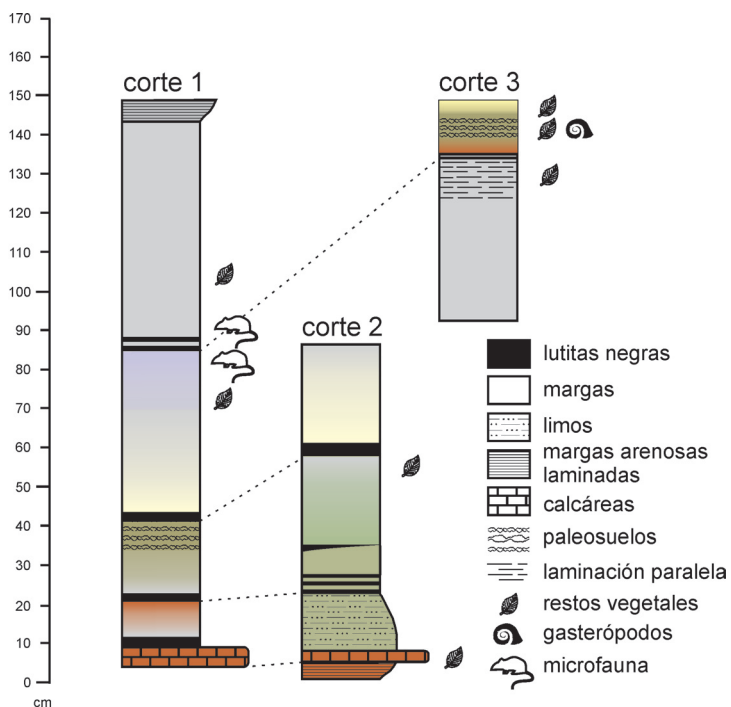


FIG. 2. Series estratigráficas de Els Casots correspondientes a distintos cortes (1, 2, 3) realizados en las campañas de excavación de 1989 a 1993. Los dos niveles con microfauna corresponden a Casots 73 y 74. En todas las capas, incluidas las calizas lacustres, se han recuperado restos de macrovertebrados y numerosos niveles han librado restos de macroflora (mayoritariamente troncos y hojas) todavía pendientes de estudio.

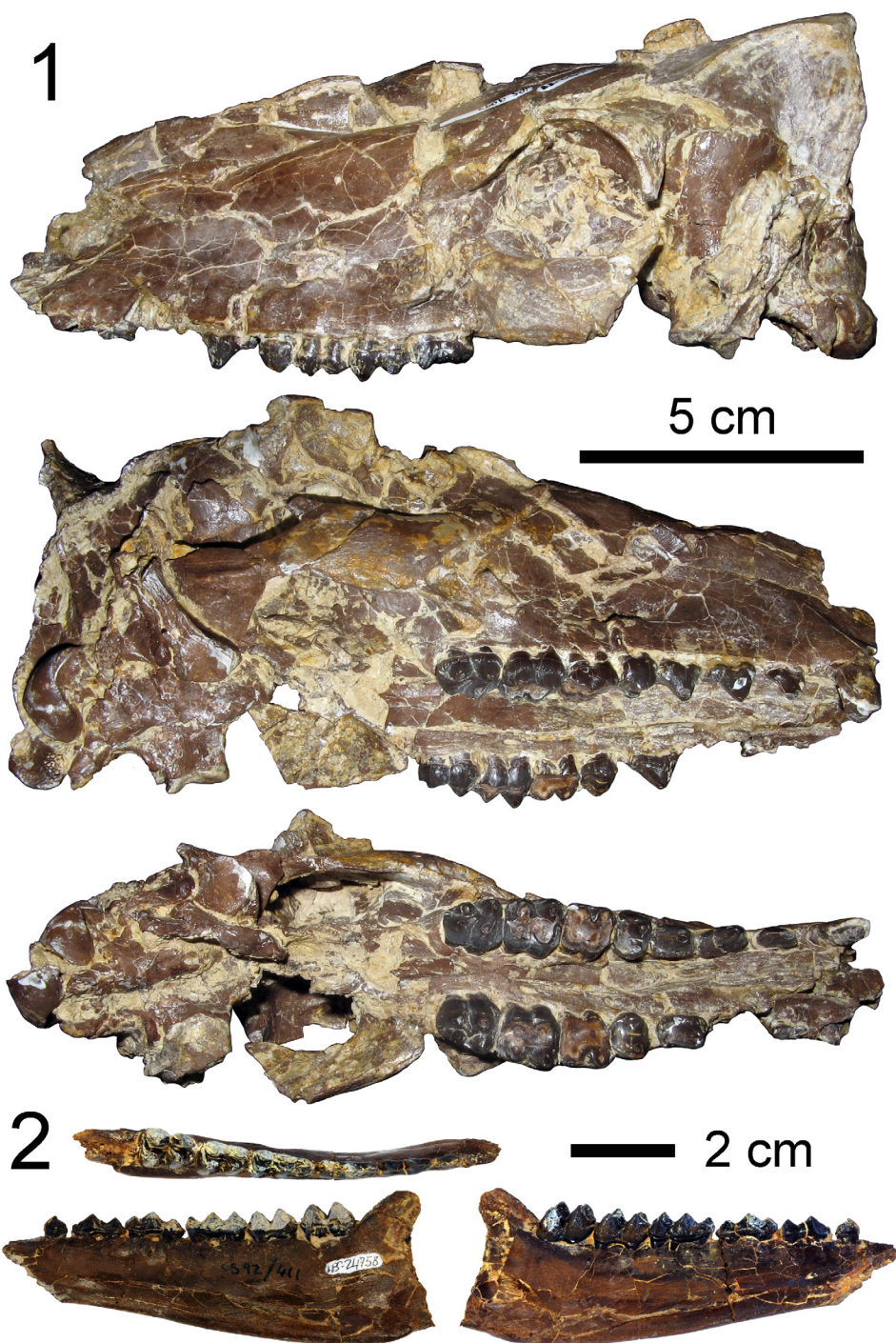


FIG. 3. Algunos restos de vertebrados fósiles de Els Casots. 1. Cráneo de *Taucanamo primum*. 2. Mandíbula de *Dorcatherium crassum*.

Orden Insectivora

Gen. et sp. indet.

Orden Chiroptera

Gen. et sp. indet.

Orden Rodentia

Democricetodon hispanicus

Democricetodon sp. 2

Megacricetodon minor primitivus

Ligerimys ellipticus

Glirudinus modestus

Microdyromys sp.

Muscardinus sp.

Peridyromys murinus

Pseudodryomys ibericus

Simplomys julii

Simplomys simplicidens

Paraglis sp.

Atlantoxerus idubedensis

Heteroxerus rubricati

Orden Perissodactyla

Anchitherium sp.

Rhinocerotidae indet.

Rhinocerotidae indet. 2

Orden Proboscidea

Gomphotherium sp.

Deinotheriidae indet.

Orden Artiodactyla

Cainotherium miocaenicum

Eurolistriodon adelli

Tauncanamo primum

Dorcatherium crassum

Lagomeryx sp.

Procervulus dichotomus

Eotragus artenensis

Ampelomeryx ginsburgi

Orden Carnivora

Amphicyon giganteus

Amphicyon sp. 2

Hemicyon stehlini

Martes sp.

Iberictis buloti

Pseudaelurus romieviensis

Protictitherium sp.

TABLA 1. Lista faunística de los mamíferos de Els Casots, confeccionada a partir de Ginestí (2008), Fortelius (2011), Rotgers & Alba (2011) y datos inéditos de los autores.

Paleoambiente

Como se ha comentado anteriormente, el yacimiento de Els Casots corresponde a un antiguo sistema lacustre y no es de extrañar la abundancia de numerosos taxones propios de ambientes acuáticos, tales como peces o cocodrilos (Moyà-Solà & Rius Font, 1993). Además, son muy frecuentes los restos del paleomerícido *Ampelomeryx*, el cual podría haber presentado un estilo de vida similar al de su pariente *Palaeomeryx*, que se supone que moraba en zonas boscosas inundadas de agua (Köhler, 1993). Lo mismo puede decirse del tragúlido *Dorcatherium*, fuertemente acuófilo (Köhler, 1993), y seguramente algunos rinocerótidos también tendrían costumbres semiacuáticas. El resto de la fauna incluye taxones que típicamente se consideran asociados a ambientes boscosos y húmedos, tales como el paleocoérido *Tauncanamo* (Fortelius et al., 1996) y los cérvidos *Lagomeryx* y *Procervulus*. La fauna de roedores está dominada por los cricetodóntidos *Democricetodon* y *Megacricetodon*, los glíridos *Simplomys* y *Pseudodryomys*, y el esciúrido *Heteroxerus* (Agustí & Llenas, 1993). Mientras que los cricetodóntidos eran seguramente ubicuistas, *Simplomys* y *Pseudodryomys* supuestamente preferían hábitats más bien áridos (Van der Meulen & De Bruijn, 1982), y lo mismo puede decirse del esciúrido terrestre *Heteroxerus*. Los micromamíferos que inequívocamente apuntan hacia la presencia de ambientes boscosos, como algunos glíridos (*Muscardinus*, *Glirudinus*, *Paraglis*), son por el contrario muy escasos. Aún más sorprendente es la total ausencia de castóridos en el yacimiento, puesto que se trata de un antiguo lago y además son frecuentes en yacimientos europeos de edad similar. Al parecer existe una contradicción entre los datos que aportan la microfauna y la macrofauna. En cualquier caso, parece que en torno al lago existían ambientes boscosos más o menos densos y que quizá estaban parcialmente inundados, mientras que en las cercanías también existirían hábitats más abiertos en los que morarían ciertas especies de roedores. La frecuente presencia de crocodílidos indica que las temperaturas medias debieron ser bastante altas. Además de vertebrados, en Els Casots se han recuperado restos de macroflora, consistentes en tallos, troncos y hojas, que en el futuro podrían aportar una valiosa información para la reconstrucción paleoambiental pero que por el momento no han sido preparados ni estudiados.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2010-21672/BTE y CGL2010-15047/BTE, contrato RYC-2009-04533 de D.M.A., contrato JCI-2010-08241 de I.C.-V.) y la Generalitat de Catalunya (Grup de Recerca Consolidat 2009 SGR 754 del AGAUR).

Referencias

- Agustí, J. & Llenas, M. (1993). Los roedores del Mioceno inferior de Els Casots (Vallès-Penedès). Nota preliminar. In *Comunicaciones de las IX Jornadas de Paleontología, Málaga*, pp. 70-72.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M., Krijgsman, W., Oms, O. & Parés, J.M. (2001). A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art. *Earth-Science Reviews* 52: 247-260.
- Aldana Carrasco, E.J. (1991). Roedores esciuriformes del Neógeno de Cataluña. Tesis Doctoral (inédita), Universitat Autònoma de Barcelona. 304 pp.
- Aldana Carrasco, E.J. (1992). Los Sciurinae (Rodentia, Mammalia) del Mioceno de la cuenca del Vallès-Penedès (Cataluña, España). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona* 2: 69-97.
- Almera, J. (1898). Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña. *Memorias de la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona*, IIIª época 2: 351-357.
- Cabrera, L. (1979). *Estudio Estratigráfico i Sedimentológico de los Depósitos Basales del Mioceno de la Depresión del Vallès-Penedès*. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 361 pp.
- Cabrera, L. (1981). Estratigrafía y características sedimentológicas generales de las formaciones continentales de la cuenca del Vallès-Penedès (Barcelona, España). *Estudios Geológicos* 37: 35-43.
- Cabrera, L., Calvet, F., Guimerà, J. & Permanyer, A. (1991). El registro sedimentario miocénico en los semigrabens del Vallès-Penedès y de El Camp: organización secuencial y relaciones tectónica sedimentación. In *Libro-guía excursión no. 4, I Congreso del Grupo Español del Terciario* (ed. F. Colombo), pp. 1-132. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Casanovas-Vilar, I., DeMiguel, D., Galindo, J., Robles, J.M., Garcés, M. & Cabrera, L. (2011). The continental Burdigalian (Early Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos preterritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 93-100. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Crusafont, M., Villalta, J.F. & Truyols, J. (1955). El Burdigaliense continental de la cuenca del Vallès-

- Penedès. *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico* 12: 1-247.
- Daams, R. & Freudenthal, M. (1974). Early Miocene Cricetidae (Rodentia, Mammalia) from Buñol (Prov. Valencia, Spain). *Scripta Geologica* 24: 1-19.
- Daams, R. & Freudenthal, M. (1981). Aragonian: the stage concept versus Neogene Mammal zones. *Scripta Geologica* 62: 1-17.
- Daams, R., van der Meulen, A.J., Álvarez Sierra, M.A., Peláez-Campomanes, P., Calvo, J.P., Alonso Zarza, M.A. & Krijgsman, W. (1999). Stratigraphy and sedimentology of the Aragonian (Early to Middle Miocene) in its type area (North-Central Spain). *Newsletters in Stratigraphy* 37: 103-139.
- Duranthon, F., Moyà-Solà, S., Astibia, H. & Köhler, M. (1995). *Ampelomeryx ginsburgi* nov. gen., nov. sp. (Artiodactyla, Cervoidea) et la famille des Palaeomerycidae. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 321: 339-346.
- Fortelius, M. (coordinator) (2011). Neogene of the Old World Database of Fossil Mammals (NOW). University of Helsinki. <http://www.helsinki.fi/science/now/>
- Fortelius, M., Van der Made, J. & Bernor, R.L. (1996). Middle and Late Miocene Suoidea of Central Europe and the Eastern Mediterranean: evolution, biogeography and paleoecology. In *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas* (eds. R.L. Bernor, V. Fahlbusch & H.-W. Mittmann), pp. 348-377. New York: Columbia University Press.
- Ginestí, M. (2008). Els cricètids del Miocè inferior (MN4) dels Casots (Subirats, Barcelona). Trabajo de máster inédito, Institut Català de Paleontologia, Universitat Autònoma de Barcelona. 33 pp.
- Köhler, M. (1993). Skeleton and habitat of recent and fossil ruminants. *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen* series A 25: 1-88.
- Moyà-Solà, S. & Rius Font, L. (1993). El jaciment paleontològic dels Casots (Subirats, Alt Penedès). *Tribuna d'Arqueologia* 1991: 7-12.
- Orliac, M.J. (2006). *Eurolistriodon tenarezensis*, sp. nov., from Montreal-du-Gers (France): Implications for the systematics of the European Listriodontinae (Suidae, Mammalia). *Journal of Vertebrate Paleontology* 26: 967-980.
- Pickford, M. & Moyà-Solà, S. (1994). *Taucanamo* (Suoidea, Tayassuidae) from the Middle Miocene (MN04a) of Els Casots, Barcelona, Spain. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 319: 1569-1575.
- Pickford, M. & Moyà-Solà, S. (1995). *Eurolistriodon* gen. nov. (Suidae, Mammalia) from Els Casots, early middle Miocene, Spain. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen* 98: 343-360.
- Rotgers, C. & Alba, D.M. (2011). The genus *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) in the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos preteritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 347-354. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Van der Made, J. (1997). Systematics and stratigraphy of the genera *Taucanamo* and *Schizochœrus* and a classification of the Palaeochoeridae (Suoidea, Mammalia). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen* 100: 127-139.
- Van der Made, J. (2010). The pigs and "Old World pecararies" (Suidae and Palaeochoeridae, Suoidea, Artiodactyla) from the Miocene of Sandelzhausen (southern Germany): phylogeny and an updated classification of the Hyotheriinae and Palaeochoeridae. *Paläontologische Zeitschrift* 84: 43-121.
- Van der Meulen, A.J. & De Bruijn, H. (1982). The mammals from the Lower Miocene of Aliveri (Island of Evia, Greece). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen* B 85: 485-524.

PARADA 2. EL MIOCENO MEDIO MARINO (BURDIGALIENSE SUPERIOR – LANGHIENSE): EL ARRECIFE CORALINO DE SANT SADURNÍ D'ANOIA

Domènech, R.¹, Martinell, J.¹ & de Gibert, J.M.¹

¹ Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, c/ Martí i Franqués s/n, 08028 Barcelona, España; jmdegibert@ub.edu, rosa.domenech@ub.edu, jmartinell@ub.edu

Situación geográfica

El arrecife coralino de Sant Sadurní d'Anoia está situado en el límite sur del núcleo urbano, junto a las Cavas Canals i Munné, ubicadas en la carretera comarcal C-243a. Lo delimitan la riera del Avernó y la última calle urbanizada. Constituye un pequeño relieve sobre viñedos y campos yermos, conocido como El Serralet. Esta elevación había sido explotada en el pasado y conserva un frente de cantera de 8-10 m de potencia, ocupando en total una superficie aproximada de 800 m² (FIG. 1).

Antecedentes históricos

Angelis d'Ossat y Almera (1899) proporcionaron el primer listado de taxones coralinos del arrecife de Sant Sadurní. En su trabajo de referencia, Chevalier (1957) estudió este arrecife en el contexto de las bioconstrucciones miocenas de Cataluña. Posteriormente, Permanyer (1982, 1990) lo incluyó en su estudio sedimentológico y diagenético del conjunto arrecifal del Mioceno del Penedès, y Martínez-Lázaro (2003) analizó la fauna malacológica (bivalvos) asociada.

Cronología, geología y estratigrafía

El parche arrecifal de Sant Sadurní forma parte del sistema de arrecifes coralinos de parche y de franja desarrollados en relación a pequeños altos geográficos, que se incluyen en el complejo marino y de transición definido en la cuenca del Vallès-Penedès. La bioconstrucción se desarrolló a techo de la serie margosa con fauna marina, visible puntualmente a partir del lecho del arroyo del Avernó. Permanyer (1990) le atribuyó una edad Burdigaliense superior. Por correlación con los sedimentos detríticos del mismo complejo, se data actualmente en el Burdigaliense superior-Langhiense.

Descripción del parche arrecifal

El frente de cantera preservado en el afloramiento permite el estudio detallado del arrecife. En la bioconstrucción se diferencian claramente las distintas fases de evolución y maduración del ecosistema arrecifal. Se distinguen en ella tres niveles principales: uno basal calcarenítico y algal (unidad 1) y dos coralinos superiores (unidades 2 y 3). Se entiende que estas unidades no deben ser tratadas como estratos independientes, sino como reflejo de fases sucesivas e intergradadas de la evolución del sistema (FIG. 1). A pesar de estar fuertemente afectados por la diagénesis (disolución del esqueleto original, cementación, formación de moldes, etc.), las colonias coralinas y los restantes fósiles conservan sus morfologías, lo que permite constatar la enorme biodiversidad del arrecife (TABLA 1).

La unidad 1 (1,5 m de potencia promedio) se caracteriza por el alto contenido en algas rodofíceas, acompañadas por fragmentos de briozoos, equínidos, moldes de gasterópodos y, puntualmente, bivalvos de gran tamaño (*Venus aglaurae*). Dentro de la unidad se distingue:

Una base calcarenítica con rodofíceas, foraminíferos bentónicos (rotálidos), algún coral esporádico, bivalvos (*V. aglaurae*), restos de equínidos, etc. que localmente puede describirse como lumaquélica.

Una parte superior, dominada por algas (*Lithophyllum*, *Lithoporella*, *Lithothamnium*), a menudo en forma de rodolitos centimétricos, foraminíferos del género *Amphistegina* y algún coral.

La unidad 2 está formada por grandes colonias de corales, principalmente *Mussismilia* (Familia Mussidae) (FIG. 2.1), y *Tarbellastraea* y *Montastrea* (Familia Faviidae) (FIG. 2.2, FIG. 2.4). *Tarbellastraea* y *Montastrea* presentan formas coloniales hemiesféricas de 20-50 cm de diámetro. *Mussismilia* llega a alcanzar 1 m de altura y adopta morfologías de palmera o abanico, con crecimiento inicial vertical y posterior horizontalización de la colonia. El espacio entre las colonias está ocupado por limo calcáreo con bivalvos (*Arca* sp., *Barbatia barbata*, *Crassostraea crassa*, *Ostrea lamellosa*, *Spondylus gaederopus*, *Cardita crassa*; FIG. 2.6) y moldes de gasterópodos. Algunos especímenes de *O. lamellosa* aparecen con las valvas articuladas y cerradas, y en algunas de sus conchas se aprecia *Entobia* ispp. (perforaciones atribuibles a esponjas).



FIG. 1. Vista general del parche arrecifal de Sant Sadurní d'Anoia (Alt Penedès).

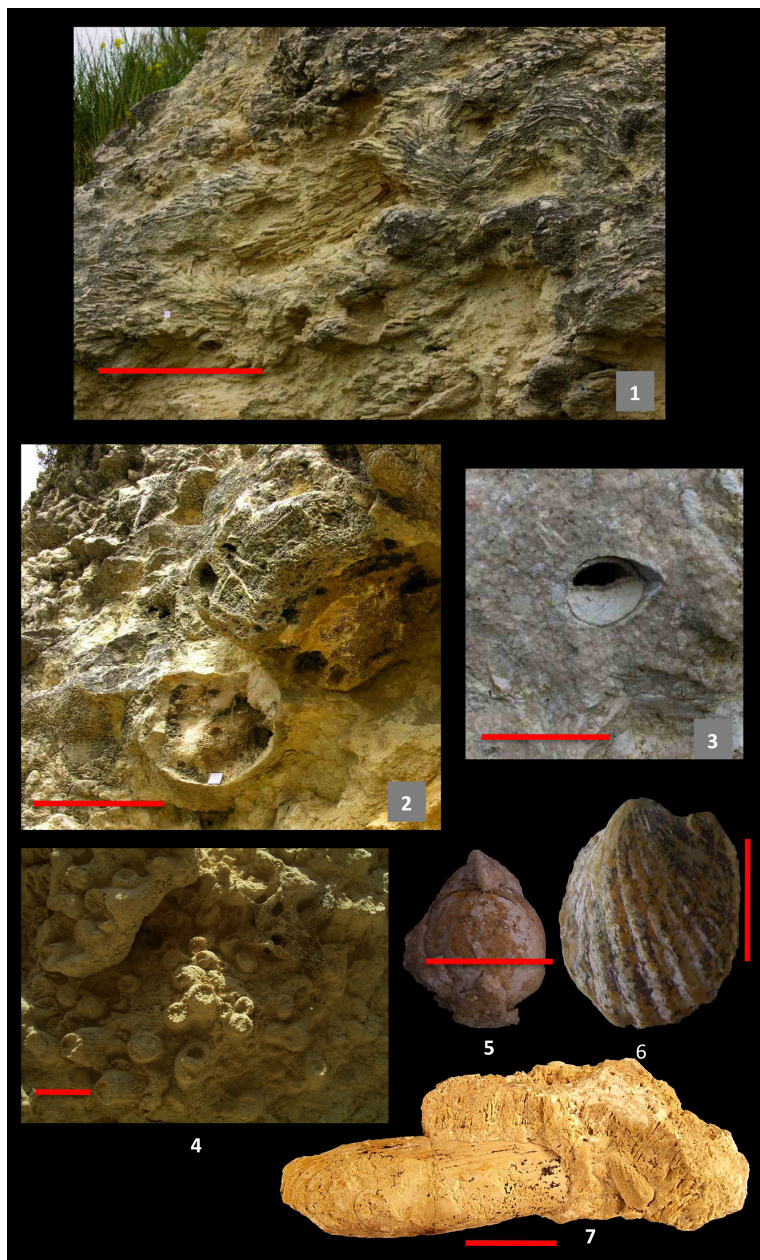


FIG. 2. Fauna e icnofauna recuperada en el parche arrecifal de Sant Sadurní d'Anoia (Alt Penedès). 1. *Mussismilia* sp. (unidad 2). 2. *Montastrea* sp. (unidad 2). 3. Sección de perforación (*Gastrochaenolites* sp.) con relleno geopetal (unidad 2). 4. *Faviidae* (unidad 2). 5. *Jouannetia semicaudata* (unidad 2). 6. *Cardita crassa* (unidad 2). 7. *Lithophaga lithophaga* (unidad 2). Escala gráfica: 1-2: 20 cm; 3-7: 2 cm.

Divisi3n Rodophita	<i>Crassostraea crassa</i>
<i>Litophyllum</i> sp.	<i>Ostrea lamellosa</i>
<i>Lithoporella</i> sp.	<i>Cardita crassa</i>
<i>Lithothamnium</i> sp.	<i>Venus aglaurae</i>
Filo Foraminifera	<i>Iounnetia semicaudata</i>
<i>Amphistegina</i> sp.	Clase Gastropoda
Rotaliida indet.	<i>Conus</i> sp.
Filo Cnidaria	Turritellidae indet.
Orden Scleractinia	Filo Bryozoa
<i>Tarbellastraea</i> sp.	<i>Metrarabdotos moniliferus</i>
<i>Montastrea</i> sp.	Filo Echinodermata
<i>Favites</i> sp.	Clase Echinoidea
<i>Mussismilia</i> sp.	<i>Clypeaster hardouini</i>
<i>Acropora</i> sp.	<i>Scutella lusit3nica</i>
<i>Porites</i> sp.	<i>Schizaster desori</i>
Filo Mollusca	<i>Cidaris</i> sp.
Clase Bivalvia	
<i>Arca</i> sp.	Bioerosi3n
<i>Barbatia barbata</i>	<i>Entobia</i> ispp.
<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Gastrochaenolites</i> ispp.
<i>Botula fusca</i>	
<i>Atrina</i> sp.	
Pectinidae indet.	
<i>Spondylus gaederopus</i>	

TABLA 1. Listado de la biota e icnofauna del parche arrecifal de Sant Sadurn (Alt Penedès).

La unidad 3 presenta respecto a la anterior un incremento en colonias de *Mussismilia*, aparición de colonias masivas de *Porites*, una menor presencia y disminución en el tamaño de las colonias masivas de *Tarbellastra* y *Montastrea*, y la aparición de colonias planares de *Acropora*, además de un aumento en el contenido de limo. *Acropora* forma colonias planas de 1-2 cm de grosor y 10-15 cm de longitud. Los espacios intercoralinos contienen pequeños fragmentos de pectínidos, ostras y ejemplares de *Atrina* sp.

La actividad perforante sólo es patente en las colonias masivas, en las que se observan las trazas de bivalvos litófagos (*Gastrochaenolites* spp.) (FIG. 2.3) y, en algunos casos, los propios productores (*Lithophaga lithophaga*, *Botula fusca* y *Jouannetia semicaudata*; FIG. 2.5, FIG. 2.7). También se observa *Entobia* spp., tanto las cavidades en el interior de conchas como en forma de moldes por relleno de éstas y posterior disolución del substrato esquelético.

Estado actual de protección del afloramiento

El arrecife de Sant Sadurní se mantiene en buen estado de conservación y está aislado, si bien próximo al núcleo urbano, es de fácil acceso y tiene unas dimensiones reducidas. Estas características, junto con su variado contenido paleontológico, le confieren un interesante valor como objeto de estudio científico y elemento didáctico, así como instrumento dinamizador y de uso social del patrimonio natural (Zamora et al., 2010).

Hace pocos años, este arrecife corría un riesgo inmediato de desaparición ante la presión urbanística de la villa. En concreto, El Serralet se veía afectado por la revisión (2006) del plan de ordenación urbanística municipal. Con ella, el afloramiento desaparecía por la abertura de nuevas calles, la edificación de viviendas y la instalación de una zona verde. Ante esta situación, desde la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona se dieron los pasos pertinentes para solicitar la reconsideración del plan en esa zona. Después de diversas gestiones, en 2010 se obtuvo el reconocimiento patrimonial del yacimiento y se modificaron los planos urbanísticos. De esa forma, el arrecife queda incluido dentro de la zona verde y protegido por el Ayuntamiento de otro tipo de urbanización (pendiente su declaración como Bien de Interés Local) (Zamora et al., 2010).

Referencias

- Angelis d'Ossat, G. & Almera, J. (1899). Los primeros antozoos y briozoos miocénicos recogidos en España. *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, IIIª época 1: 1-31.
- Chevalier, J.P. (1957). Les formations récifales miocènes de la Catalogne espagnole. *Bulletin de la Société Géologique de France* 7: 239-244.
- Martínez-Lázaro, N. (2003). Bivalvos asociados a los arrecifes coralinos miocénicos de la cuenca del Penedès. Trabajo de investigación de doctorado (inédito), Universitat de Barcelona. 93 pp.
- Permanyer, A. (1982). Sedimentologia i diagènesi dels esculls miocens de la Conca del Penedès. Tesis doctoral (inédita), Universitat de Barcelona. 545 pp.
- Permanyer, A. (1990). Sedimentologia i diagènesi dels esculls miocènics de la conca del Penedès. *Arxius de la secció de Ciències IEC* 92: 1-320.
- Zamora, A., Domènech, R. & Martinell, J. (2010). Yacimientos paleontológicos urbanos: el arrecife coralino de Sant Sadurní d'Anoia (Alt Penedès) (Mioceno inferior-medio). *Cidaris* 30: 329-336.

PARADA 3. EL ARAGONIENSE SUPERIOR Y LA TRANSICIÓN CON EL VALLESIENSE: CAN MATA Y LA EXPOSICIÓN PALEONTOLÓGICA DE ELS HOSTALETES DE PIEROLA

Alba, D.M.¹, Casanovas-Vilar, I.¹, Robles, J.M.^{1,2} & Moyà-Solà, S.³

¹Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; isaac.casanovas@icp.cat, david.alba@icp.cat

²Fossilia Serveis Paleontològics i Geològics, S.L., Jaume I núm. 87, 1er, 5a, 08470 Sant Celoni, Barcelona, España; josep.robles@fossilia.com

³ICREA en Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont y Unitat d'Antropologia Biològica (Dept. BABVE), Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; salvador.moya@icp.cat

Situación geográfica

El Abocador de Can Mata (ACM) y el Ecoparc de Can Mata (ECM) se encuentran en el término municipal de els Hostalets de Pierola, ocupando una extensión de varios kilómetros cuadrados en las cercanías de la masía de Can Mata de la Garriga (FIG. 1). El primero se sitúa al sur de la carretera B-231 de Esparreguera a Piera (se accede a través de un desvío que hay a la altura del km 8,5), mientras que el segundo está situado un poco más al noroeste.

Antecedentes históricos

El potencial fosilífero del área de els Hostalets de Pierola fue descubierto por Mario Guérin, quién informó de ello al paleontólogo Josep Ramon Bataller, el cual prospectó el área y dio a conocer varias localidades paleontológicas situadas cerca de la Riera de Claret (Bataller, 1938). Posteriormente, los paleontólogos Miquel Crusafont y Josep F. de Villalta continuaron prospectando el área comprendida entre las masías de Can Mata de la Garriga, Can Vila, Mas d'Ocata y Can Flaquer, recolectando abundante material fósil, que fue publicado durante las décadas de 1940 y 1950 (véase por ejemplo, Villalta & Crusafont, 1941a, b; Schaub, 1947; Crusafont, 1952; Crusafont & Truyols, 1954). Durante las décadas de 1970 y 1980, se volvieron a llevar a cabo prospecciones y excavaciones en el área de els Hostalets, principalmente en la localidad del Aragoniense terminal de Can Mata I. Sin embargo con el paso del tiempo los esfuerzos de prospección y estudio fueron derivando hacia las localidades del sector del Vallès, a la vez que un vertedero se desarrollaba a lo largo de una riera cerca de Can Mata de la Garriga. Eventualmente, este vertedero sería legalizado durante la década de 1980, convirtiéndose en el actual Abocador de Can Mata. A principios de la década de 2000, fue necesario llevar a cabo una ampliación del vertedero, y gracias a las nuevas leyes sobre protección del patrimonio paleontológico, se diseñó una intervención paleontológica, con el objetivo de controlar la remoción de sedimentos miocenos por parte de la maquinaria pesada, y recuperar todos los restos fósiles que pudiesen verse afectados (FIG. 2, 3). Los trabajos paleontológicos comenzaron en noviembre de 2002, y desde entonces se han llevado a cabo de manera casi ininterrumpida, conduciendo a la recuperación de decenas de miles de restos fósiles de vertebrados del Aragoniense superior (Alba et al., 2006a, b, 2007, 2009). Dada la riqueza paleontológica de la zona, desde 2007 hasta 2010 se llevó a cabo también una intervención paleontológica de control preventivo durante los trabajos de construcción del Ecoparc de Can Mata (ECM; = Ecoparc 4), una

planta de reciclaje situada muy cerca del vertedero (Carmona et al., 2011), y que también conllevaron la construcción de una variante de la carretera B-231 de Esparreguera a Piera.

Geología y estratigrafía

Las secuencias del Mioceno en el área de els Hostalets de Pierola consisten predominantemente en lutitas de color rojizo a marrón, además de areniscas, brechas y conglomerados. Estos sedimentos se interpretan como correspondientes a facies medias y sobre todo distales a marginales de sistemas de abanicos aluviales (Alba et al., 2006a, b, 2007, 2009; Casanovas-Vilar et al., 2008a; Moya-Solà et al., 2009a). Los depósitos de grano grueso pueden agruparse en dos tipos en base a la composición y fábrica de los clastos, hecho que indica que los sedimentos fueron depositados en la zona de coalescencia de dos sistemas de abanicos aluviales con distintas áreas fuente. Algunos sedimentos corresponden al sistema de abanico aluvial de pequeño radio de els Hostalets de Pierola, que se originó en la Cordillera Prelitoral y está dominado por rocas metamórficas paleozoicas (véase FIG. 6 en de Gibert & Casanovas-Vilar, este volumen). Otros sedimentos corresponden al sistema aluvial de mayor extensión radial de Olesa-Les Fonts, originado a partir de zonas de captación más extensivas en la Cordillera Prelitoral, donde afloraba toda una variedad de rocas metamórficas del Paleozoico y sedimentarias del Mesozoico y Paleoceno. El área dels Hostalets de Pierola comprende potentes secuencias que se depositaron durante el Mioceno Medio y el Superior, que resultaron en una elevada tasa de acumulación, con toda probabilidad controlada por su proximidad al margen nordoccidental activamente subsidente.

Se conocen más de veinte yacimientos clásicos en el área dels Hostalets de Pierola (Golpe-Posse, 1974; Crusafont & Truyols, 1954). Por lo que se refiere al ACM, hasta marzo de 2011 se han definido formalmente más de 200 localidades de macro- y/o microvertebrados (David M. Alba, datos inéditos), repartidas a lo largo de una sección compuesta de unos 250 m de potencia, correspondiente exclusivamente al Aragoniense superior. La extensión de estas localidades va desde unos pocos metros cuadrados hasta más de 100, y han proporcionado desde unas pocas decenas de restos hasta más de 6.000. También es habitual encontrar restos aislados. En cuanto al ECM (Carmona et al., 2011), se trata de una serie de unos

170 m de potencia, a lo largo de los cuales se distribuyen 10 localidades formalmente definidas, todas ellas con una edad más reciente que las localidades del ACM (Carmona et al., 2011).

Cronología

La mayor parte de yacimientos clásicos del área dels Hostalets de Pierola (Golpe-Posse, 1974; Crusafont & Truyols, 1954) no corresponden a localidades paleontológicas en sentido estricto, es decir, a un único nivel estratigráfico (con algunas excepciones, como Can Mata I y III). A modo de simplificación, estos yacimientos se han agrupado tradicionalmente en Hostalets Inferior (niveles aragonienses) y Hostalets Superior (niveles vallesienses) (Agustí et al., 1985; Alba et al., 2006a). Por consiguiente, no es posible dar una datación concreta para los restos de muchos de estos yacimientos, una situación que contrasta con las series estratigráficas locales del ACM (Alba et al., 2006a, b, 2007, 2009; Moya-Solà et al., 2009a) y del ECM (Carmona et al., 2011), para cuyas localidades es posible proporcionar una datación muy precisa. Estas dos series, junto con las localidades clásicas de Can Mata, configuran conjuntamente lo que podríamos llamar la serie estratigráfica sintética de Can Mata, que incluye la transición del Aragoniense superior al Vallesiense inferior.

Gracias a los extensivos afloramientos generados durante la actividad de remoción llevada a cabo por la maquinaria pesada, y al continuo control paleontológico, la datación de la serie de Can Mata y de los restos recuperados se fundamenta en unas sólidas bases lito-, magneto- y bioestratigráficas (Alba et al., 2009; Moya-Solà et al., 2009a; Casanovas-Vilar et al., 2011). En base a un análisis paleomagnético de alta resolución llevado a cabo en una sección compuesta que incluye el ACM y afloramientos de la cercana Riera de Claret (Moya-Solà et al., 2009a), se pudo llevar a cabo una correlación con la escala de tiempo del Neógeno ATNTS2004 (Lourens et al., 2004; FIG. 4). La situación del límite entre el Aragoniense y el Vallesiense, bien datado en la cuenca del Vallès-Penedès y otras cuencas ibéricas (Garcés et al., 1996, 2003; Agustí et al., 2001), permite una correlación libre de ambigüedades en base al largo y característico cron normal C5n (véase FIG. 3 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen; FIG. 4). La serie compuesta del ACM y la Riera de Claret abarcaría desde 12,5 hasta 10,6 Ma (Casanovas-Vilar et al., 2011).

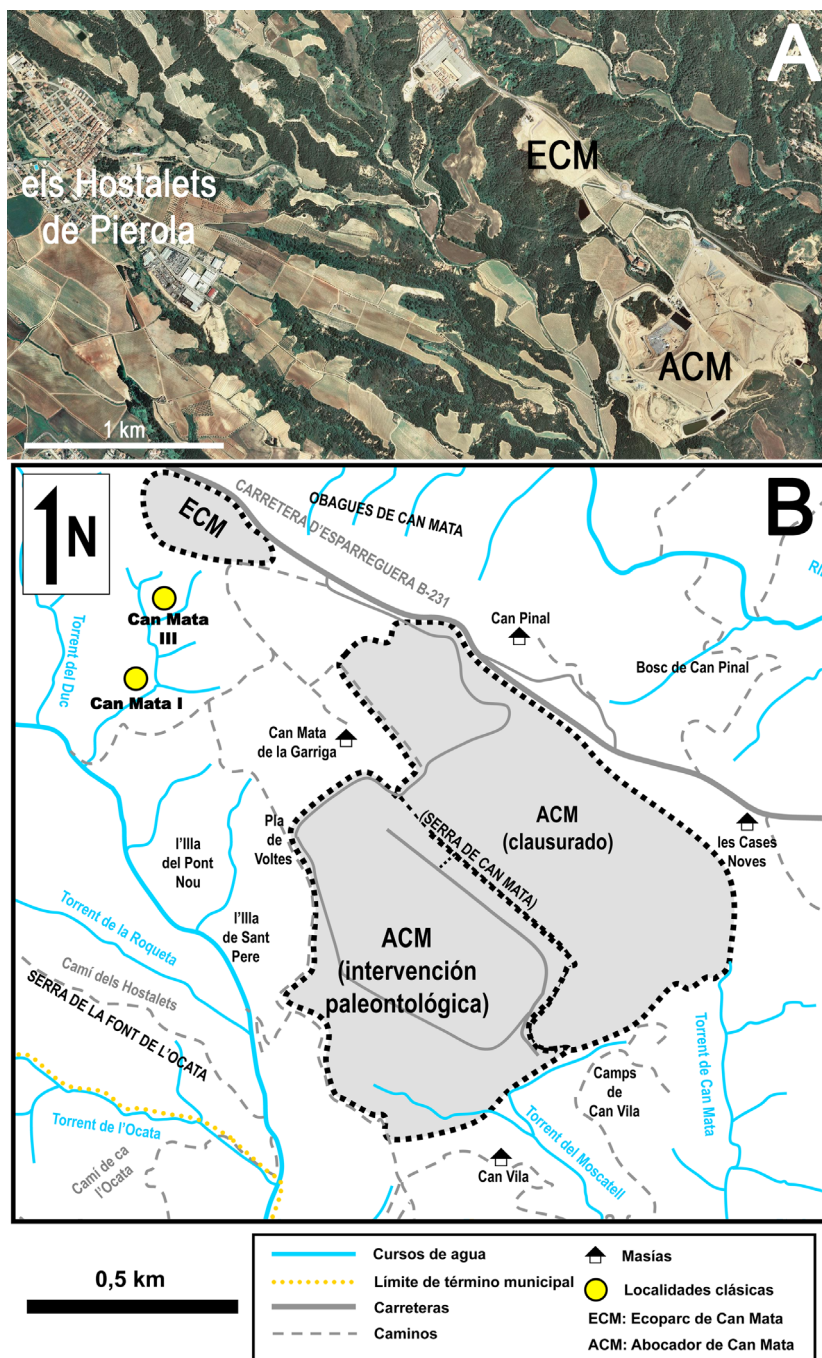


FIG. 1. A, Fotografía aérea de la zona de els Hostalets de Pierola, donde se indica el núcleo urbano, el Abocador de Can Mata (ACM) y el Ecoparc de Can Mata (ECM) (fotografía de base © Institut Cartogràfic de Catalunya); B, Mapa de situación del ACM y el ECM. (Reproducido a partir de Carmona et al., 2011).

Desde un punto de vista bioestratigráfico, Alba et al. (2006a) inicialmente dividieron la serie del ACM en tres biozonas locales distintas, aunque es posible que sólo dos biozonas estén representadas (faltarían más datos del tramo basal de la serie para poder confirmarlo; Alba et al., 2009). El tramo superior de la serie corresponde a la biozona local de *Megacricetodon ibericus* + *Democricetodon crusafonti*, mientras que gran parte (o la totalidad) del tramo inferior corresponde a la biozona local de *Megacricetodon ibericus* + *Democricetodon larteti*. Estas biozonas permiten subdividir la MN7+8, y en principio podrían reconocerse en otras regiones próximas, como la cuenca de Calatayud-Daroca o el sur de Francia (véanse FIG. 1 y FIG. 4 en Registro Continental Casanovas-Vilar et al., este volumen). El límite entre ambas biozonas se encuentra dentro del subcron C5r.3r, es decir en torno a los 11,9 y 11,8 Ma. Muchas localidades del ACM, como por ejemplo ACM/BCV1, se sitúan en la biozona, de *M. ibericus* + *D. larteti* (Casanovas-Vilar et al., 2008b), y son por lo tanto más antiguas que toda una serie de localidades clásicas del Aragoniense superior de la cuenca del Vallès-Penedès (como Can Mata I y Sant Quirze), para las cuales no se dispone de datos magnetoestratigráficos pero que pueden correlacionarse con la biozona de *M. ibericus* + *D. crusafonti*. Las localidades más bajas de la serie se correlacionan con el subcron C5Ar.1r y tienen una edad estimada de 12,5 Ma. En base a un estudio preliminar de los micromamíferos Alba et al. (2006a) propusieron una correlación tentativa de las localidades de la parte más baja de la serie con la MN6. Si embargo, nuevos datos más completos (Isaac Casanovas-Vilar, datos inéditos) indican que la mayoría de localidades de la mitad inferior de la serie deben corresponder con seguridad a la biozona de *M. ibericus* + *D. larteti* de la MN7+8. Por tanto, la edad de la transición entre la MN6 y la MN7+8 que Agustí et al. (2001) situaron entre 13,0 y 12,5 Ma, no puede ser establecida por el momento en base a los datos de Can Mata.

Por encima de estas localidades del ACM, se situarían las localidades clásicas de Can Mata, entre las cuales se registraría el tránsito Aragoniense-Vallesiense (Moyà-Solà et al., 2009a; Carmona et al., 2011): así, Can Mata I (o Bretxa de Can Mata) correspondería en principio a la MN7+8 terminal (con una edad aproximada de 11,2 Ma), mientras que Can Mata III correspondería a la MN9 más inicial (con una edad aproximada de 11,1 Ma). Estas atribuciones deben tomarse con gran cautela, puesto que están ba-

sadas en la ausencia/presencia, respectivamente, del équido *Hippotherium*. A este respecto, cabe tener en cuenta que las faunas de mamíferos del Aragoniense terminal y del Vallesiense más temprano en la cuenca del Vallès-Penedès son muy similares entre sí (Agustí et al., 1985, 1997; Casanovas-Vilar et al., 2006), distinguiéndose tan sólo por la presencia en Hostalets Superior de équidos hipparioninos.

Todas las secciones estratigráficas afectadas en el ECM se encuentran estratigráficamente por encima de la serie local del ACM, así como por encima de las localidades clásicas de Can Mata I (ca. 11,2 Ma) y Can Mata III (ca. 11,1 Ma), solapándose en serie con los niveles vallesienses de la Riera de Claret (Luján et al., 2010; Carmona et al., 2011). Los datos magnetoestratigráficos confirman que todos los niveles del ECM corresponden al largo cron normal C5n (Carmona et al., 2011) característico del Vallesiense más temprano, con una edad estimada para las distintas localidades de la serie comprendida entre 11,0 y 10,5 Ma (Carmona et al., 2011). Sin embargo, así como en Can Mata III se cita la presencia de *Hippotherium* (Moyà-Solà et al., 2009a), no se ha recuperado por el momento ningún resto en el ECM atribuible a este taxón, aunque cabe tener presente que la mayor parte de los restos recuperados están aún pendientes de preparación para su estudio.

Fauna

Además de algunos hallazgos de aves, anfibios y reptiles diversos (ánquidos, anfisbénidos, ofidios y testudinos), que actualmente se encuentran en estudio, la fauna del Aragoniense superior del ACM incluye principalmente mamíferos, tanto de pequeño tamaño (un quiróptero, dos lagomorfos, 9 insectívoros y 30 roedores) como macromamíferos (2 proboscídeos, 4 primates, 4 perisodáctilos, 9 carnívoros y 10 artiodáctilos) (Alba et al., 2009). Los macromamíferos, que incluyen el suido de gran tamaño *Listriodon* y el pequeño *Albanohyus*, el cérvido *Euprox* (véase FIG. 5.4, 5.5 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), el bóvido *Miotragocerus*, el mósquido *Micromeryx* y el tragúlido *Dorcatherium* (véase FIG. 5.6 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), entre otros, encajan bien a grandes rasgos con las faunas típicas de otras localidades del Aragoniense superior de la cuenca del Vallès-Penedès, como Sant Quirze (véase Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen).

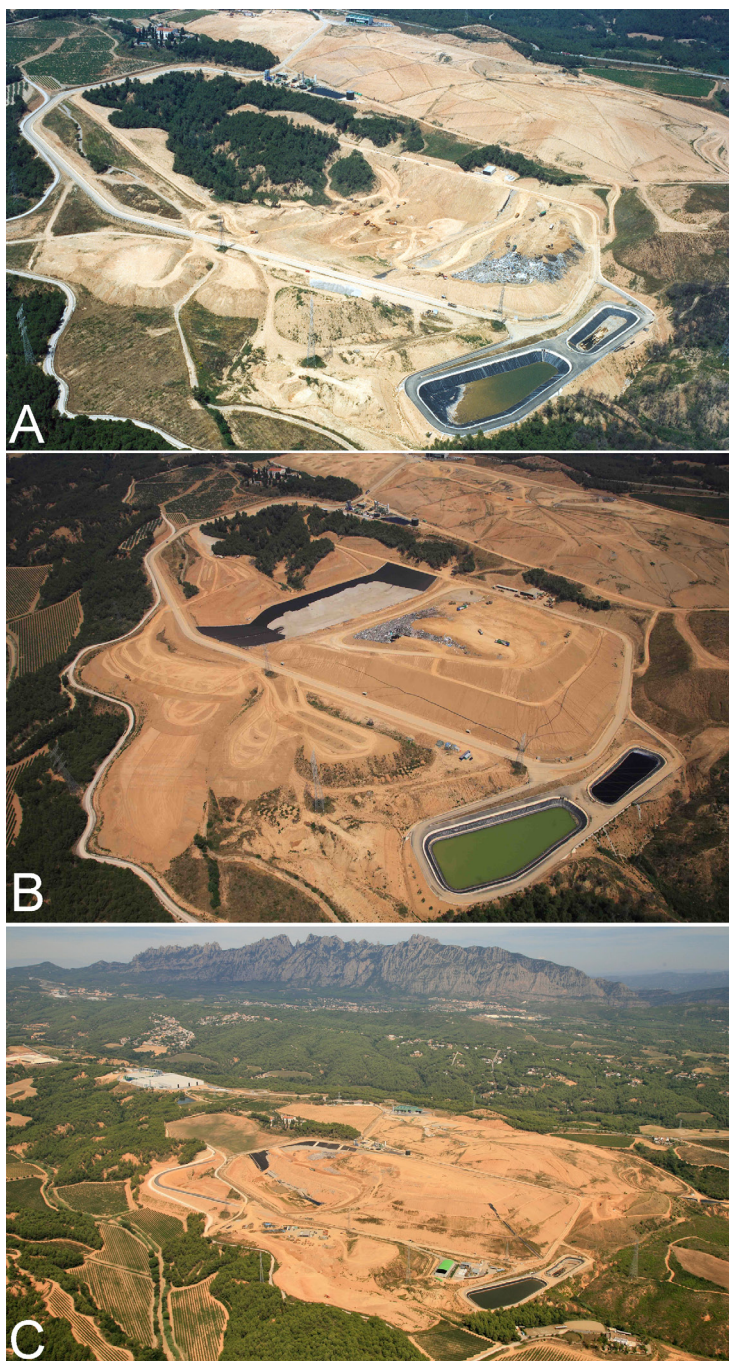


FIG. 2. Vistas aéreas del Abocador de Can Mata a lo largo del tiempo: A, Campaña 2004; B, Campaña 2006; C, Campaña 2010. (Fotografías cortesía de CESP A Gestión de Residuos, S.A.U).

Orden Rodentia

Eumyarion leemanni
Hispanomys decedens
Hispanomys daamsi
Hispanomys lavocati
Hispanomys cf. aguirrei
Democricetodon brevis brevis
Democricetodon brevis nemoralis
Democricetodon larteti
Democricetodon crusafonti
Megacricetodon minor minor
Megacricetodon minor debruijii
Megacricetodon cf. crusafonti
Megacricetodon ibericus
Anomalomys gaudryi
Keramidomys carpathicus
Eomyops cf. oppligeri
Glirudinus undosus
Muscardinus sansaniensis
Muscardinus hispanicus
Myoglis meini
Microdyromys complicatus
Paraglrulus werenfelsi
Albanensia cf. albanensis albanensis
Albanensia albanensis quiricensis
Miopetaurista neogrivensis
Miopetaurista cf. crusafonti
Heteroxerus sp.
Spermophilinus bredai
Chalicomys batalleri

Orden Proboscidea

Deinotherium giganteum
Gomphotherium angustidens

Orden Perissodactyla

Anisodon grande
Anchitherium sp. nov.
Alicornops simorreensis
cf. Hoploaceratherium tetradactylum

Orden Artiodactyla

Listriodon splendens
Conohyus steinheimensis
Propotamochoerus palaeochoerus
Albanohyus cf. pygmaeus
Dorcatherium nauai meini
Miotragocerus cf. monacensis
Bovidae indet.
Micromeryx flourensianus
Micromeryx sp. 2
Euprox furcatus

Orden Carnivora

Martes munki
Ischyriictis mustelinus
Trocharion albanense
Sansanosmilus jourdani
Leptoplesictis cf. aurelianensis
Pseudaelurus sp.
Thalassictis montadai
Protictitherium crassum
cf. Protictitherium sp.

TABLA 1. (Continúa en página siguiente). Lista faunística de los mamíferos del conjunto de localidades de la serie estratigráfica local del Abocador de Can Mata (ACM), actualizada a partir de Alba et al. (2009).

Orden Insectivora

Soricidae indet.

Crocidosoricinae indet.

Talpa minuta

cf. *Proscapanus* sp.

Parasorex socialis

Galerix sp.

Erinaceinae indet.

Dinosorex cf. *sansaniensis*

Plesiodimylus chantrei

Orden Chiroptera

Gen. et sp. indet.

Orden Lagomorpha

Prolagus oeningensis

Eurolagus fontannesii

Orden Primates

Pliopithecus canmatensis

Pliopithecidae nov.

Pliopithecidae indet.

Pierolapithecus catalaunicus

Dryopithecus fontani

Anoiapithecus brevirostris

Hominoidea indet.

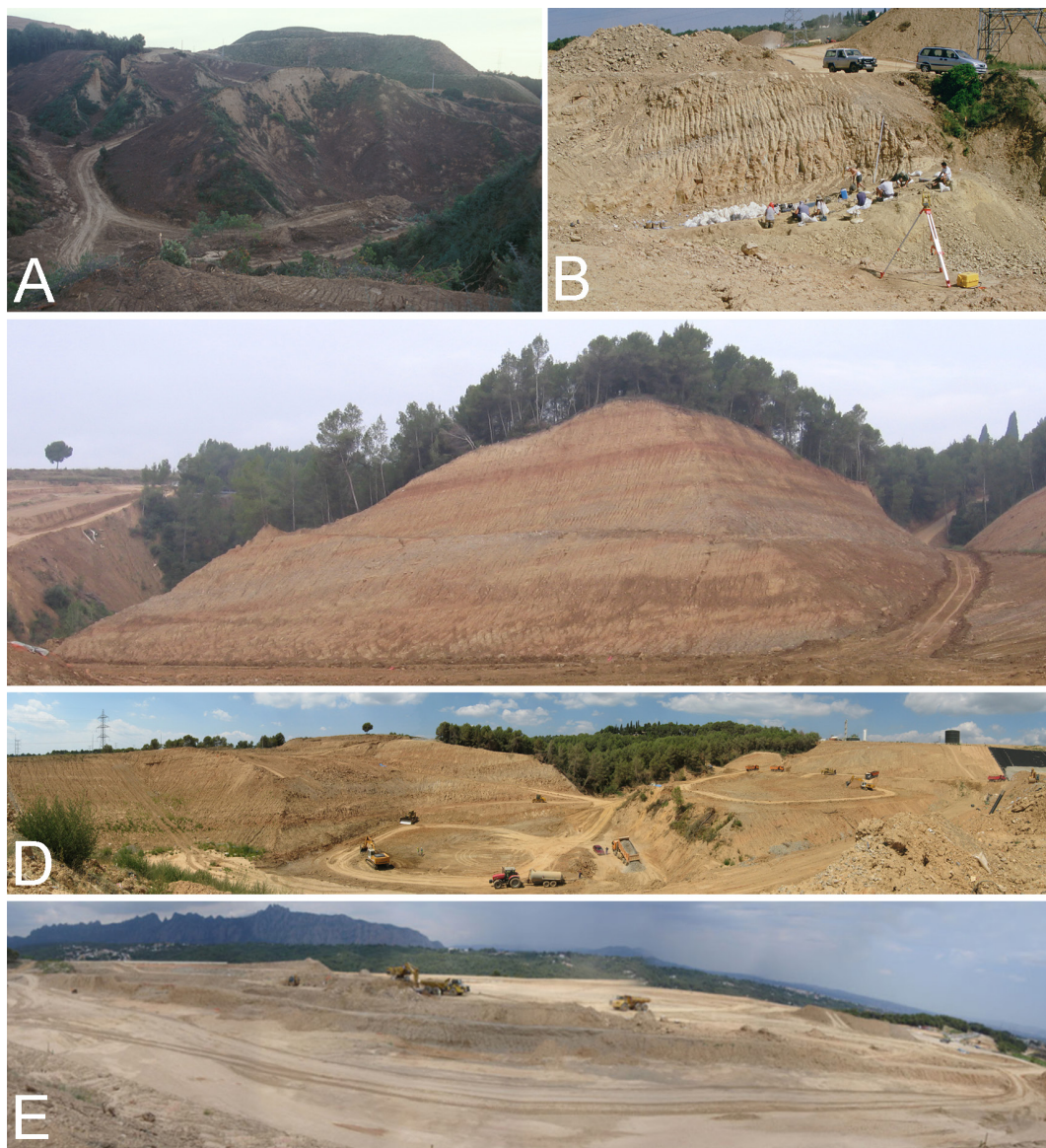


FIG. 3. Distintas vistas del Abocador de Can Mata (ACM) y el Ecoparc de Can Mata (ECM): A, Aspecto de los afloramientos miocenos del ACM en 2002, antes de iniciarse la actividad de remoción mediante maquinaria pesada; B, Excavación de Barranc de Can Vila 1 (ACM/BCV1), la localidad típica de *Pierolapithecus catalaunicus*, en 2003; C, Afloramientos de niveles miocenos en un talud del ACM, donde puede observarse la alternancia de niveles de lutitas de color rojizo más intenso (utilizados como niveles de correlación) con niveles de lutitas de coloración más clara y algunos niveles de areniscas y conglomerados; D, Vista panorámica de la Celda 5 (ACM/C5) en el mes de octubre de 2007; E, Panorámica de la zona de afectación de las obras del ECM en 2007. (Fotografías cortesía de FOSSILIA Serveis Paleontològics i Geològics, S.L. (A, C, D y E) y Salvador Moyà-Solà (B).

Lo mismo ocurre con la fauna de micromamíferos, aunque cabe destacar que los castóridos son mucho más raros que en otros sectores de la cuenca (Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2008b, 2010a). La lista faunística reportada en la Tabla 1 (actualizada a partir de Alba et al., 2009) no corresponde a una única localidad, sino a una síntesis de los taxones que se han identificado hasta ahora, en un conjunto de localidades que abarcan un intervalo de tiempo aproximado de un millón de años.

Hasta el momento, sólo se han estudiado grupos concretos o algunas localidades de la serie de Can Mata (Moyà-Solà et al., 2004, 2009a,b; Alba et al., 2006b, 2009, 2010a, 2011; Casanovas-Vilar et al., 2008a, b, 2010a; Carmona et al., 2010; Luján et al., 2010; Robles et al., 2010a, b; Furió et al., 2011a, Rotgers & Alba, 2011; Rotgers et al., 2011; Tomàs et al., 2011), que han permitido registrar taxones no conocidos en las localidades clásicas del área de els Hostalets. Entre la herpetofauna, se han descrito preliminarmente algunos ofidios de la serie del ACM (Carmona et al., 2010) así como restos craneales del testudino gigante *Cheirogaster* procedentes del ECM (Luján et al., 2010). Por lo que a los micromamíferos se refiere, la localidad Barranc de Can Vila 1 (BCV1; localidad tipo de *Pierolapithecus catalaunicus*, con una edad estimada en 11,9 Ma) ha sido estudiada con detalle (Casanovas-Vilar et al., 2010a; Furió et al., 2011a). La microfauna es particularmente diversa (véase FIG. 3 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) y está dominada por el paracricetodóntido *Eumyarion leemanni* (véase FIG. 3.13, 13.14 de Registro Continental Casanovas-Vilar et al. en este volumen) y en menor medida por el cricetodóntido *Democricetodon larteti* (véase FIG. 3.9, 3.10 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen). Los esciúridos terrestres del género *Spermophilinus* son también abundantes, al igual que otras especies de cricetodóntidos (*M. minor minor*, *D. larteti*, *Hispanomys* cf. *aguirrei*). Los glíridos (que incluyen *Muscardinus sansaniensis*, *Glirudinus undosus*, *Microdyromys complicatus* y *Paraglis* sp.) son diversos, aunque no abundantes (véase FIG. 3.7, 3.15-3.18 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), mientras que la presencia de pterominos (*Miopetaurista* cf. *crusafonti*, véase FIG. 3.19 de Registro Continental Casanovas-Vilar et al. en este volumen) y lagomorfos ocotónidos (*Prolagus oeningensis*) es anecdótica. La asociación de insectívoros es bastante equitativa, aunque el heterosorícido *Dinosorex zapfei* (véase FIG. 3.2, 3.3 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) y el

erinaceido *Parasorex socialis* (véase FIG. 3.1 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) son más abundantes (Furió et al., 2011a). Destaca la presencia bastante común de dimílicos (*Plesiodymylus*; véase FIG. 3.5 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) y tálpidos (*Talpa*; véase FIG. 3.4 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), así como de sorícidos, que por lo general son muy raros. En general, la asociación de micromamíferos de BCV1 es bastante similar a la de otras localidades de la serie, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Sin embargo en numerosas localidades el género *Hispanomys* puede ser particularmente abundante, al igual que los ocotónidos, ambos muy raros en BCV1. En otras localidades, los pterominos (*Miopetuarista*, *Albanensia*) pueden ser algo más comunes, y los eómidos (*Keramidomys*, *Eomyops*) y anomalómidos (*Anomalomys*) pueden estar presentes, aunque siempre son muy raros (Alba et al., 2006a, 2009; Casanovas-Vilar, 2007). También son particularmente raros los castóridos, habiéndose recuperado tan sólo en dos localidades (con una edad estimada de 11,8 Ma) que permitieron describir una nueva especie, *Chalicomys batalleri*, la cual ya presentaría claras adaptaciones natatorias (Casanovas-Vilar et al., 2008b).

Con respecto a los macromamíferos, los hallazgos más relevantes se refieren a una nueva especie de *Anchitherium* (Rotgers et al., 2011), muy rara; una nueva subespecie del tragúlido *Dorcatherium nauti*, *D. nauti meini* (Alba et al., 2011; véase FIG. 5.6 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen); restos craneales previamente desconocidos del mustélido *Trocharion albanense* (Robles et al., 2010a; véase FIG. 5.3 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) y el barbourófido *Sansanosmilus jourdani* (Robles et al., 2010b); restos dentognáticos más completos de los que se disponía con anterioridad del pequeño suido *Albanohyus* (Tomàs et al., 2011), aún por determinar a nivel de especie; y sobre todo una diversidad de primates pliopitecoideos y hominoideos previamente insospechada, incluyendo *Dryopithecus fontani* (Moyà-Solà et al., 2009a), dos nuevos géneros de hominoideos, *Pierolapithecus catalaunicus* (Moyà-Solà et al., 2004; FIG. 5.1, 5.3) y *Anoiapithecus brevirostris* (Moyà-Solà et al., 2009b; FIG. 5.2, 5.4), además de una nueva especie de pliopitécido, *Pliopithecus canmatensis* (Alba et al., 2010b; véase FIG. 5.7 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), y otra especie nueva pendiente de describir. Dentro de la serie del ACM, los primates hominoideos se registran por vez primera en la loca-

lidad C1-E*, con una edad estimada de 12,3-12,2 Ma, y no se vuelven a registrar hasta el intervalo de tiempo correspondiente a 11,9-11,8 Ma (Casanovas-Vilar et al., 2011); los pliopitécidos se registran en 12,0 Ma (Alba et al., enviado), y posteriormente en el intervalo de tiempo correspondiente a 11,8-11,7 Ma (Alba et al., 2010a). Se desconoce si esta distribución cronológica responde a algún tipo de cambio en las condiciones ambientales a lo largo del tiempo, o sólo refleja la rareza de estos taxones y el gran esfuerzo de muestreo que es necesario para poder hallarlos.

Paleoambiente

La composición de grandes mamíferos del ACM es consistente con la presencia de un bosque cerrado con elementos arbóreos de hoja perenne y un clima cálido a tropical (Alba et al., 2006a, 2009; Casanovas-Vilar et al., 2008a). Además, la presencia de algunos taxones, como los castóridos (Casanovas-Vilar et al., 2008a) y tragúlidos (Alba et al., 2011), indica la existencia de masas de agua permanentes en esta zona, aunque éstas quizá sólo estuvieran presentes de forma intermitente en el lapso de tiempo que cubre la serie. Además, aparecen algunos taxones, tales como los primates, ciertos glíridos o los pterominos, que indican la presencia de ambientes boscosos densos. Estos taxones están ausentes en otras localidades de edad comparable en la misma cuenca, pero su presencia en el ACM podría ser meramente debida al mayor esfuerzo de muestreo (Alba et al., 2009). Casanovas-Vilar et al. (2008a) llevaron a cabo un análisis paleobiogeográfico y paleoecológico de las faunas de mamíferos del ACM, con particular énfasis en los micromamíferos de BCV1. Los mismos autores también llevaron a cabo un análisis multivariante, basado en la metodología de Hernández Fernández et al. (2003), que clasificó tanto la fauna del ACM como la de Hostalets Inferior, propias de un bosque deciduo tropical, lo que implicaría un clima cálido con una clara estación seca. Sin embargo, como señalaron Casanovas-Vilar et al. (2008a), cabe tener en cuenta que los datos paleobotánicos disponibles para el Vallès-Penedès y otras cuencas de Europa occidental no son consistentes con la existencia de bosques tropicales durante el Mioceno Medio, sino que sugieren la presencia de bosques de tipo templado-cálido con una proporción notable de elementos deciduos (véanse Kovar-Eder, 2003; Barrón et al., 2010). Los análisis de Casanovas-Vilar

et al. (2008a), en base a los pequeños mamíferos de BCV1, muestran que esta localidad y otras de la misma edad del Vallès-Penedès son más similares a las de Francia y Europa central que a las de las cuencas ibéricas internas (Calatayud-Daroca, Duero). Muchos taxones de micromamíferos que indican la presencia de bosques espesos (pterominos, ciertos glíridos), cursos de agua estables (castóridos) o suelos húmedos (tálpidos) son muy raros o están ausentes en las cuencas del internas (Casanovas-Vilar et al., 2005, 2008a; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). Además, los insectívoros son mucho más diversos en esta cuenca, puesto que este grupo es más próspero en climas húmedos y relativamente cálidos (Furió et al., 2011b). De hecho, parece que durante todo el Mioceno, la cuenca del Vallès-Penedès muestra relaciones más estrechas con las faunas de estas regiones europeas que con las del resto de la Península Ibérica, hecho que podría indicar que el paleoambiente en el Vallès-Penedès era más húmedo y boscoso (Casanovas-Vilar et al., 2005, 2008a, 2010b; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). A su vez, esto explicaría por qué los grandes simios antropomorfos fósiles y los pliopitécidos sólo se han registrado en Cataluña y no en el resto de la península Ibérica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2010-21672/BTE y CGL2010-15047/BTE, contrato RYC-2009-04533 de D.M.A., contrato JCI-2010-08241 de I.C.-V.) y la Generalitat de Catalunya (Grup de Recerca Consolidat 2009 SGR 754 del AGAUR). El trabajo de campo en el Abocador de Can Mata fue financiado por Gespa Gestión de Residuos S.A.U.; en el Ecoparc de Can Mata por la UTE Ecoparc de Can Mata; Damos las gracias a CESPA Gestión de Residuos, S.A.U. y FOSSILIA Serveis Paleontològics i Geològics, S.L., por haber cedido fotografías de distintas excavaciones. Así mismo agradecemos a M. Garcés y L. Cabrera la cesión de algunas figuras. Así mismo, agradecemos a Meike Köhler y a Marta Palmero la cesión de algunas figuras. También queremos reconocer aquí el trabajo de todos los profesionales de PALAEOTHERIA, S.C.P. y FOSSILIA que, a lo largo de los años, han participado en la intervención paleontológica del Abocador de Can Mata, y a todo el personal del ICP y otros estudiantes y colaboradores que participaron en la campaña de Can Llobateres en 2010.

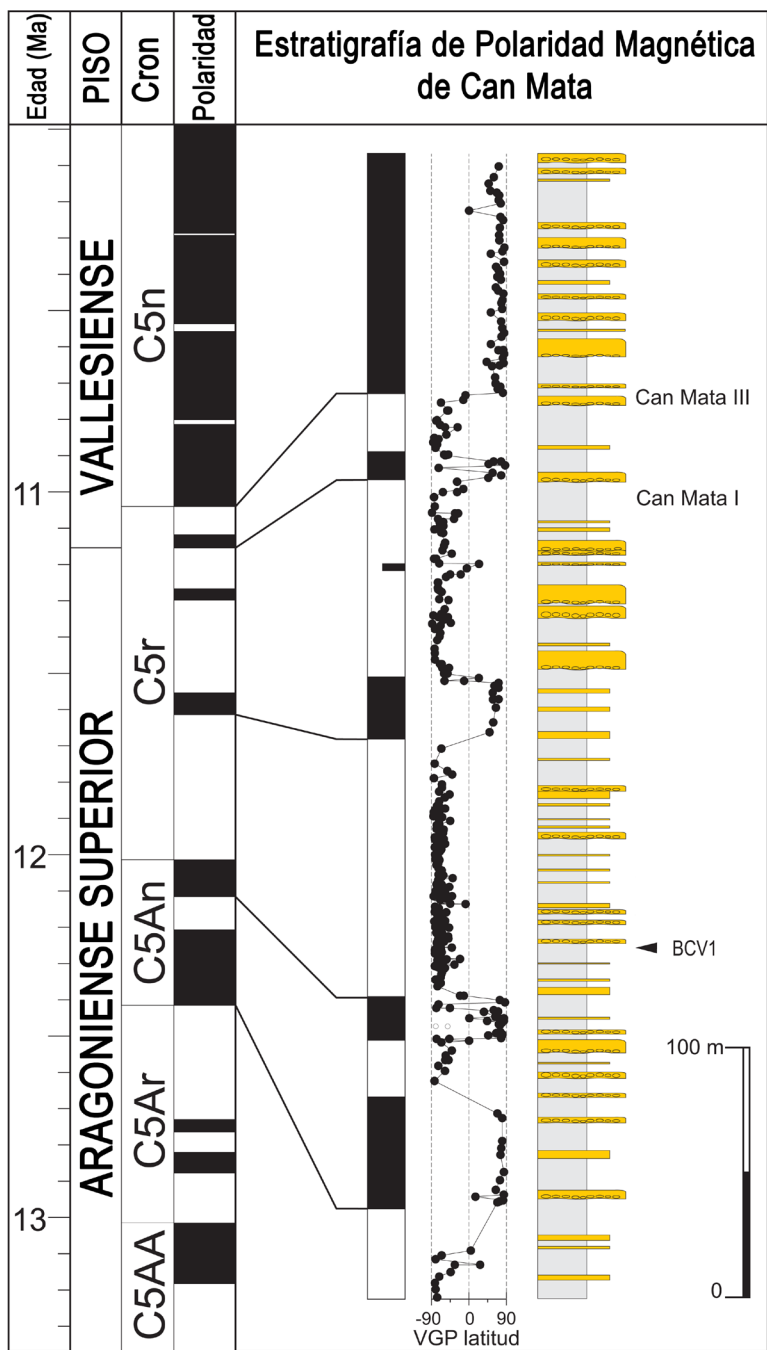


FIG. 4. Estratigrafía de polaridad magnética para la serie compuesta del ACM y la Riera de Claret, y correlación con la escala de tiempo de polaridad geomagnética calibrada astronómicamente ATNTS2004, indicando la situación de las localidades clásicas de Can Mata I y III, así como de la localidad ACM/BCV1. (Modificado a partir de Moyà-Solà et al., 2009a: Fig. 5).

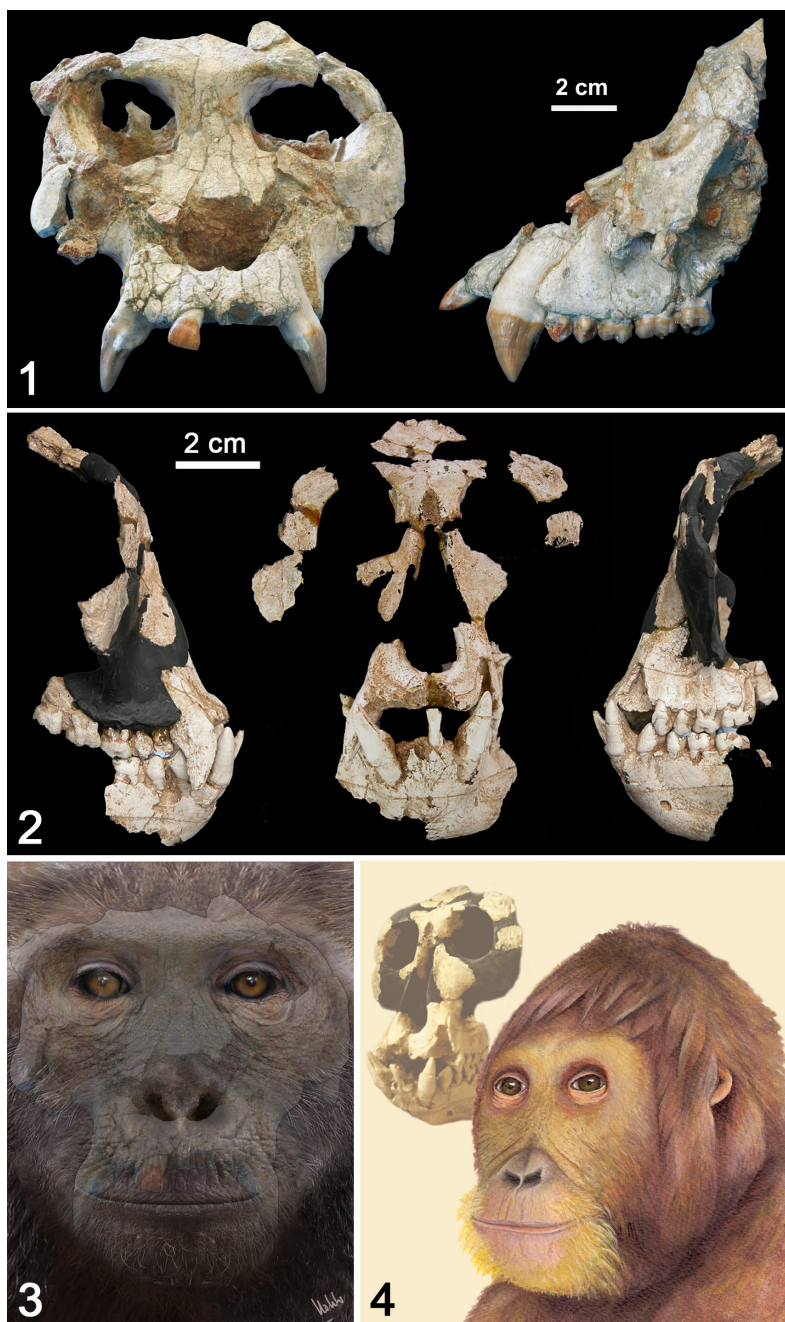


FIG. 5. Nuevos géneros de primates hominoideos fósiles definidos a partir de material del Abocador de Can Mata (ACM). 1. Cráneo de *Pierolapithecus catalaunicus* de ACM/BCV1. 2. Cráneo de *Anoiapithecus brevirostris* de ACM/C3-Aj. 3. Reconstrucción del aspecto en vida superpuesto al cráneo de *Pierolapithecus* (cortesía de Meike Köhler). 4. Reconstrucción del aspecto en vida comparado con el cráneo de *Anoiapithecus* (dibujo de Marta Palmero).

Referencias

- Agustí, J., Cabrera, L. & Moyà-Solà, S. (1985). Sinopsis estratigràfica del Neógeno de la fosa del Vallès-Penedès. *Paleontologia i Evolució* 18: 57-81.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M. & Parés, J.M. (1997). The Vallesian mammal succession in the Vallès-Penedès basin (northeast Spain): Paleomagnetic calibration and correlation with global events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 133: 149-180.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M., Krijgsman, W., Oms, O. & Parés, J.M. (2001). A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art. *Earth-Science Reviews* 52: 247-260.
- Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Robles, J.M., Rotgers, C., Furió, M., Angelone, C., Köhler, M., Garcés, M., Cabrera, L., Almécija, S. & Obradó, P. (2006a). Los vertebrados fósiles del Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, l'Anoia, Catalunya), una sucesión de localidades del Aragoniense superior (MN6 y MN7+8) de la cuenca del Vallès-Penedès. Campañas 2002-2003, 2004 y 2005. *Estudios Geológicos* 62: 295-312.
- Alba, D.M., Galindo, J., Casanovas-Vilar, I. & Moyà-Solà, S. (2006b). La intervenció paleontològica a la Nova Fase del Dipòsit Controlat de Residus de Can Mata (Els Hostalets de Pierola, Anoia): Campanya novembre 2002-agost 2003. *Tribuna d'Arqueologia* 2003-2004: 7-22.
- Alba, D.M., Galindo, J., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Moyà-Solà, S., Köhler, M., Garcés, M., Cabrera, L., Almécija, S., Rotgers, C., Furió, M. & Angelone, C. (2007). La intervenció paleontològica a la Nova Fase del Dipòsit Controlat de Can Mata (Els Hostalets de Pierola, Anoia): Campanyes 2002-2003, 2004 2005. *Tribuna d'Arqueologia* 2006: 7-33.
- Alba, D.M., Robles, J.M., Rotgers, C., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Moyà-Solà, S., Garcés, M., Cabrera, L., Furió, M., Carmona, R. & Bertó Mengual, J.V. (2009). Middle Miocene vertebrate localities from Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain): An update after the 2006-2008 field campaigns. *Paleolusitana* 1: 59-73.
- Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Malgosa, A., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Almécija, S., Galindo, J., Rotgers, C. & Bertó Mengual, J.V. (2010a). A new species of *Pliopithecus* Gervais, 1849 (Primates: Pliopithecidae) from the Middle Miocene (MN8) of Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, Catalonia, Spain). *American Journal of Physical Anthropology* 141: 52-75.
- Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Robles, J.M., Casanovas-Vilar, I., Rotgers, C., Carmona, R. & Galindo, J. (2011). Middle Miocene tragulid remains from Abocador de Can Mata: the earliest record of *Dorcatherium naui* from Western Europe. *Geobios* 44: 135-150.
- Alba, D. M., Moyà-Solà, S., Robles, J.M. & Galindo, J. (enviado). The oldest pliopithecid record in the Iberian Peninsula based on new material from the Vallès-Penedès Basin. *American Journal of Physical Anthropology*.
- Barrón, E., Rivas-Carballo, R., Postigo-Mijarra, J.M., Alcalde-Olivares, C., Vieira, M., Castor, L., Pais, J. & Valle-Hernández, M. (2010). The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: a synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology* 186(2): 382-402.
- Bataller, J.R. (1938). Els ratadors fòssils de Catalunya. Impremta de la Casa d'Assistència President Macià, Barcelona: 64 pp.
- Carmona, R., Alba, D.M., Delfino, M., Robles, J.M., Rotgers, C., Bertó Mengual, J.V., Balaguer, J., Galindo, J. & Moyà-Solà, S. (2010). Snake fossil remains from the Middle Miocene stratigraphic series of Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, Catalonia, Spain). *Cidaris* 30: 77-83.
- Carmona, R., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Furió, M., Garcés, M., Bertó Mengual, J.V., Galindo, J. & Luján, À.H. (2011). Intervención paleontológica en la serie del Mioceno Superior del Ecoparc de Can Mata (cuenca del Vallès-Penedès, NE de la península Ibérica). In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 65-74. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Casanovas-Vilar, I. (2007). The rodent assemblages from the late Aragonian and the Vallesian (Middle to Late Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 282 pp. Publicado en línea en: <http://www.cbm.uam.es/sev/Rodents.pdf>
- Casanovas-Vilar, I. & Agustí, J. (2007). Ecogeographical stability and climate forcing in the late Miocene (Vallesian) rodent record of Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 248: 169-189.
- Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Agustí, J. & Köhler, M. (2005). The geography of a faunal turnover: tracking the Vallesian Crisis. In *Migration of organisms: Climate, geography, ecology* (ed. A.T. Elewa), pp. 247-301. Heidelberg: Springer-Verlag Publishers.

- Casanovas-Vilar, I., Furió, M. & Agustí, J. (2006). Rodents, insectivores and paleoenvironment associated to the first-appearing hipparionine horses in the Vallès-Penedès Basin (Northeastern Spain). *Beiträge zur Paläontologie* 30: 89-107.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Galindo, J., Cabrera, L., Garcés, M., Furió, M., Robles, J.M., Köhler, M. & Angelone, C. (2008a). Biochronological, taphonomical and paleoenvironmental background of the fossil great ape *Pierolapithecus catalaunicus* (Primates, Hominidae). *Journal of Human Evolution* 55: 589-603.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Almécija, S., Robles, J.M., Galindo, J. & Moyà-Solà, S. (2008b). Taxonomy and paleobiology of the genus *Chalicomys* Kaup, 1832 (Rodentia, Castoridae), with the description of a new species from Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology* 28: 851-862.
- Casanovas-Vilar, I., Angelone, C., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Köhler, M. & Galindo, J. (2010a). Rodents and lagomorphs from the Middle Miocene hominoid-bearing site of Barranc de Can Vila 1 (els Hostalets de Pierola, Catalonia, Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen* 257: 297-315.
- Casanovas-Vilar, I., García-Paredes, I., Alba, D.M., van den Hoek Ostende, L. & Moyà-Solà, S. (2010b). The European Far West: Miocene mammal isolation, diversity and turnover in the Iberian Peninsula. *Journal of Biogeography* 37: 1079-1093.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Garcés, M., Robles, J.M. & Moyà-Solà, S. (2011). Updated chronology for the Miocene hominoid radiation in Western Eurasia. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 108: 5554-5559.
- Crusafont, M. (1952). La presencia del férido *Pseudaelurus tournauensis* (Hoernes) en el Mioceno de Hostalets de Pierola y Sabadell (Vallès-Penedès). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 28: 1-15.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1954). Sinopsis estratigráfico-paleontológica del Vallès-Penedès. *Arrahona* 1954: 3-15.
- Furió, M., Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Köhler, M., Galindo, J. & Alba, D.M. (2011a). Insectivores (Eulipotyphla; Mammalia) from the Middle Miocene of Barranc de Can Vila 1 (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *Geobios* 44: 199-213.
- Furió, M., Casanovas-Vilar, I. & Van den Hoek Ostende, L. (2011b). Predictable structure of Miocene insectivore (Lipotyphla) faunas in Western Europe along a latitudinal gradient. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 304: 219-229.
- Garcés, M., Agustí, J., Cabrera, L. & Parés, J.M. (1996). Magnetostratigraphy of the Vallesian (late Miocene) in the Vallès-Penedès Basin (northeast Spain). *Earth and Planetary Science Letters* 142: 381-396.
- Garcés, M., Krijgsman, W., Peláez-Campomanes, P., Álvarez Sierra, M.A. & Daams, R. (2003). *Hipparion* dispersal in Europe: Magnetostratigraphic contrasts from the Daroca area (Spain). *Coloquios de Paleontología* Vol. Ext. 1: 171-178.
- Golpe-Posse, J.M. (1974). Faunas de yacimientos con suiformes en el Terciario español. *Paleontología y Evolución* 8: 1-87.
- Hernández Fernández, M., Salesa, M.J., Sánchez, I.M. & Morales, J. (2003). Paleoeología del género *Anchitherium* von Meyer, 1834 (Equidae, Perissodactyla, Mammalia) en España: evidencias a partir de las faunas de macromamíferos. *Coloquios de Paleontología* Vol. Ext. 1: 253-280.
- Kovar-Eder, J. (2003). Vegetation dynamics in Europe during the Neogene. *Deinsea* 10: 373-392.
- Lourens, L., Hilgren, F., Schackleton, N.J., Laskar, J. & Wilson, J. (2004). The Neogene period. In *A geological time scale 2004* (eds. F.M. Gradstein, J.G. Ogg & A. Smith), pp. 409-440 Cambridge: Cambridge University Press.
- Luján, À.H., Alba, D.M., Fortuny, J., Carmona, R. & Delfino, M. (2010). Cranial remains of *Cheirogaster Bergounioux* 1935 (Testudines: Testudinidae) from the late Miocene of Ecoparc de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain). *Cidaris* 30: 163-168.
- Moyà-Solà, S., Köhler, M., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I. & Galindo, J. (2004). *Pierolapithecus catalaunicus*, a new Middle Miocene great ape from Spain. *Science* 306: 1339-1344.
- Moyà-Solà, S., Köhler, M., Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Robles, J.M., Cabrera, L., Garcés, M., Almécija, S. & Beamud, E. (2009a). First partial face and upper dentition of the Middle Miocene hominoid *Dryopithecus fontani* from Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, NE Spain): taxonomic and phylogenetic implications. *American Journal of Physical Anthropology* 139: 126-145.
- Moyà-Solà, S., Alba, D.M., Almécija, S., Casanovas-Vilar, I., Köhler, M., De Esteban-Trivigno, S., Robles, J.M., Galindo, J. & Fortuny, J. (2009b). A unique Middle Miocene European hominoid and the origins of the great ape and human clade. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 106: 9601-9606.
- Robles, J.M., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Rotgers, C., Almécija, S. & Carmona, R. (2010a). New craniodental remains of *Trocharon albanense* Major, 1903 (Carnivora, Mustelidae),

- from the Vallès-Penedès Basin (Middle to Late Miocene, Barcelona, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 547-562.
- Robles, J. M., Alba, D.M., Carmona, R., Rotgers, C., Galindo, J., Balaguer, J., Almécija, S. & Moyà-Solà, S. (2010b). Nuevos hallazgos de *Sansanosmilus jourdani* (Filhol 1883) (Carnivora: Barbourofelidae) del Mioceno medio de la serie estratigráfica del Abocador de Can Mata (cuenca del Vallès-Penedès, Barcelona, España). *Cidaris* 30: 265-271.
- Rotgers, C. & Alba, D.M. (2011). The genus *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) in the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). In *Viajando a mundos pretéritos* (A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 347-354. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Rotgers, C., Alba, D.M., Robles, J.M., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Bertó-Mengual, J.V. & Moyà-Solà (2011). A new species of *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) from the Middle Miocene of Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula). *Comptes Rendus Paleovol*: en prensa.
- Schaub, S. (1947). Los Cricetodóntidos del Vallès-Penedès. *Estudios Geológicos* 6: 55-67.
- Tomàs, M., Alba, D.M., Robles, J.M., Rotgers, C., Carmona, R., Galindo, J., Almécija, S., Bertó, J.V., Casanovas-Vilar, I., Balaguer, J. & Moyà-Solà, S. (2011). Small suoids from the Middle Miocene of Abocador de Can Mata (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula): A preliminary assessment. In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 389-398. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1941a). Los vertebrados del Mioceno continental del Vallès-Penedès (Provincia de Barcelona). I: Insectívoros. II: Carnívoros. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España* 56: 145-333.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1941b). Los vertebrados fósiles del Mioceno del Vallès-Penedès. Sabadell: Publicaciones del Museo de Sabadell. 16 pp.

PARADA 4. EL VALLESIENSE INFERIOR Y SU TRANSICIÓN CON EL VALLESIENSE SUPERIOR: CAN LLOBATERES

Alba, D.M.¹, Casanovas-Vilar, I.¹, Moyà-Solà, S.² & Robles, J.M.^{1,3}

¹Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; isaac.casanovas@icp.cat, david.alba@icp.cat

²ICREA en Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont y Unitat d'Antropologia Biològica (Dept. BABVE), Universitat Autònoma de Barcelona, Campus de la UAB s/n, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España; salvador.moya@icp.cat

³Fossilia Serveis Paleontològics i Geològics, S.L., Jaume I núm. 87, 1er, 5a, 08470 Sant Celoni, Barcelona, España; josep.robles@fossilia.com

Situación geográfica

El yacimiento paleontológico de Can Llobateres se encuentra situado en una parcela en el parque industrial de Can Roqueta, en el término municipal de Sabadell (el Vallès Occidental), pero muy cerca del límite con el municipio de Barberà del Vallès. Esta parcela, actualmente propiedad de la Generalitat de Catalunya y cedida en usufructo al Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, se encuentra justo al lado de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) del río Ripoll. Puede accederse a la parcela desde la carretera B-140 de Sabadell a Mollet, o alternativamente desde la carretera que se desvía desde la Avinguda de Can Roqueta y que circunvala la EDAR.

Antecedentes históricos

Con más de 70 especies de mamíferos registradas (véase por ejemplo Fortelius, 2011), Can Llobateres es uno de los yacimientos paleontológicos más ricos de todo el Neógeno europeo y la localidad de referencia para la biozona MN9 (Can Llobateres 1; Mein, 1975, 1999). Además, Can Llobateres goza de una gran fama a nivel internacional por el hecho de haber proporcionado los restos más completos del primate hominoideo *Hispanopithecus laietanus* (Moyà-Solà & Köhler, 1993, 1995, 1996a, b). El yacimiento fue descubierto por Miquel Crusafont y Ramon Arquer en la década de 1920 en la finca rural de Can Llobateres, durante la construcción de la carretera de Sabadell a Mollet (Crusafont, 1930, 1964; Villalta & Crusafont, 1943). Las prospecciones iniciales mostraron la presencia de restos fósiles de vertebrados y conchas de moluscos en los niveles inferiores de la serie estratigráfica de Can Llobateres, encontrándose también algunos restos en afloramientos superiores (Villalta & Crusafont, 1943). Antes de 1956, los fósiles se recuperaron en la localidad llamada Can Llobateres 1 (FIG. 1A), así como en una brecha situada unos 200 m delante de la anterior, que se descubrió durante el acondicionamiento de un camino que llevaba de la carretera a la fuente de Can Llobateres 1, y que se llamó Can Llobateres 2 (Crusafont, 1964). Entre 1956 y 1960, se recuperaron más fósiles gracias a la explotación de una cantera de arcillas, y a partir de 1958 se llevaron a cabo excavaciones paleontológicas de manera sistemática (Crusafont, 1964; FIG. 1B-C).

Debido al descubrimiento de hominoideos fósiles en Can Llobateres (Crusafont, 1958), se dedicaron grandes esfuerzos de muestreo a esta localidad. Además, la Sandoz Society compró la cantera de Can Llobateres, que fue posteriormente donada al Institut de Paleontologia M. Crusafont (Diputació de Barcelona), y final-

mente transferida a la Generalitat de Catalunya. Las colecciones clásicas de fósiles de Can Llobateres, que incluyen restos dentales de *Hispanopithecus laietanus* (Golpe-Posse, 1993; Begun et al., 1990), proceden principalmente de los niveles inferiores, denominados Can Llobateres 1 (CLL1) y correspondientes al Vallesense inferior (MN9). No fue hasta la década de 1990 cuando se recuperó un cráneo y esqueleto parciales de los niveles superiores (Moyà-Solà & Köhler, 1993, 1995, 1996a, b), denominados Can Llobateres 2 (CLL2) y situados ya en el Vallesense superior (MN10). Los niveles de CLL1 fueron excavados durante la década de 1980 y principios de 1990 (Begun et al., 1990), y los de CLL2 durante gran parte de la década de 1990. Sin embargo, desde 1998 no se llevó a cabo ninguna excavación en Can Llobateres, hasta que en el año 2010 un equipo del Institut Català de Paleontologia retomó las excavaciones, con el objetivo de hallar nuevos restos de *Hispanopithecus* pero también de recuperar datos adicionales que permitiesen contextualizar los restos encontrados desde un punto de vista tafonómico y paleoambiental (Alba et al., 2011a, b; Marmi et al., enviado). Durante la campaña de campo de 2010 (FIG. 2, 3) se acondicionó el sector E del afloramiento de CLL1 (correspondiente a las excavaciones llevadas a cabo con anterioridad), y se preparó también una superficie en el sector W (no excavado con anterioridad), para poderla excavar durante la próxima campaña 2011, que aún estaba en curso al cierre de este artículo.

Geología y estratigrafía

La sección de Can Llobateres, que comprende tanto CLL1 como CLL2, tiene una potencia aproximada de unos 20 m (Moyà-Solà & Köhler, 1996b; Agustí et al., 1996, 1997). Los sedimentos corresponden a la parte distal/marginal de una llanura aluvial canalizada, relacionada con el sistema de abanico aluvial de Castellar del Vallès (Garcés, 1995; Agustí et al., 1996, 1997), que Begun et al. (1990) atribuyeron a varios “ciclos fluviales”. Las características litológicas y sedimentológicas de la parte inferior de la secuencia indican un ambiente deposicional poco drenado con un nivel freático alto, que habría favorecido el desarrollo de charcas y pequeños lagos someros, tal y como indica la presencia de materia orgánica y conchas de moluscos, así como la dominancia de coloraciones negruzcas o gris-verdosas en los depósitos de lutitas (Agustí et al., 1996). Por el contrario, la parte superior de la secuencia de Can Llobateres se caracteriza por colo-

raciones más marrones y rojizas por lo que a los sedimentos finos se refiere, lo cual indica una tendencia a un nivel freático más bajo, que habría favorecido el desarrollo de condiciones más expuestas y oxidantes (Agustí et al., 1996).

En CLL1, los sedimentos miocenos buzan ligeramente hacia el N-NE y están cubiertos por sedimentos fluviales cuaternarios de espesor variable. Toda la sección de Can Llobateres está afectada por una falla normal de orientación O-NO (Moyà-Solà & Köhler, 1996b; Alba et al., 2011b; Marmi et al., enviado), la cual presenta un pequeño salto inferior a 1 m (FIG. 4). Los principales niveles fosilíferos de CLL1 comprenden un tramo de 1,5 m de espesor en la parte inferior de la serie (Begun et al., 1990). Los afloramientos clásicos excavados en CLL1 aparentemente corresponden exclusivamente al bloque inferior de la falla (situado hacia el E). Durante las campañas 2010 y 2011 se han empezado a excavar también sedimentos situados en el bloque superior (al O).

Villalta y Crusafont (1943: fig. 1) publicaron un primer corte estratigráfico, muy preliminar, de Can Llobateres, que correspondería a las capas inferiores. Posteriormente, Begun et al. (1990: fig. 2) publicaron un corte más detallado de CLL1, distinguiendo tres capas fosilíferas principales, así como diversos depósitos adicionales de canal. Alba et al. (2011a) y Marmi et al. (enviado) describen de una manera más detallada la estratigrafía de CLL1, distinguiendo varios niveles y subniveles (FIG. 4). Éstos comprenden básicamente un primer tramo lutítico con niveles ricos en microvertebrados y conchas de moluscos y con algunos restos de macrovertebrados (CLL1.0, CLL1.1a, CLL1.1b, CLL1.2, CLL1.3a, CLL1.3b). El segundo tramo está compuesto por lutitas con más carga terrígena (CLL1.4b), prácticamente sin restos de vertebrados pero que incluyen algunos niveles discontinuos que han proporcionado restos de macroflora (CLL1.4p), así como depósitos de canal (CLL1.4a) que erosionan los niveles inferiores y que pueden contener restos de vertebrados algo rodados.

Cronología

La secuencia estratigráfica local de Can Llobateres registra la transición entre el Vallesense inferior y el superior (entre la MN9 y la MN10) (Garcés, 1995; Garcés et al., 1996; Agustí et al., 1996, 1997, 2001). La asociación de micromamíferos de CLL1 se caracteriza por la abundancia de cricétidos, situándose

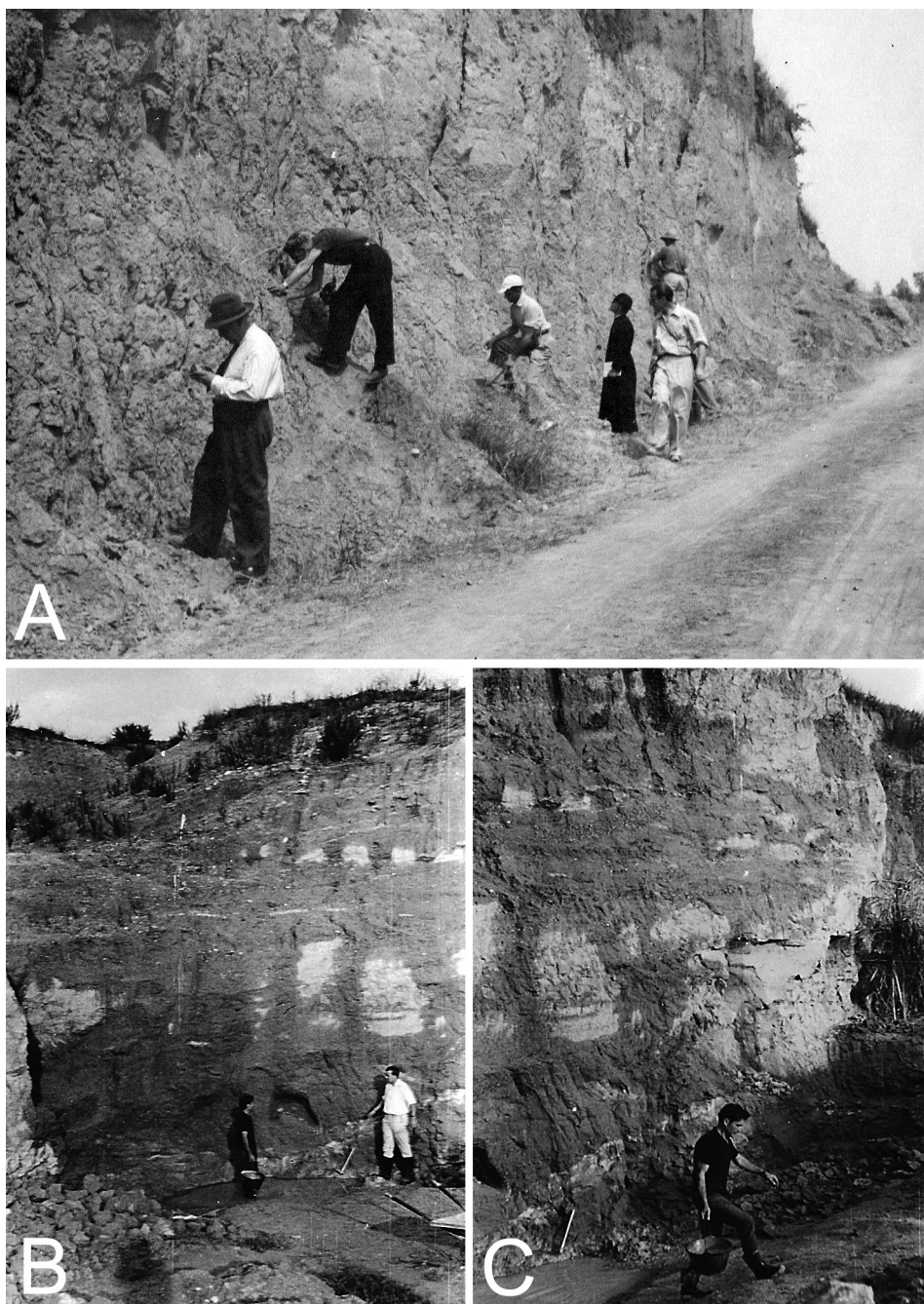


FIG. 1. Fotografías históricas de Can Llobateres 1 (CLL1): A, Miquel Crusafont y otros paleontólogos durante una visita al afloramiento de Can Llobateres en los Cursos Internacionales de Paleontología, alrededor de 1954; B-C, Excavaciones en CLL1 durante la década de 1960, donde puede verse a Narciso Sánchez (vestido de oscuro) y Burkhardt Engesser (vestido de blanco). Fotografías cortesía del Arxiu Miquel Crusafont – Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (A), y B. Engesser (B-C). (Reproducido a partir de Alba et al., 2011a).

dentro de la zona de rango local de *Cricetulodon sabadellensis* (Casanovas-Vilar et al., 2011; véase FIG. 1 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen), aunque junto con ellos ya se encuentran los primeros múridos del género *Progonomys*, siendo extremadamente escasos (un par de molares sobre un total de casi 900 correspondientes al resto de roedores). En CLL2, *Progonomys* es notablemente más común, y por ello se correlaciona con la siguiente biozona local, la zona de intervalo de *Rotundomys montisrotundi* + *Progonomys* (Agustí et al., 1996, 1997, 2001; Casanovas-Vilar, 2007; Casanovas-Vilar et al., 2011; Pineda-Muñoz, 2011; véase FIG. 1 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen). Además, en base a datos magnetoestratigráficos (Garcés et al., 1996; Agustí et al., 1996, 1997), la serie de Can Llobateres se ha correlacionado con la sección mucho más larga de Les Fonts (véase FIG. 4 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen). En concreto, CLL1 se correlaciona con el cron C4Ar.3r, mientras que CLL2 se correlaciona con la base del cron C4Ar.2r, resultando en unas edades estimadas de 9,72 Ma y 9,65 Ma, respectivamente (Casanovas-Vilar et al., 2011).

Fauna

Además de moluscos terrestres y de agua dulce (Alba et al., 2011b; FIG. 3.2, 3.3), en CLL1 encontramos una gran diversidad de vertebrados terrestres, que incluyen herpetofauna variada y, sobre todo, mamíferos (Crusafont, 1958, 1959, 1964; Crusafont & Truyols, 1951, 1960; Crusafont & Hürzeler, 1961, 1969; Crusafont & Golpe-Posse, 1971; Hartenberger, 1965, 1966; Hartenberger & Thaler, 1963; Petter, 1967, 1976; Golpe-Posse, 1980, 1982, 1993; Agustí, 1981; Moyà-Solà & Köhler, 1993, 1995, 1996a, b; Agustí et al., 1996; Robles et al., 2010; Alba et al., 2010b). Por lo que a los macromamíferos se refiere (TABLA 1), la fauna de Can Llobateres está dominada por el équido *Hippotherium* (FIG. 3.1), cuatro especies de rinocerótidos, cuatro suidos y varias especies de rumiantes (tragúlidos, mósquidos, cérvidos, bóvidos y jiráfidos), además de una gran diversidad de carnívoros (amficiónidos, félidos, hiénidos, ailúridos, barbourófélidos, úrsidos, vivérridos y una gran diversidad de mustélidos), y el homínido fósil *Hispanopithecus laietanus* (FIG. 5). Destaca la presencia de algunos inmigrantes del Vallesiense, como el félido dientes de sable *Machairodus* y el úrsido *Indarctos*, junto con taxones más arcaicos y típi-

cos del Mioceno Medio, como el falso dientes de sable *Sansanosmilus*. En cuanto a los micromamíferos, la diversidad de especies es muy notable. Entre los roedores existen hasta tres especies de ardillas (una terrestre, *Spermophilinus bredai*, y dos voladoras, *Miopetaurista crusafonti*; véase FIG. 3.19 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen; y *Albanensia grimmii*); dos de castores de tamaños notablemente distintos (*Euroxenomys minutus*; véase FIG. 3.20 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen; *Chalicomys jaegeri*); diversas especies de lirones arbóricolas (correspondientes a los géneros *Paraglis*, *Muscardinus*, *Myoglis*, *Paraglrulus* y *Glirulus*); dos especies de eómidos de pequeño tamaño (*Eomyops catalaunicus* y *Keramidomys pertesunatoi*); un anomalómido; los cricetodóntidos de los géneros *Hispanomys*, *Megacricetodon* y *Democricetodon*; el paracricetodóntido *Eumyarion leemanni* (véase FIG. 3.13, 3.14 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen); el cricétido *Cricetulodon sabadellensis*; y por último los escasos restos del múrido *Progonomys* (Hartenberger, 1965, 1966; Hartenberger & Thaler, 1963; Agustí, 1981; Agustí et al., 1984, 1997; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). La asociación de roedores está dominada por *Cricetulodon* y en menor medida por *Eumyarion*, aunque los castores de pequeño tamaño del género *Euroxenomys* son particularmente abundantes. Cabe destacar que en Can Llobateres 1 se registran por última vez algunos géneros de roedores característicos de las faunas del Aragoniense, tales como *Megacricetodon*, *Democricetodon* y *Eumyarion*. Por otra parte, hacen su primera aparición los múridos, que caracterizarán las faunas del Vallesiense superior de la Península Ibérica. El resto de micromamíferos comprenden dos especies de lagomorfos y diversos insectívoros, que incluyen tálpidos (*Talpa vallesensis*), sorícidos (*Crusafontina endemica*), heterosorícidos (*Dinosorex*; véase FIG. 3.2, 3.3 en Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen) y erinaceidos (*Postpalerinaceus*, *Lantanotherium* y *Galerix*). La microfauna de CLL2 no ha sido estudiada con detalle, aunque se puede afirmar que es mucho menos diversa, si bien este hecho puede atribuirse, al menos en parte, a un menor esfuerzo de muestreo. Por lo que a los roedores se refiere, incluyen *Cricetulodon* (o *Rotundomys*), *Hispanomys* y *Progonomys* además de algunas especies de esciúridos. Hasta el momento no se han recuperado restos de lirones, castores, anomalómidos o eómidos. Además, parecen haber desaparecido *Democricetodon*, *Megacricetodon* y *Eumyarion* (Isaac Casanovas-Vilar, datos inéditos).



FIG. 2. Vistas del yacimiento de Can Llobateres 1 (CLL1) a finales de la campaña 2010; A, Detalle del afloramiento; B, Vista general del yacimiento. (Modificado a partir de Alba et al., 2011a).

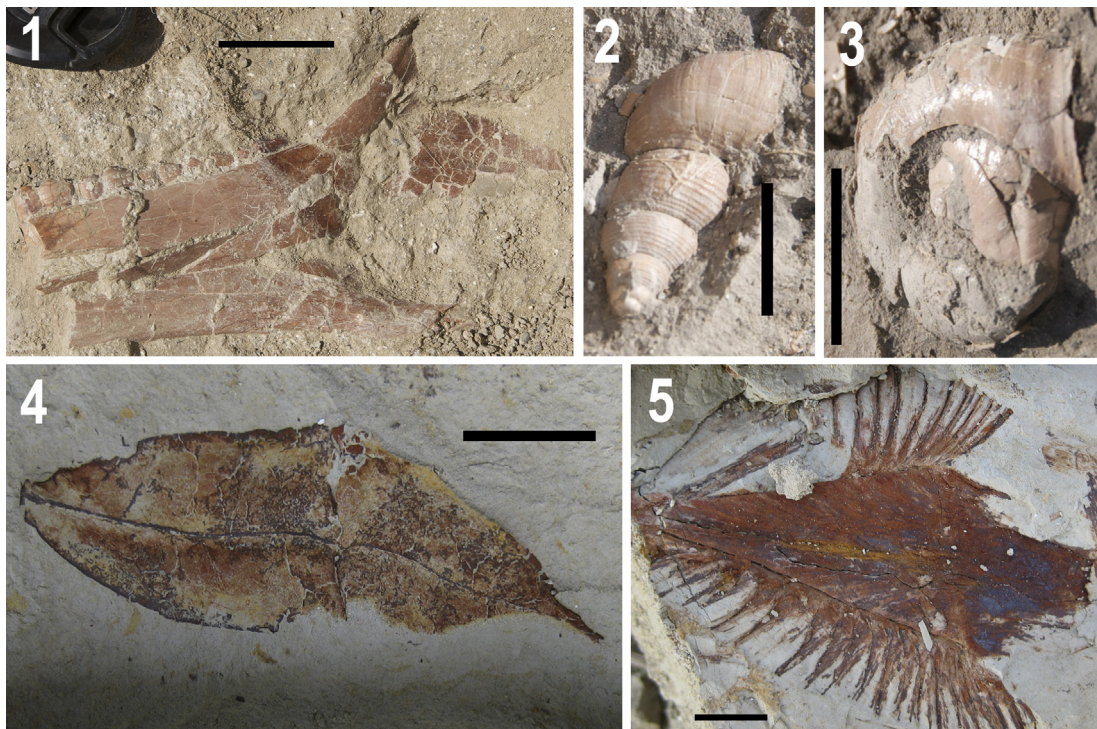


FIG. 3. Fotografías de los trabajos paleontológicos llevados a cabo y algunos fósiles recuperados durante la campaña 2010 en Can Llobateres 1 (CLL1). 1. Mandíbula parcial de *Hippotherium primigenium* de CLL1.4a (escala = 5 cm). 2. Gasterópodo terrestre (Pomatiidae) procedente de CLL1.2 (escala = 1 cm). 3. Gasterópodo terrestre (Helicoidea) procedente de CLL1.2 (escala = 1 cm). 4. Hoja de una laurácea (cf. *Cinnamomum*) procedente de CLL1.4p (escala = 1 cm). 5. Fragmento de una hoja costapalmada (cf. *Sabal*) procedente de CLL1.4p (escala = 1 cm). (Modificado a partir de Alba et al., 2011a).

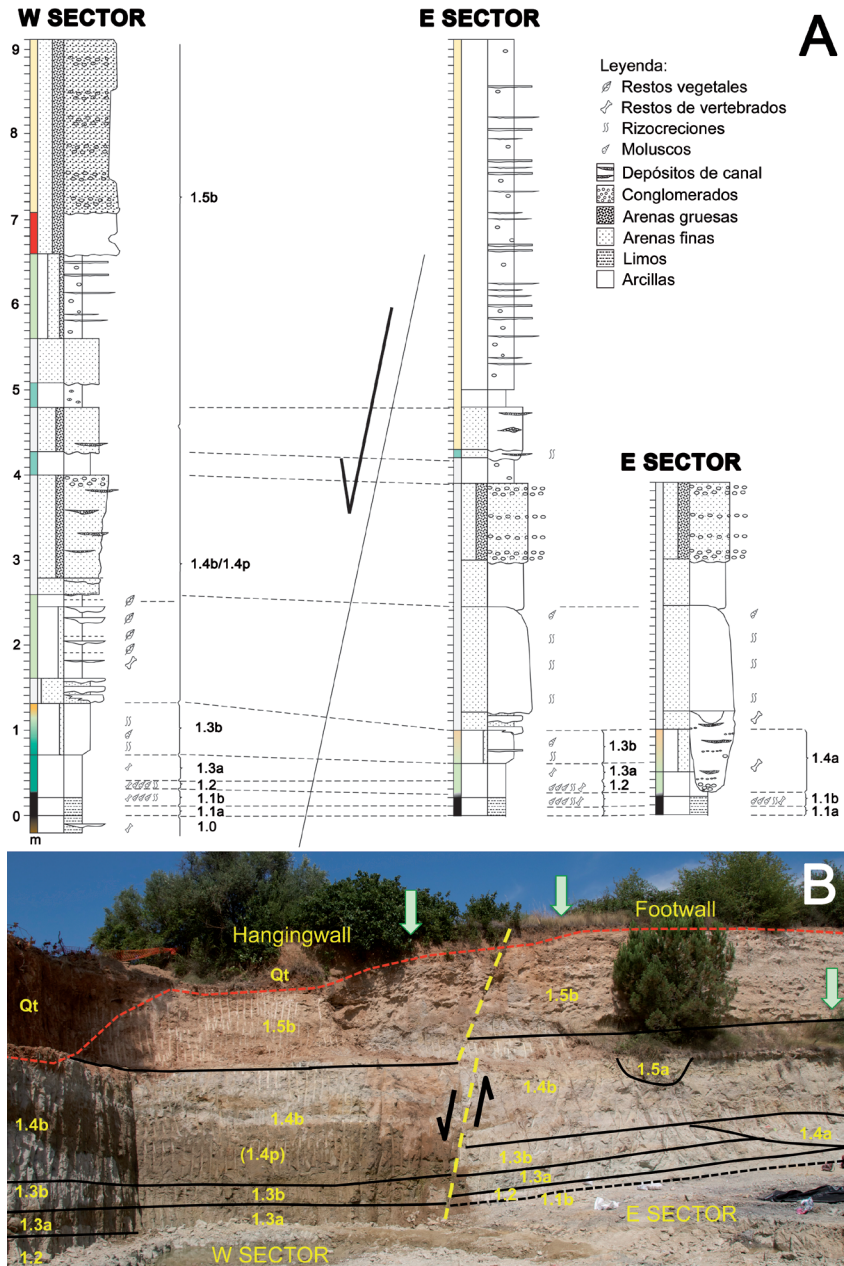


FIG. 4. A, Perfiles estratigráficos de la sección de Can Llobateres 1 (CLL1), indicando las distintas capas y niveles fosilíferos definidos por Alba et al. (2011a) y Marmi et al. (enviado); B, Fotografía del afloramiento de CLL1 a finales de la campaña 2010, mostrando superpuestos los límites de las distintas capas, así como la situación de la falla que afecta a toda la sección estratigráfica de Can Llobateres. Las flechas en (B) indican a qué altura corresponden aproximadamente los tres perfiles reproducidos en (A). (Modificado a partir de Marmi et al., enviado).

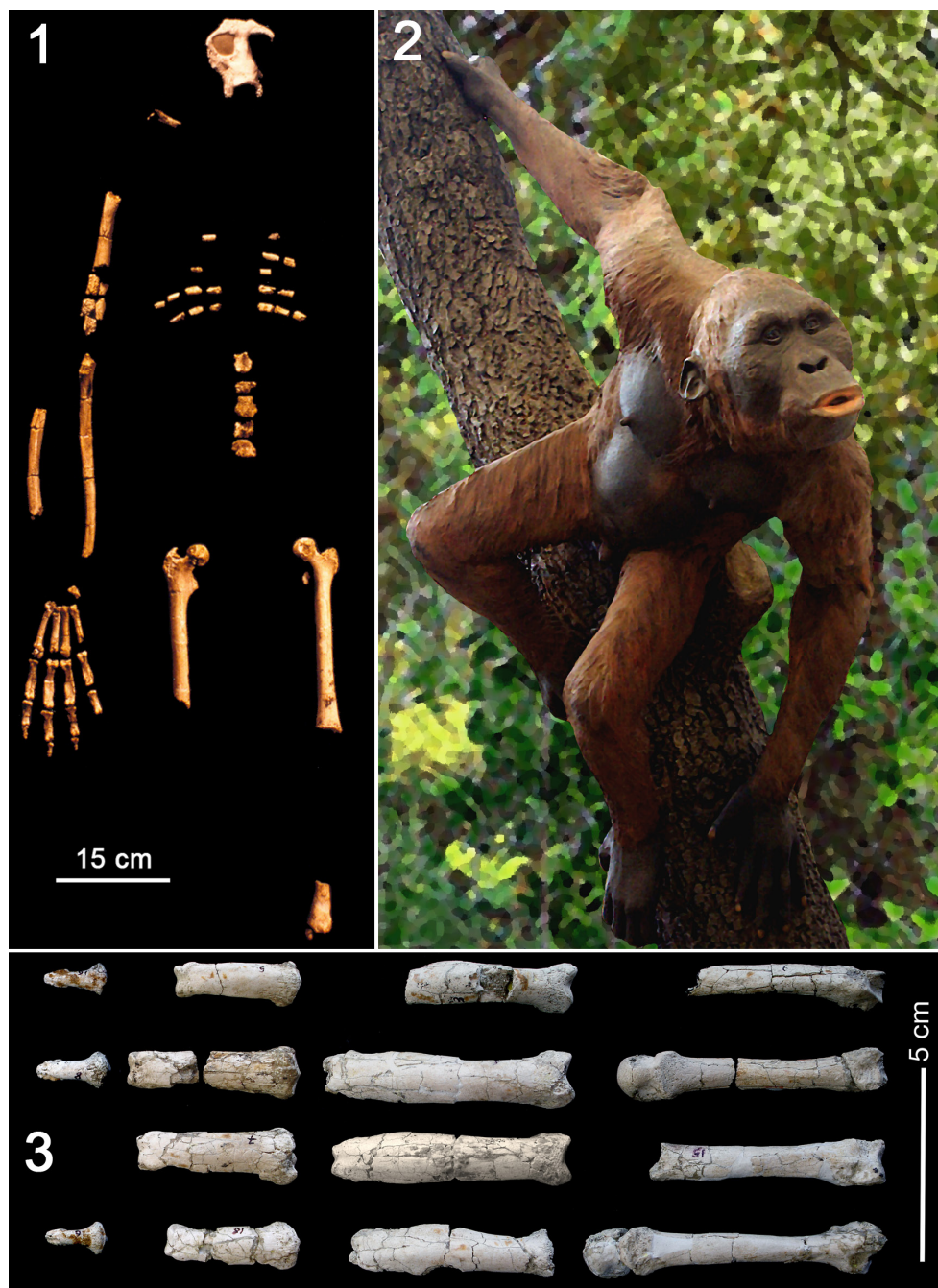


FIG. 5. 1. Cráneo (IPS18000) y esqueleto (IPS18800) parciales de un mismo individuo de *Hispanopithecus laietanus* de Can Llobateres 2 (CLL2). 2. Reconstrucción del aspecto en vida de *Hispanopithecus laietanus*. 3. Detalle de los huesos largos de la mano de IPS18800 en vista dorsal (cortesía de Sergio Almécija).

Orden Rodentia

Eumyarion leemanni
Cricetulodon sabadellensis
Rotundomys sp.
Hispanomys thaleri
Megacricetodon minor debruijini
Progonomys sp.
Anomalomys gaillardi
Keramidomys pertesunatoi
Eomyops catalaunicus
Paraglis astaracensis
Muscardinus vallesiensis
Muscardinus hispanicus
Myoglis meini
Glirulus lissiensis
Paraglrulus werenfelsi
Albanensia grimmi
Miopetaurista crusafonti
Spermophilinus bredai
Chalicomys jaegeri
Euroxenomys minutus

Orden Lagomorpha

Prolagus crusafonti
Eurolagus fontannesi

Orden Carnivora

Agnotherium antiquus
Amphicyon major
Pseudarctos sp.
Thaumastocyon dirus
Simocyon Simpson
Circamustela dechaseauxi
Hoplictis petteri
Marcetia santigae
Martes mellibulla
Martes munki
Mesomephitis medius
Paralutra sp.
Plesiogulo sp.
Promephitis pristinidens
Sabadellictis crusafonti
Taxodon sansaniensis
Trocharion albanense
Trochictis narciso
Semigenetta ripoli
Sansanosmilus jourdani
Indarctos vireti
Ursavus brevirohinus
Ursavus primaevus
Protictitherium crassum
Protictitherium gaillardi
Machairodus aphanistus

TABLA 1. (Continúa en página siguiente). Lista faunística de los mamíferos de Can Llobateres 1, actualizada a partir de Agustí et al. (1997) y Fortelius (2011).

Orden Insectivora

Crusafontina endemica

Crusafontina exultus

Talpa vallesiensis

Lantanotherium sanmigueli

Parasorex socialis

Postpalerinaceus vireti

Dinosorex sansaniensis

Plesiodymulus chantrei

Orden Perissodactyla

Anisodon grande

Chalicotherium goldfussi

Hippotherium primigenium catalaunicum

Alicornops simorreensis

Aceratherium incisivum

Dihoplus schleiermacheri

Lartetotherium sansaniensis

Tapirus priscus

Orden Proboscidea

Deinotherium giganteum

Tetralophodon longirostris

Orden Artiodactyla

Listriodon splendens

Conohyus steinheimensis

Propotamochoerus palaeochoerus

Parachleuastochoerus crusafonti

Dorcatherium naui naui

Micromeryx flourensianus

Miotragocerus pannoniae

Protragocerus chantrei

Amphiprox anocerus

Palaeotragus sp.

Orden Primates

Hispanopithecus laietanus

TABLA 1. (Viene de página anterior). Lista faunística de los mamíferos de Can Llobateres 1, actualizada a partir de Agustí et al. (1997) y Fortelius (2011).

Paleoambiente

En base a los datos paleobotánicos de que se disponía en la década de 1990, se llevaron a cabo algunas inferencias paleoambientales sobre Can Llobateres (Sanz de Siria Catalán, 1993, 1994; Begun et al., 1990). Los restos disponibles, sin embargo, no fueron descritos con detalle, exceptuando los higos fósiles (Álvarez Ramis, 1975). Por el contrario, la macroflora recuperada durante la campaña 2010, procedente del nivel CLL1.4p, ha sido descrita recientemente, permitiendo llevar a cabo una serie de inferencias paleoambientales mucho más detalladas (Alba et al., 2011b; Marmi et al., enviado). Según este estudio, la asociación de plantas de CLL1.4p, junto con los higos procedentes de niveles inferiores, indica la presencia de áreas pantanosas con abundantes cañas (*Typha*, *Phragmites*), palmeras (cf. *Sabal*; FIG. 3.5), lauráceas (cf. *Cinnamomum*; FIG. 3.4) de hoja perenne y ficus arbóreos (*Ficus* sp.) en las cercanías del área de depósito. Este paleoambiente sería consistente con la fauna de mamíferos, que muestra una prevalencia de ambientes forestales húmedos (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007; Morales et al., 1999), aunque también habrían existido zonas arboladas más abiertas lejos de las zonas húmedas (Casanovas-Vilar & Agustí, 2007). La presencia de taxones mega-mesotérmicos, junto con la ausencia de elementos deciduos, es consistente con un clima subtropical a templado-cálido. Por otro lado, datos de otros yacimientos de la misma área y cuencas cercanas muestran que la vegetación zonal consistía en bosques mixtos templado-cálidos, con lauráceas y leguminosas arborescentes y arbustivas de hoja perenne, así como una proporción significativa de elementos de hoja caduca (véase Registro Continental, Casanovas-Vilar et al., este volumen). Los taxones con afinidades tropicales y subtropicales, como el primate hominoideo *Hispanopithecus*, habrían preferido las áreas húmedas de las zonas bajas, donde habrían encontrado frutos durante todo el año. Este tipo de hábitat, representado en Can Llobateres, habría sido relativamente común durante el Vallesiense inferior, definiendo un ambiente en mosaico. A partir del Vallesiense supe-

rior, los elementos tropicales y subtropicales habrían desaparecido, conduciendo a la dominancia de árboles caducifolios incluso en las zonas húmedas (Alba et al., 2011a, b; Marmi et al., enviado), lo cual en última instancia habría conducido a la extinción de los primates hominoideos y otros taxones en la cuenca del Vallès-Penedès y otras zonas de Europa occidental (Agustí et al., 2003; Casanovas-Vilar et al., 2005, 2010).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación (CGL2010-21672/BTE y CGL2010-15047/BTE, contrato RYC-2009-04533 de D.M.A., contrato JCI-2010-08241 de I.C.-V.) y la Generalitat de Catalunya (Grup de Recerca Consolidat 2009 SGR 754 del AGAUR). El trabajo de campo en Can Llobateres fue financiado por la National Geographic Foundation (beca 8750-10), la Generalitat de Catalunya (subvención 61636/2010) y el Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto CGL2008-00325/BTE). Damos las gracias a B. Engesser y a S. Almécija por haber cedido fotografías de las excavaciones. También queremos reconocer aquí el trabajo de todo el personal del ICP y otros estudiantes y colaboradores que participaron en la campaña de Can Llobateres en 2010.

Referencias

- Agustí, J. (1981). Roedores miomorfos del Neógeno de Cataluña. Tesis Doctoral (inédita), Universitat de Barcelona, 288 pp.
- Agustí, J., Moyà-Solà, S. & Gibert, J. (1984). Mammal distribution dynamics in the eastern margin of the Iberian Peninsula during the Miocene. *Paléobiologie Continentale* 14: 33-46.
- Agustí, J., Köhler, M., Moyà-Solà, S., Cabrera, L., Garcés, M. & Parés, J.M. (1996). Can Llobateres: the pattern and timing of the Vallesian hominoid radiation reconsidered. *Journal of Human Evolution* 31: 143-155.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M. & Parés, J.M. (1997). The Vallesian mammal succession in the Vallès-Penedès

- basin (northeast Spain): Paleomagnetic calibration and correlation with global events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 133: 149-180.
- Agustí, J., Cabrera, L., Garcés, M., Krijgsman, W., Oms, O. & Parés, J.M. (2001). A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art. *Earth-Science Reviews* 52: 247-260.
- Agustí, J., Sanz de Siria, A. & Garcés, M. (2003). Explaining the end of the hominoid experiment in Europe. *Journal of Human Evolution* 45: 145-153.
- Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Alméjida, S., Robles, J.M. & Marmi, J.M. (2011a). New excavations at the Late Miocene hominoid-bearing locality of Can Llobateres 1 (Vallès-Penedès Basin, Catalonia, Spain): Preliminary results [Abstract]. *American Journal of Physical Anthropology* 144 Suppl. 52: 73.
- Alba, D.M., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Marmi, J. & Moyà-Solà, S. (2011b). New paleontological excavations at the Late Miocene site of Can Llobateres 1 (Vallès-Penedès Basin, NE Iberian Peninsula): preliminary results of the 2010 campaign. In *Viajando a mundos pretéritos* (eds. A. Pérez-García, F. Gascó, J.M. Gasulla & F. Escaso), pp. 35-43. Morella: Ayuntamiento de Morella.
- Álvarez Ramis, C. (1975). Quelques considerations écologiques sur le gisement Vallésien de Can Llobateres (Barcelone, Espagne). In *Comptes Rendus du 100e Congrès National des Sociétés Savantes, Paris*, pp. 11-16.
- Begun, D.R., Moyà-Solà S. & Köhler, M. (1990). New Miocene hominoid specimens from Can Llobateres (Vallès Penedès, Spain) and their geological and paleoecological context. *Journal of Human Evolution* 19: 255-268.
- Casanovas-Vilar, I. (2007). The rodent assemblages from the late Aragonian and the Vallesian (Middle to Late Miocene) of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain). Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 282 pp. Publicado en línea en: <http://www.cbm.uam.es/sev/Rodents.pdf>
- Casanovas-Vilar, I. & Agustí, J. (2007). Ecogeographical stability and climate forcing in the late Miocene (Vallesian) rodent record of Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 248: 169-189.
- Casanovas-Vilar, I., Moyà-Solà, S., Agustí, J. & Köhler, M. (2005). The geography of a faunal turnover: tracking the Vallesian Crisis. In *Migration of organisms: Climate, geography, ecology* (ed. A.T. Elewa), pp. 247-301. Heidelberg: Springer-Verlag Publishers.
- Casanovas-Vilar, I., García-Paredes, I., Alba, D.M., van den Hoek Ostende, L. & Moyà-Solà, S. (2010). The European Far West: Miocene mammal isolation, diversity and turnover in the Iberian Peninsula. *Journal of Biogeography* 37: 1079-1093.
- Casanovas-Vilar, I., Alba, D.M., Garcés, M., Robles, J.M. & Moyà-Solà, S. (2011). Updated chronology for the Miocene hominoid radiation in Western Eurasia. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* 108: 5554-5559.
- Crusafont, M. (1930). El nou jaciment fòssilífer de Can Llobateres. *Butlletí del Centre Excursionista "Sabadell"* 2: 13.
- Crusafont, M. (1958). Nuevo hallazgo del póngido vallesiense *Hispanopithecus*. *Boletín Informativo del Instituto de Paleontología de Sabadell* 13-14: 37-41, 6-8.
- Crusafont, M. (1959). Primer hallazgo en España del género "*Ursavus*" (carnívora, ursidae). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 55: 137-144.
- Crusafont, M. (1964). La biota de Can Llobateres (Sabadell) y su significación biológica. *Cursillos y Conferencias del Instituto "Lucas Mallada"* 9: 177-179.
- Crusafont, M. & Golpe-Posse, J.M. (1971). Biozonation des Mammifères néogènes d'Espagne. In *V Congrès du Néogène Méditerranéen, Lyon 1971. Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières* 78: 121-129.
- Crusafont, M. & Hürzeler, J. (1961). Les Pongidés fossiles d'Espagne. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* 252: 582-584.
- Crusafont, M. & Hürzeler, J. (1969). Catálogo comentado de los póngidos fósiles de España. *Acta Geológica Hispánica* 4: 44-48.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1951). Hallazgo del *Plesiodimylus chantrei* Gaillard en el Meditico del Vallès. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 22: 1-30.
- Crusafont, M. & Truyols, J. (1960). Sobre la caracterización del Vallesiense. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España* 60: 109-126.
- Fortelius, M. (coordinator) (2011). Neogene of the Old World Database of Fossil Mammals (NOW). University of Helsinki. <http://www.helsinki.fi/science/now/>
- Garcés, M. (1995). Magnetoestratigrafía de las suciesiones del Mioceno Medio y Superior del Vallès Occidental (Depresión del Vallès-Penedès, N.E. de España): Implicaciones biocronológicas y cronoestratigráficas. Tesis doctoral (inérita), Universitat de Barcelona. 337 pp.
- Garcés, M., Agustí, J., Cabrera, L. & Parés, J.M. (1996). Magnetostratigraphy of the Vallesian (late Miocene) in the Vallès-Penedès Basin (northeast Spain). *Earth and Planetary Science Letters* 142: 381-396.
- Golpe-Posse, J.M. (1980). Consideraciones sobre la dentición de *Tapirus priscus* Kaup de Can Llobateres (Vallesiense Medio). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 12: 51-61.

- Golpe-Posse, J.M. (1982). Los Hispanopithecus (Primates, Pongidae) de los yacimientos del Vallès-Penedès (Cataluña, España). I: material ya descrito. *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell* 14: 63-69.
- Golpe-Posse, J.M. (1993). Los hispanopithecus (Primates, Pongidae) de los yacimientos del Vallès-Penedès (Cataluña, España). II. Descripción del material existente en el Instituto de Paleontología de Sabadell. *Paleontologia i Evolució* 26-27: 151-224.
- Hartenberger, J.-L. (1965). Les Cricetidae (Rodentia) de Can Llobateres (Néogène d'Espagne). *Bulletin de la Société géologique de France* 7: 487-498.
- Hartenberger, J.-L. (1966). Les rongeurs du Vallésien (Miocène supérieur) de Can Llobateres (Sabadell, Espagne): Gliridae et Eomyidae. *Bulletin de la Société géologique de France* 8: 596-604.
- Hartenberger, J.-L. & Thaler, L. (1963). Sur les rongeurs fossils du Vallésien (Miocène supérieur) de Can Llobateres (Sabadell, Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 256: 3333-3336.
- Marmi, J., Casanovas-Vilar, I., Robles, J.M., Moyà-Solà, S. & Alba, D.M. (enviado). The paleoenvironment of *Hispanopithecus laietanus* as revealed by paleobotanical evidence from the Late Miocene of Can Llobateres 1 (Catalonia, Spain). *Journal of Human Evolution*.
- Mein, P. (1975). Resultats du Groupe de Travail des Vertébrés. *Report on Activity of the RCMNS Working Groups (1971-1975)*, Bratislava, pp. 78-81.
- Mein, P. (1999). European Miocene mammal chronology. In *The Miocene Land Mammals of Europe* (eds. G.E. Rössner & K. Heissig), pp. 25-38. Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Morales, J., Nieto, M., Köhler, M. & Moyà-Solà, S. (1999). Large mammals from the Vallesian of Spain. In *Hominoid evolution and climatic change in Europe. Vol. 1: The evolution of Neogene terrestrial ecosystems in Europe* (eds. J. Agustí, L. Rook & P. Andrews), pp. 113-116. Cambridge: Cambridge University Press.
- Moyà-Solà, S. & Köhler, M. (1993). Recent discoveries of *Dryopithecus* shed new light on evolution of great apes. *Nature* 365: 543-545.
- Moyà-Solà, S. & Köhler, M. (1995). New partial cranium of *Dryopithecus* Lartet, 1863 (Hominoidea, Primates) from the upper Miocene of Can Llobateres, Barcelona, Spain. *Journal of Human Evolution* 29: 101-139.
- Moyà-Solà, S. & Köhler, M. (1996a). A *Dryopithecus* skeleton and the origins of great-ape locomotion. *Nature* 379: 156-159.
- Moyà-Solà, S. & Köhler, M. (1996b). El jaciment paleontològic de Can Llobateres (Sabadell, Vallès Occidental) i les noves restes de *Dryopithecus*. *Tribuna d'Arqueologia* 1994-1995: 7-25.
- Petter, G. (1967). Mustélidés nouveaux du Vallésien de Catalogne. *Annales de Paléontologie* 53: 93-113.
- Petter, G. (1976). Étude d'un nouvel ensemble de petits carnivores du Miocène d'Espagne. *Géologie Méditerranéenne* 3: 135-154.
- Pineda-Muñoz, S. (2011). *Rotundomys montisrotundi* (Cricetidae, Rodentia) from Rubí-Terrassa highway km 7 site (Vallès-Penedès basin, Catalonia). Biostratigraphical and paleoecological implications. Trabajo de máster inédito, Institut Català de Paleontologia, Universitat Autònoma de Barcelona. 37 pp.
- Robles, J.M., Alba, D.M., Moyà-Solà, S., Casanovas-Vilar, I., Galindo, J., Rotgers, C., Almécija, S. & Carmona, R. (2010). New craniodental remains of *Trocharion albanense* Major, 1903 (Carnivora, Mustelidae), from the Vallès-Penedès Basin (Middle to Late Miocene, Barcelona, Spain). *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 547-562.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1993). Datos sobre la paleoclimatología y paleoecología del Neógeno del Vallès-Penedès según las macrofloras halladas en la cuenca y zonas próximas. *Paleontologia i Evolució* 26-27: 281-289.
- Sanz de Siria Catalán, A. (1994). La evolución de las paleofloras en las cuencas cenozoicas catalanas. *Acta Geológica Hispánica* 29: 169-189.
- Villalta, J.F. & Crusafont, M. (1943). Tres nuevas localidades de mamíferos del Pontiense del Vallès-Penedès (Provincia de Barcelona). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 41: 215-222.

ÍNDICE DE AUTORES

A

ALBA, D.M. 55, 81, 95,
111

C

CASANOVAS-VILAR, I. 39, 55, 81,
95, 111

D

DE GIBERT, J.M. 39, 47, 89
DOMÈNECH, R. 47, 89

E

ESTRADA, R. 11

G

GALOBART, À. 11, 27

M

MALCHUS, N. 11
MARMI, J. 11
MARTINELL, J. 47, 89
MOYÀ-SOLÀ, S. 55, 81, 95,
111

O

OMS, O. 3, 11, 35

P

PONS, J.M. 35

R

RIERA, V. 3, 11, 35
ROBLES, J.M. 55, 95, 111

S

SELLÉS, A. G. 27

V

VICENS, E. 3, 35
VILA, B. 11, 27



Institut Català de Paleontologia
Miquel Crusafont

Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont

Campus de la UAB
Mòdul ICP (Espina B3 bis parell)
Universitat Autònoma de Barcelona
08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès)
Barcelona

Tel. 93.586.83.37



www.icp.cat