

LOS MICROFÓSILES DEL CRETÁCICO-TERCIARIO DE ARAGÓN

Eustoquio MOLINA¹

Resumen. Los microfósiles que se encuentran en Aragón son muy frecuentes y están muy diversificados desde el Precámbrico hasta el Holoceno, siendo especialmente abundantes durante el Cretácico y el Terciario. Entre los microfósiles continentales los más frecuentes son las Carofitas, el Polen y las Esporas. Entre los marinos los más abundantes son los Foraminíferos, el Nannoplancton calcáreo, los Dinoflagelados, los Briozoos, los Ostrácodos y los Conodontos. Los cortes de Arguis y Campo son los que presentan un registro mejor conservado y han permitido integrar los datos micropaleontológicos para reconstruir los paleoambientes y precisar la cronoestratigrafía.

Palabras clave. Microfósiles, Cretácico, Terciario, Aragón, España.

Abstract. Microfossils found in Aragón are very frequent, and they vary greatly from the Pre-Cambrian to the Holocene, being especially abundant during the Cretaceous and the Tertiary (periods). Among the continental microfossils, the most frequent ones are Carofites, Pollen, and Spores. Among the marine ones, the most abundant are Foraminifers, calcareous Nano-plankton, Dinoflagellates, Bryozoans, Ostracods, and Conodonts. The Arguis and Campo cuts are those that present the best-preserved record and that have allowed integration of micro-paleontological data in order to reconstruct the paleo-environments and to specify the chrono-stratigraphy.

Key words. Microfossils, Cretaceous, Tertiary, Aragón, Spain.

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra. Área de Paleontología. Universidad de Zaragoza. E-50009 ZARAGOZA.

INTRODUCCIÓN

Los Foraminíferos son sin duda el grupo de microfósiles más abundante, especialmente en el Prepirineo y durante el Cretácico-Terciario. Los macroforaminíferos fueron históricamente los primeros en ser observados debido a su mayor tamaño que permite reconocerlos a simple vista. Inicialmente fueron erróneamente atribuidos a monedas petrificadas, semillas fosilizadas, juegos de la naturaleza, etcétera. Así, el Padre TORRUBIA (1754) en su obra *Aparato para la Historia Natural Española* figura Nummulítidos que considera como "huevos de peces" y los atribuye todavía al Diluvio Universal (MOLINA, 1982).

Poco después los macroforaminíferos fueron correctamente interpretados y comenzaron a utilizarse para datar terrenos, principalmente en trabajos relacionados con la confección del Mapa Geológico de España, que realizaron ingenieros de minas, en especial Lucas Mallada que nació en Huesca y publicó ocho gruesos volúmenes de *Memorias Geológicas*, dos de los cuales corresponden a las provincias de Huesca y Teruel. Los fósiles fueron catalogados por MALLADA (1878, 1892) que realizó una importante recopilación de todas las especies encontradas en España, entre las cuales se citan bastantes microfósiles de Aragón.

En Aragón existe un registro de microfósiles muy variado que se extiende en el tiempo desde el Precámbrico hasta el Holoceno, alternándose los microfósiles formados en sedimentos de origen marino con otros de medios continentales. Asimismo, los microfósiles se distribuyen en el espacio encontrándose de Sur a Norte en la Cordillera Ibérica, Cuenca del Ebro y Cordillera Pirenaica. Con frecuencia se han conservado coetáneamente microfósiles marinos y continentales de los distintos medios ambientes. Así pues, la mayor parte de los grupos están bien representados y se encuentran con facilidad, si bien su registro no suele ser continuo durante mucho tiempo debido a las diferentes etapas tectónicas que ha sufrido el territorio que hoy constituye Aragón.

Entre los microfósiles continentales los más frecuentes son las Carofitas, el Polen y las Esporas y se encuentran fundamentalmente en la Cuenca del Ebro e Ibérica. Entre éstos cabe destacar la definición de tres nuevas especies de Carofitas por GRAMBAST (1969) en el Cretácico Inferior de Teruel.

Entre los microfósiles marinos los más frecuentes son los Foraminíferos, el Nannoplancton calcáreo, los Dinoflagelados, los Briozoos, los Ostrácodos y los Conodontos. Entre los Briozoos cabe destacar la definición de dos especies nuevas por MELÉNDEZ (1944) en el Paleozoico de Fombuena, Zaragoza; así como la de varias especies de Conodontos por CARLS y GANDL

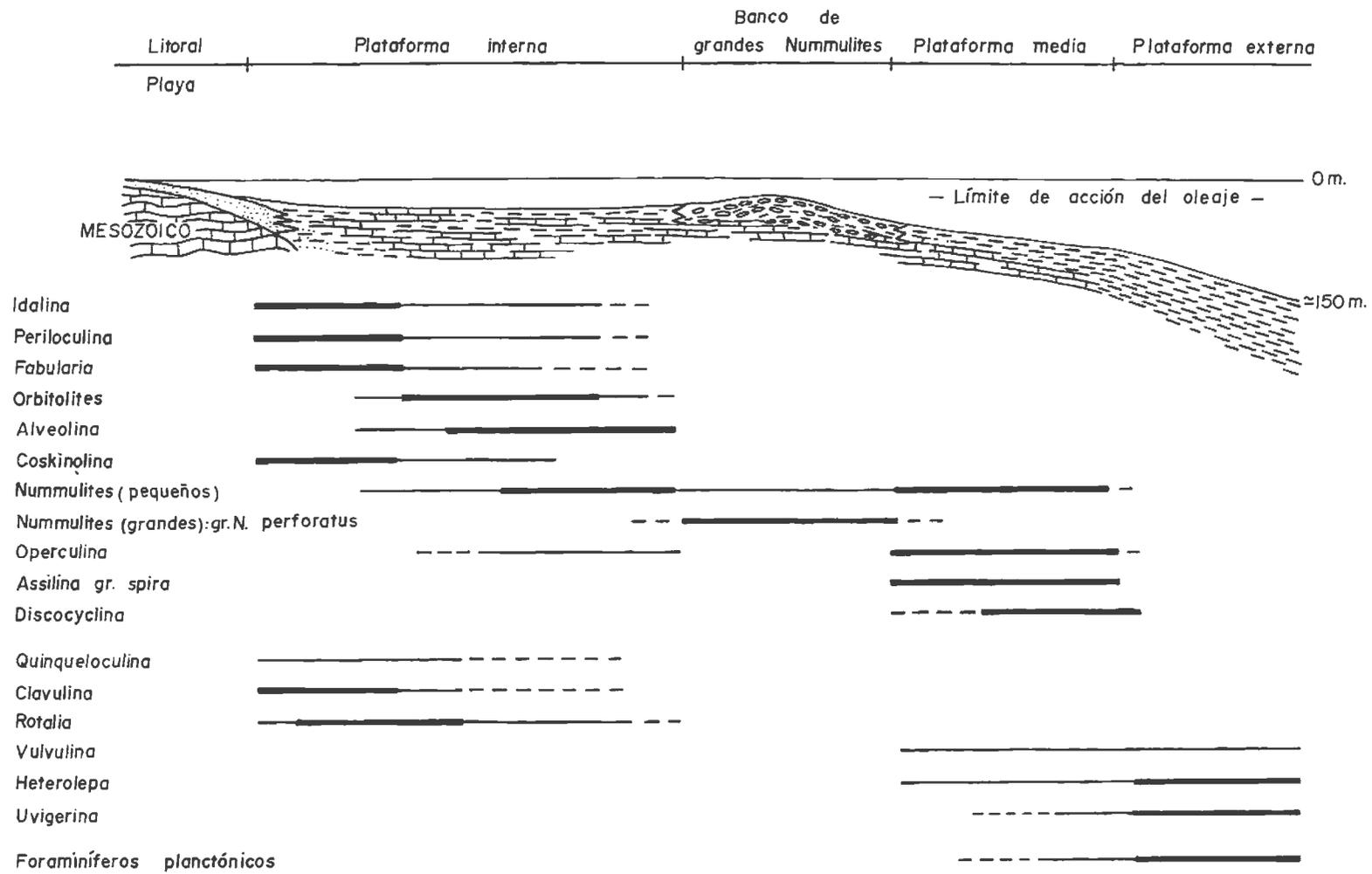
(1969) y CARLS (1975) en el Paleozoico de Teruel. Dentro de los macroforaminíferos son las Orbitolinas uno de los grupos más abundantes, tanto en el Cretácico de la Iberica como en el Pirineo. El corte de Aulet en Huesca ha permitido a SCHROEDER (1973) establecer una importante biozonación para el Albiense-Cenomaniense y la detallada evolución de las Orbitolinas.

Hasta la creación de la Sección de Ciencias Geológicas en la Universidad de Zaragoza los estudios de los microfósiles aragoneses fueron realizados principalmente por paleontólogos extranjeros o de otras regiones españolas. Sin embargo, a finales del decenio de 1970 se inician las investigaciones del Área de Paleontología y desde entonces se han finalizado varias Tesis Doctorales sobre Conodontos (VALENZUELA, 1994), sobre Ostrácodos (GOZALO, 1994) y sobre Foraminíferos (CANUDO, 1990; ORTIZ, 1993; GONZALVO, 1994; ARENILLAS 1996; ARZ, 1996). Además, se han publicado numerosos trabajos tanto en revistas españolas como extranjeras. Así pues, en los dos últimos decenios se ha incrementado notablemente la investigación micropaleontológica, habiéndose estudiado muy detalladamente distintos cortes, entre los cuales dos son especialmente interesantes: Arguis y Campo.

EL CORTE DE ARGUÍS

El corte de Arguis se sitúa al Norte de la provincia de Huesca, entre Huesca capital y Sabiñánigo, concretamente en los alrededores del pantano de Arguis. La trinchera de la carretera presenta excelentes afloramientos que se inician algunos kilómetros al Norte del pueblo de Nueno y finalizan cerca del puerto de Monrepós. Se trata de uno de los cortes marinos más cercanos a la Universidad de Zaragoza y por su excelente registro fósil cada curso se realizan excursiones con los alumnos de Paleontología. Asimismo, se realizó una excursión con ocasión de las *I Jornadas de Paleontología* organizadas en la Universidad de Zaragoza y se publicó una guía (MOLINA, 1986).

Geológicamente el corte se sitúa en el Prepirineo central, concretamente en las Sierras Exteriores, también denominadas Sierras Subpirenaicas o Zona de Sierras Marginales. Se trata de un conjunto montañoso constituido por materiales mesozoicos (Triásico y Cretácico Superior) y terciarios (Paleoceno y Eoceno). La litología predominantemente caliza forma la Sierra de Guara, dentro de la cual existe una depresión margosa ocupada por el pantano de Arguis. El corte se inicia en la cuenca del río Isuela cerca del pueblo de Nueno donde afloran las calizas y arcillas del Trías, sobre las cuales se encuentran discordantemente los materiales del Cretácico Superior.



Eustaquio Molina

Figura 1. Reconstrucción paleoambiental con Foraminíferos de las Formaciones Calizas de Guara y Margas de Arguis (parte inferior). (Según MOLINA *et al.*, 1988.)

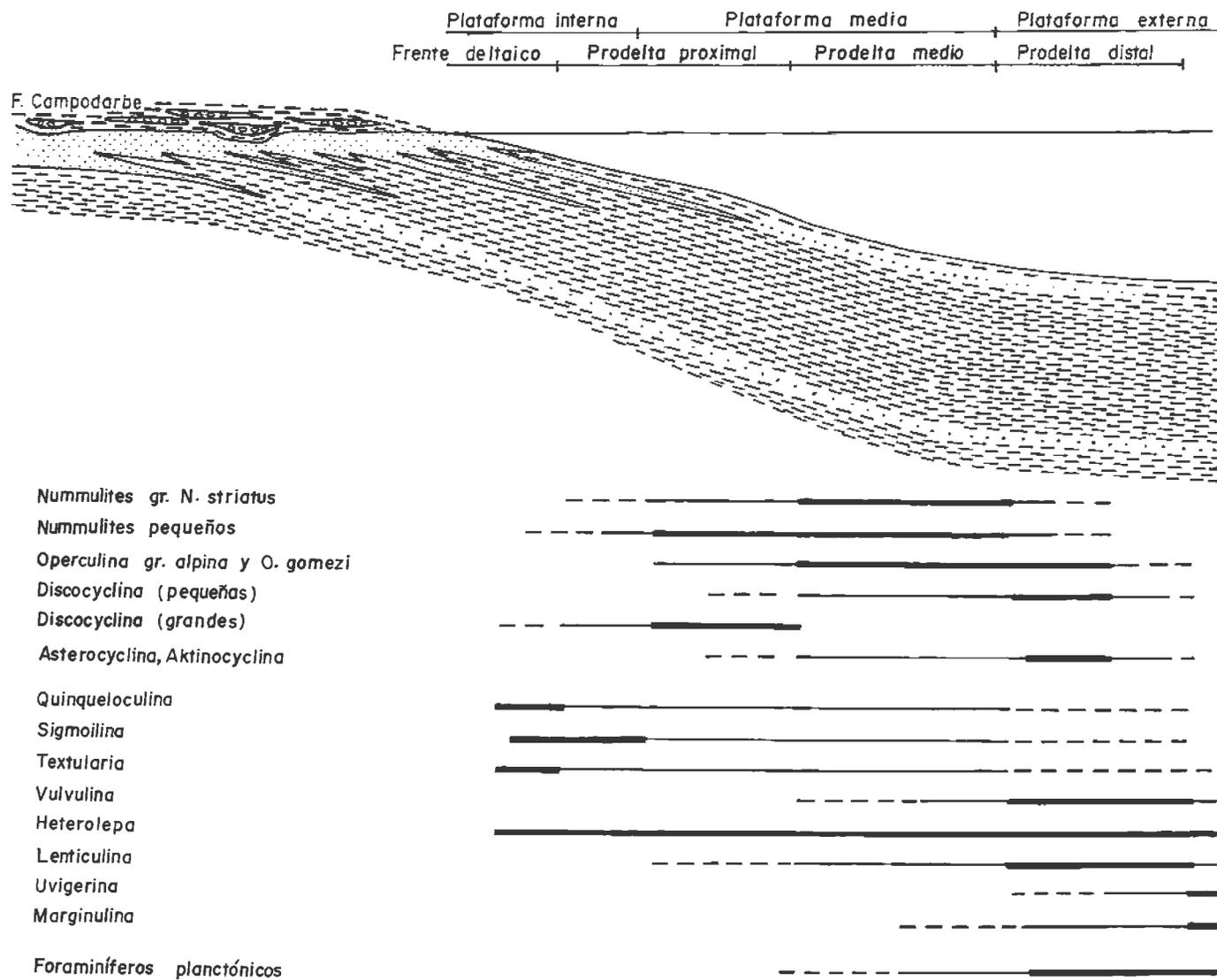
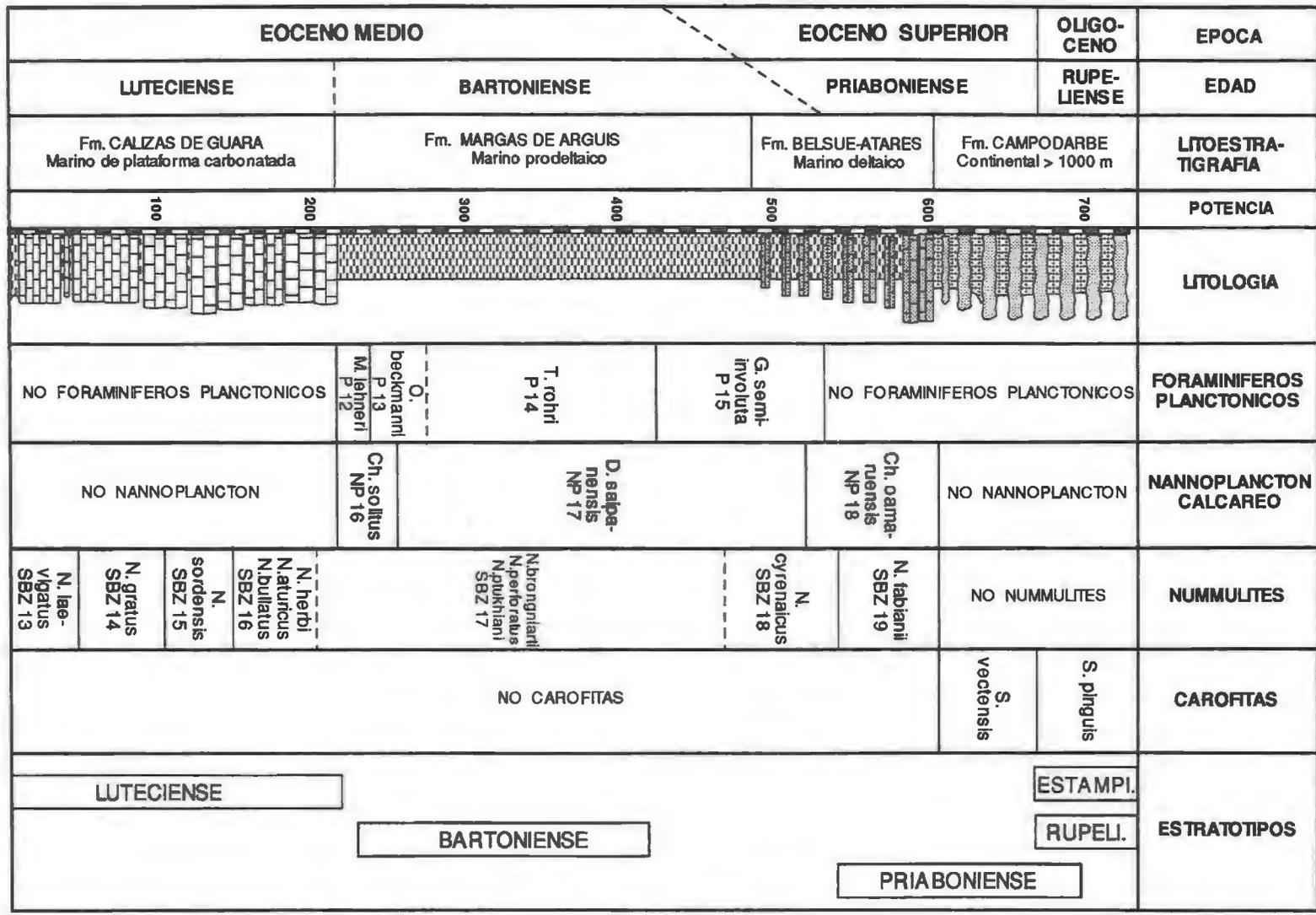


Figura 2. Reconstrucción paleoambiental con Foraminíferos de las Formaciones Margas de Arguis (parte superior) y Belsué-Atarés. (Según MOLINA *et al.*, 1988.)

En la trinchera oeste de la antigua carretera afloran unos 50 metros de Calizas con Rudistas depositadas en un medio marino arrecifal. La base y el techo de este tramo son poco fosilíferos pero en la parte media existen gran cantidad de Foraminíferos bentónicos pertenecientes a los géneros: *Lacazina*, *Idalina*, *Quinqueloculina*, *Dicyclina*, *Cuneolina*, *Cyclopsinella*, *Cyclolina*, *Dictyopsella*, *Dictyoconus*, *Accordiella*, *Coskinolina*, *Rotalia*, etcétera, que permiten datar el Santiense y Campaniense. El techo de esta formación está constituido por unas calizas microbrechoides a partir de las cuales no existen microfósiles marinos, ya que se inicia un intervalo de aproximadamente 40 metros de facies Garumniense (salobre o continental fluvio-lacustre), constituido principalmente por areniscas y lutitas de tonalidades rojizas. El contenido microfósilífero es muy escaso y únicamente en algunos niveles han aparecido Carofitas, Ostrácodos, *Microcodium* y algunos restos vegetales, que caracterizan el tránsito Cretácico/Terciario (MOLINA, 1986).

Sobre el episodio continental garumniense descansa discordantemente un tramo de aproximadamente 200 metros de calizas masivas que constituyen la Formación Calizas de Guara. Este tramo de calizas contiene abundantes Foraminíferos de los géneros: *Nummulites*, *Assilina*, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Orbitolites*, *Opertorbitolites*, *Fabularia*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, etcétera, que permiten datarlo como Eoceno (Luteciense), ya que se han identificado las Biozonas de *Nummulites laevigatus*, *Nummulites gratus*, *Nummulites sordensis*, *Nummulites bullatus*, *Nummulites aturicus* y *Nummulites herbi* (CANUDO *et al.*, 1988, 1991). En consecuencia, en este corte falta todo el Eoceno Inferior marino que tan desarrollado está en otros cortes del Prepirineo aragonés. Sin embargo, el intervalo desde el Eoceno Medio al Oligoceno Inferior aflora muy bien y se han podido reconstruir los paleambientes (Figs. 1 y 2).

El momento más transgresivo de la secuencia eocena se produce durante el Bartonense, depositándose margas con frecuentes Foraminíferos planctónicos (Biozonas de *Morozovella lehneri* a *Globigerinatheca semiinvoluta*) y Nannoplancton calcáreo (Biozonas de *Chiasmolithus solitus* a *Chiasmolithus oamaruensis*) que caracterizan al Bartonense y Priabonense Inferior. Estas biozonas se han correlacionado con la secuencia deposicional de Jaca (CANUDO y MOLINA, 1988; CANUDO *et al.*, 1991, 1993; GONZALVO *et al.*, 1994). Durante el tránsito Bartonense-Priabonense la secuencia se hace regresiva y vuelven a ser frecuentes los nummulítidos (Biozonas de *Nummulites cyrenaicus* y *Nummulites fabianii*). La secuencia marina evoluciona desde facies de plataforma carbonatada a facies de prodelta y finalmente de delta. A continuación la cuenca emerge y se deposita la Formación Campodarbe que tiene más de 1000 metros de potencia y contiene bastantes niveles de Carofitas que han permitido reconocer el Eoceno terminal (Biozona de *Stephanochara vectensis*) y el Oligoceno basal (Biozona de *Stephanochara pinguis*). En definitiva, los abundantes microfósiles han permiti-



Los microfósiles del cretácico-terciario de Aragón

Figura 3. Estratigrafía integrada del Eoceno Medio al Oligoceno Inferior del corte de Arguis. (Modificado de MOLINA, 1986 y CANUDO et al., 1988.)

do una dotación muy precisa, establecer la bioestratigrafía integrada (Fig. 3) y reconstruir los distintos paleoambientes (MOLINA *et al.*, 1988; CANUDO *et al.*, 1988).

EL CORTE DE CAMPO

El corte de Campo constituye el paraestratotipo del piso Ilerdiense que es un piso regional cuyo estratotipo es el corte de Tremp (Lérida) y que fue definido por los suizos Lukas Hottinger y Hans Schaub en 1960. Aflora a lo largo del río Ésera, aproximadamente 2 kilómetros al Sur del pueblo de Campo. La base del paraestratotipo está perfectamente expuesta en el talud norte de la carretera a Aínsa.

Bajo el paraestratotipo se encuentran sedimentos de facies marina del Thanetiense (Biozonas de *Alveolina primaeva* y *Alveolina levis*) que contienen además otros Foraminíferos tales como *Fallotella*, *Operculina* y *Assilina*. Asimismo, contienen Dinoflagelados que según CARO (1973) pertenecen a las Biozonas de *Deflandrea speciosa* y *Wetzelilla hyperacantha* (parte inferior). Entre el Thanetiense y el Ilerdiense hay un intervalo continental de 6 metros en el cual se ha identificado una asociación de Carofitas de la Biozona de *Sphaerochara edda* por MASSIEUX y TAMBAREAU (1978). Un hiato ha sido identificado en la base del Ilerdiense eliminando el Cron 25n (MOLINA *et al.*, 1992; SERRA-KIEL *et al.*, 1994).

El Ilerdiense Inferior (Biozonas de *Alveolina cucumiformis* y *Alveolina ellipsoidalis*) está constituido por calizas que en la parte superior presentan intercalaciones margosas con microfósiles planctónicos. El Ilerdiense Medio (Biozona de *Alveolina moussoulensis* y *Alveolina corbarica*) y el Ilerdiense Superior (*Alveolina trempina*) están constituidos por margas grises. La potencia total del Ilerdiense es de aproximadamente 1.000 metros, siendo un piso muy bien expuesto y muy rico en diferentes grupos de microfósiles, cuyo estudio constituye uno de los mejores ejemplos de Estratigrafía integrada (MOLINA *et al.*, 1992).

Los macroforaminíferos fueron estudiados por HOTTINGER (1960), SCHAUB (1966, 1973, 1981), TAMBAREAU y VILLATTE (1974). Más recientemente, SAMSO, SERRA-KIEL y TOSQUELLA (*in* MOLINA *et al.*, 1992) y SERRA-KIEL *et al.* (1994) han reconocido y precisado las biozonas de alveolínidos definidas por los primeros autores. En lo que respecta a los nummulítidos han reconocido las Biozonas de *Assilina yvettae* (Thanetiense Superior), Biozonas de *Nummulites fraasi*, *Assilina prisca* y *Assilina arenensis* (Ilerdiense Inferior), Biozonas de *Nummulites robustiformis*, *Nummulites exilis*, *Assilina aff. arenensis* y *Assilina leymeriei* (Ilerdiense Medio). Sin embargo no se pudie-

ron reconocer las biozonas de macroforaminíferos del Ilerdiense Superior debido a que es el momento más transgresivo y el medio ambiente se hizo demasiado profundo para que pudieran vivir los macroforaminíferos.

Los microforaminíferos bentónicos son muy abundantes y están muy diversificados. Fueron estudiados por ORTIZ y MCDUGALL (*in* MOLINA *et al.*, 1992) y ORTIZ (1993), reconociendo en el Ilerdiense las Biozonas de *Anomalinoidea rubiginosus*, *Hanzawaia producta* y *Uvigerina abbreviata*. En el tránsito Paleoceno/Eoceno se produjo una extinción en masa de los microforaminíferos bentónicos batiales y abisales, pero al ser éste un evento profundo no se observa una extinción tan brusca en un medio tan somero como es el de Campo.

Los Foraminíferos planctónicos fueron estudiados por HILLEBRANDT (1965) quien reconoció tres biozonas: *Globorotalia subbotinae-maginodentata* (G), *Globorotalia lensiformis* (H) y *Globorotalia formosa-Acarinina angulosa* (I). Más recientemente han sido estudiados por MOLINA *et al.* (1989), CANUDO *et al.* (1989), CANUDO (1991), ARENILLAS (1996), ARENILLAS y MOLINA (1995) y MOLINA *et al.* (en prensa), reconociendo las Subzonas de *Acarinina berggreni*, *Acarinina sibaiyaensis* y *Pseudohastigerina wilcoxensis*, las cuales se correlacionan con la Biozona de *Morozovella velascoensis* cuyo fósil índice no se encuentra en el Ilerdiense Inferior debido a la poca profundidad del paleoambiente. En el Ilerdiense Medio y Superior se ha reconocido la Biozona de *Morozovella subbotinae* y en el Ypresiense Medio la Biozona de *Morozovella formosa*.

Los Nannofósiles calcáreos fueron estudiados por WILCOXON (1973) y KAPELLOS y SCHAUB (1973), quienes reconocieron para el Ilerdiense las Biozonas de *Discoaster multiradiatus*, *Marthasterites contortus*, *Discoaster binodosus* y *Tribrachyatus orthostylus*. Más recientemente han sido reestudiados en MOLINA *et al.* (1989) y CANUDO *et al.* (1989) y acaban de ser vueltos a reestudiar por ANGORI y MONECHI (*in* MOLINA *et al.*, en prensa). Se confirma una vez más que el Ilerdiense Inferior corresponde a la Biozona de *Discoaster multiradiatus* (NP 9), lo cual excluye cualquier posibilidad de que el evento del tránsito Paleoceno/Eoceno sea más antiguo que el Ilerdiense Inferior.

Los Ostrácodos fueron estudiados por DUCASSE (1972) quien estableció cinco zonas en el corte de Campo, estando el Ilerdiense caracterizado por las zonas 2 a 5. La revisión llevada a cabo por GUERNET (*in* MOLINA *et al.*, 1992) permitió reconocer y modificar la misma biozonación que Carbonel definió en 1975 para el corte de Tremp.

El excelente registro de los microfósiles del corte de Campo permitió en el decenio de 1960 definir un nuevo piso, muy expandido y muy bien expuesto, pero por razones de política científica no ha llegado a ser considerado como estándar para la escala de tiempo geológico. Las biozonacio-

nes clásicas de macroforaminíferos fueron establecidas en esta zona del Prepirineo y posteriormente se han podido correlacionar con las biozonaciones de otros grupos de microfósiles, permitiendo la correlación directa entre los medios neríticos y pelágicos, y siendo el mejor ejemplo conocido de bioestratigrafía integrada (Fig. 4). Por estas razones cada curso se organiza una excursión con los alumnos de Micropaleontología y no resulta raro encontrar en el corte investigadores o alumnos de otras universidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los micropaleontólogos que han trabajado o colaborado con el equipo del Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza. Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto DGES PB97-1016.

BIBLIOGRAFÍA

- ARENILLAS, I. 1996. *Los Foraminíferos planctónicos del Paleoceno-Eoceno Inferior: sistemática, bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoceanográficos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. (Inédita.)
- ARENILLAS, I. y MOLINA, E. 1995. «El límite Paleoceno/Eoceno en el corte de Campo (Paraestratotipo del Ilerdiense) con foraminíferos planctónicos». *XI Jornadas de Paleontología*, 29-33.
- ARZ, J. A. 1996. *Los Foraminíferos planctónicos del Campaniense y Maastrichtiense: bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoecológicos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. (Inédita.)
- CANUDO, J. I. 1990. *Los Foraminíferos planctónicos del Paleoceno-Eoceno en el Prepirineo meridional y su comparación con la Cordillera Bética*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. (Inédita.)
- CANUDO, J. I., GONZALVO, C. y MOLINA, E. 1993. «Los Foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno Medio-Superior en la Cuenca de Jaca (Huesca, Pirineo): implicaciones bioestratigráficas y paleoceanográficas». *IX Jornadas de Paleontología*, 37-42.
- CANUDO, J. I. y MOLINA, E. 1988. «Biocronología con Foraminíferos planctónicos de la secuencia deposicional de Jaca (Pirineo Aragonés): Eoceno Medio-Superior». *II Congreso Geológico de España*, 273-276.
- CANUDO, J. I., MALAGÓN, J., MELÉNDEZ, A., MILLÁN, H., MOLINA, E. y NAVARRO, J. J. 1991. «Las secuencias deposicionales del Eoceno Medio y Superior de las Sierras exteriores (Prepirineo meridional aragonés)». *Geogaceta*, **9**, 81-84.
- CANUDO, J. I., MOLINA, E., RIVELINE, J. SERRA-KIEL et SUCUNZA, M. 1988. «Les événements biostratigraphiques de la zone Prépyrénéenne d'Aragon (Espagne), de l'Eocène Moyen à l'Oligocène Inferieur». *Revue de Micropaléontologie*, **31** (1), 15-29.
- CANUDO, J. I., MOLINA, E. y SUCUNZA, M. 1989. «Bioestratigrafía con foraminíferos planctónicos y nannoplancton calcáreo de la sección de Campo (paraestratotipo del Ilerdiense)». *Geogaceta*, **6**, 81-84.
- CARLS, P. 1975. «Zusätzliche Conodonten-Funden aus dem tieferen Unter-Devon Keltiberiens (Spanien)». *Senckbergiana Lethaea*, **56**, 399-428.
- CARLS, P. und GANDL, J. 1969. «Stratigraphie und Conodonten des Unter-Devons der Ostlichen Iberischen Ketten (NE-Spanien)». *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abh.*, **132**, 155-218.
- CARO, Y. 1973. «Contribution à la connaissance des Dinoflagellés du Paléocène-Eocène inférieur des Pyrénées Espagnoles». *Revista Española de Micropaleontología*, **5**, 329-372.
- DUCASSE, O. 1972. «Les Ostracodes de la coupe de Campo (prov. Huesca, Espagne)». *Revista Española de Micropaleontología*, Núm. ext. **30**, 273-289.

- GONZALVO, C. 1994. *Los Foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno Medio-Oligoceno Inferior: bioestratigrafía, cronoestratigrafía y eventos paleoceanográficos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. (Inédita.)
- GONZALVO, C., CANUDO, J. I. y MOLINA, E. 1994. «Implicaciones paleoceanográficas de los Foraminíferos planctónicos del tránsito Eoceno Medio-Eoceno Superior en la cuenca de Jaca (Pirineos)». *II Congreso del Grupo Español de Terciario*, 121-124.
- GOZALO, R. 1994. «Geología y Paleontología (Ostrácodos) del Devónico Superior de Tabuena (NE de la Cadena Ibérica Oriental)». *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, **6**, 1-291.
- GRAMBAST, L. 1969. «La symetrie de l'utricule chez les Clavatoracées et sa signification phylogenetique». *Comptes Rendues de la Academie des Sciences de Paris*, **269**, 878-881.
- HILLEBRANDT, A. Von. 1965. «Foraminiferen-Stratigraphie im Alttertiar von Zumaya (Provinz Guipúzcoa, NW-Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten». *Bayerische Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Kl.*, **123**, 1-62.
- HOTTINGER, L. 1960. «Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène». *Mémoires Suisses de Paléontologie*, **75-76**, 1-243.
- KAPPELOS, C. und SCHAUB, H. 1973. «Zur Korrelation von Bizonierungen mit Grossforaminiferen und Nannoplankton im Palaogen der Pyrenäen». *Eclogae geologicae Helvetiae*, **66**, 687-737.
- MALLADA, L. 1878. *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 2, Imprenta y Fundición de Manuel Tello, Madrid. 160 pp.
- MALLADA, L. 1892. *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 18, Imprenta y Fundición de Manuel Tello, Madrid. 253 pp.
- MASSIEUX, M. et TAMBAREAU, Y. 1978. «Charophytes thanétiennes et infra-ildriennes des Pyrénées centrales». *Revue de Micropaleontologie*, **21** (3), 140-148.
- MELÉNDEZ, B. 1944. *Contribución al estudio del Paleozoico Aragonés*. Serie Geológica, 3 (1), CSIC, Madrid.
- MOLINA, E. 1982. «Introducción de la Micropaleontología en España». *Actas II Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, 249-261.
- MOLINA, E. 1986. «Excursión al Cretácico Superior y Paleógeno del Prepirineo oscense en el sector de Arguis». *Memorias I Jornadas de Paleontología*, 235-247.
- MOLINA, E. ANGORI, E., ARENILLAS, I., MONECHI, S. y SCHMITZ, B. (En prensa.) «Integrated Stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Campo, Spain». *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*.
- MOLINA, E., CANUDO, J. I., GUERNET, C., MCDOUGALL, K., ORTIZ, N., PASCUAL, J. O., PARÉS, J. M., SAMSO, J. M. SERRA KIEL, J. and TOSQUELLA J. 1992. «The stratotypic

- Ilerdian revisited: integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary». *Revue de Micropaléontologie*, **35**, 143-156.
- MOLINA, E., ORTIZ, N. y SERRA-KIEL, J. 1988. «Implicaciones paleoecológicas de los Foraminíferos en el Eoceno del Prepirineo oscense (sector de Arguis)». *Revista Española de Paleontología*, **3**, 45-57.
- ORTIZ, N. 1993. *Los microforaminíferos bentónicos del tránsito Paleoceno-Eoceno y sus implicaciones bioestratigráficas y paleoecológicas*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza. (Inédita.)
- SCHAUB, H. 1966. «Über die Grossforaminiferen im Untereocaen von Campo (Ober-Aragonien)». *Eclogae geologicae Helvetiae*, **59**, 355-377.
- SCHAUB, H. 1973. «La sección de Campo (provincia de Huesca)». *XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología*, 151-171.
- SCHAUB, H. 1981. «Nummulites et Assilines de la Téthys Paléogène. Taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie». *Mémoires Suisses de Paléontologie*, **104-106**, 1-236.
- SERRA-KIEL, J., CANUDO, J. I., DINARES, J., MOLINA, E., ORTIZ, N., PASCUAL, J. O., SAMSO, J. M. y TOSQUELLA, J. 1994. «Cronoestratigrafía de los sedimentos marinos del Terciario inferior de la Cuenca de Graus-Tremp (Zona Central Surpirenaica)». *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **7** (3-4), 273-297.
- SCHROEDER, R. 1973. «El corte de Aulet (prov. de Huesca) evolución de las Orbitolinas en el límite del Cretácico Inferior Superior». *XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología*, 129-137.
- TAMBAREAU, Y. et VILLATTE, J. 1974. «Le passage Thanétien-Ilerdien dans la région de Campo: comparaison avec les Petites Pyrénées». *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle*, **110**, 340-361.
- VALENZUELA, J. I. 1994. «Conodontos del Lochkoviense y Praguense (Devónico Inferior) del Pirineo central español». *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, **5**, 1-142.
- WILCOXON, J. A. 1973. «Paleogene calcareous nannoplankton from the Campo and Tremp sections of the Ilerdian stage in NE Spain». *Revista Española de Micropaleontología*, **5**, 107-112.