

Foraminíferos del Aaleniano en el sector suroccidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica¹

M^a Luisa CANALES*, Antonio GOY*, Concha HERRERO* y Soledad URETA*

ABSTRACT

CANALES, M.L., GOY, A., HERRERO, C. and URETA, S. Aalenian foraminifera from the Southwest Sector of the Basque-Cantabrian Basin.

Uppermost Toarcian and Aalenian foraminiferal assemblages from Cillamayor and San Andrés Sections (southwest sector of the Basque-Cantabrian Basin) have been studied. These sections show some differences about facies and thickness. Cillamayor section would be located near the margin basin, while San Andrés section would be situated in a more distal zone in the platform. 53 foraminiferal species belonging to 5 suborders have been identified. In both areas Lagenina is the best represented suborder. All the foraminiferal assemblages are dominated by Vaginulinidae, genus *Lenticulina*. The number of specimens and identified species is larger at Cillamayor section than San Andrés section. Uppermost Toarcian assemblages are poor. Diversity increases from Opalinum Biozone in San Andrés section and from Murchisonae Biozone at Cillamayor section. From the middle of Bradfordensis Subzone the assemblages become poor in both areas. The stratigraphical ranges of common species are similar, but there are differences in some taxa; the first appearance of some species is delayed in Cillamayor section (*Nodosaria fontinensis* Terquem, *Lenticulina exgaleata* Dieni...). No Tethysian taxa have been found; all the foraminiferal assemblages are «boreals».

Key words: Foraminiferida, Ammonitina, Biostratigraphy, Aalenian, Basque-Cantabrian Basin, Spain.

RESUMEN

Se realiza el estudio comparativo de las asociaciones registradas de foraminíferos, procedentes de los materiales del Toarciense terminal y del Aaleniano, en las secciones de Cillamayor y San Andrés. Estas secciones, localizadas en la parte sur del sector occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica, muestran diferencias respecto al tipo de facies y al espesor. Cillamayor se encontraría en un área cercana al borde de la cuenca, mientras que San Andrés se situaría en una zona más distal dentro de la plataforma. Se han identificado 53 especies de foraminíferos pertenecientes a 5 subórdenes. En ambas áreas el suborden Lagenina es el mejor representado, con un claro predominio, en la totalidad de las asociaciones, de la familia Vaginulinidae, género *Lenticulina*. El número de ejemplares extraídos y de especies identificadas es superior en la sección de Cillamayor. Las asociaciones del Toarciense terminal son pobres, aumentando la diversidad a partir

1. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PB87-0546 DGICYT.

* Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias geológicas. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.

del Aaleniese (Biozona Opalium) en San Andrés y a partir del Aaleniese medio (Biozona Murchisonae) en Cillamayor. Desde la parte media de la Subzona Bradfordensis se produce un empobrecimiento de las asociaciones registradas en las dos áreas. Los rangos estratigráficos de las especies comunes a las dos secciones son similares a nivel de biozona de ammonites, si bien existen algunas que parecen registrarse con cierto retraso en la sección de Cillamayor (*Nodosaria fontinensis* Terquem, *Lenticulina exgaleata* Dieni...). Las asociaciones de foraminíferos estudiadas son del «tipo boreal», no habiendo reconocido taxones típicos del dominio tethysico.

Palabras clave: Foraminiferida, Ammonitina, Bioestratigrafía, Aaleniese, Cuenca Vasco-Cantábrica, España.

INTRODUCCIÓN

El Jurásico medio de la Cuenca Vasco-Cantábrica ha sido objeto de estudios geológicos esporádicos desde el siglo pasado. Es a partir de la década de los 40 cuando comienzan a realizarse trabajos detallados de geología regional, paleontología y bioestratigrafía con ammonoideos (Ciry, 1940; Dahm, 1966; Del Olmo *et al.*, 1978; Wagner *et al.*, 1984; Schaff, 1986; Comas-Rengifo *et al.*, 1988; Fernández-López, 1988; Fernández-López *et al.*, 1988; Rat, 1988; Pujalte *et al.*, 1988; Robles *et al.*,

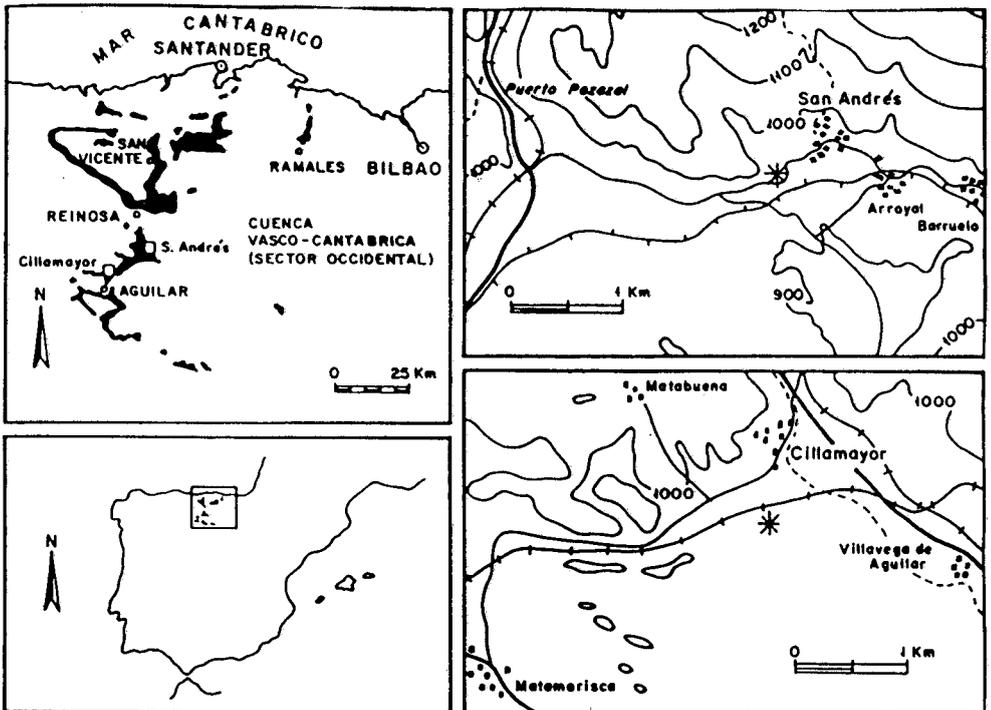


Fig. 1. Situación geográfica de los afloramientos estudiados.

Fig. 1. Location of the studied outcrops.

1988; Goy *et al.*, 1990; Goy *et al.*, 1991; Goy y Ureta, 1991; Quesada *et al.*, 1991; Martínez, 1992). Sin embargo, los estudios sobre foraminíferos llevados a cabo en esta cuenca son poco numerosos (Assens, 1971; Ramírez, 1971b; Villalobos, 1971; Villalobos y Ramírez, 1971) y en particular los que realizan investigaciones micropaleontológicas detalladas son muy escasos (Ramírez, 1969, 1971a; Canales, 1992).

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar las asociaciones registradas de foraminíferos procedentes de los materiales del Toarciense superior (Biozona Aalensis), Aaleniense y Bajociense (Biozona Discites), teniendo en cuenta el marco bioestratigráfico proporcionado por los fósiles de ammonoideos. Para ello se han elegido dos secciones en el Sector Suroccidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica (fig. 1), situadas cerca de las localidades de San Andrés y Cillamayor (provincias de Santander y Palencia respectivamente).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio de los foraminíferos se ha realizado sobre un total de 29 levigados y 4.206 ejemplares, que corresponden a los niveles margocalizos señalados en las figuras 2 y 3. El muestreo se ha realizado, en función de la bioestratigrafía proporcionada por las asociaciones de ammonoideos, recogiendo 1 muestra por subzona de ammonites. Se ha prestado especial atención a los niveles situados inmediatamente por debajo y por encima de las principales discontinuidades, con el fin de detectar posibles cambios significativos en las asociaciones.

Debido a la dureza de las margocalizas, las muestras recogidas han sido sometidas en el laboratorio a un ataque químico con agua oxigenada, hidróxido sódico y agua. El tamizado se ha realizado con una columna de tamices de malla >1 mm, >0,5 mm, >0,25 mm, >0,125 mm, y >0,06 mm. Las determinaciones taxonómicas y los contajes se han realizado sobre las cuatro primeras. No se ha empleado la fracción de 0,06mm ya que el pequeño tamaño de los foraminíferos presentes en ella no permite su identificación a nivel específico. La clasificación adoptada es la de Loeblich y Tappan (1988). Las fotografías se han realizado con el microscopio electrónico de barrido Hitachi S-2500, del Servicio de Microscopía de la Universidad de Valencia, y el Jeol-Jsm-6400, del Centro de Microscopía de la Universidad Complutense de Madrid.

SECCIÓN DE SAN ANDRÉS

La columna estratigráfica de San Andrés ha sido levantada a 0,6Km. al WSW de esta localidad, situada al S de Reinosa (provincia de Santander), a lo largo de la carretera que sale del Puerto de Pozazal hacia San Andrés (fig. 1). Se sitúa en la hoja nº 108 (Las Rozas) del M.T.N. a escala 1:50.000. Las coordenadas de la base son: longitud 4° 11' 20" W y latitud 47° 51' 38" N.

Esta sección ha sido estudiada desde los puntos de vista paleontológico y bioestratigráfico por Goy, Martínez y Ureta (1990; 1991 en prensa), Goy y Ureta (1991, en prensa) y Martínez (1992).

Los materiales del Toarciense terminal y Aalenense alcanzan en este área un espesor de al menos 20 m. Su registro no es completo, ya que aparecen dos pequeñas fracturas en la parte inferior y superior del corte (fig. 2). No obstante, han sido identificadas todas las biozonas de ammonites con sus correspondientes subzonas.

Estos materiales están constituidos por una alternancia de calizas y margocalizas lamosas ricas en materia orgánica, con ocasionales niveles de margas. La estratificación es regular, en bancos finos, con las superficies de los estratos planoparalelas. Desde el punto de vista textural las calizas son «mudstones» y, en menor proporción, «wackestones». Entre los componentes domina el material bioclástico, constituido fundamentalmente por ammonites, bivalvos, braquiópodos, belemnites y en menor proporción esponjas. Son abundantes las estructuras de bioturbación, en particular de tipo *Chondrites*.

Para el estudio de las asociaciones de foraminíferos se han procesado un total de 16 muestras correspondientes a materiales que abarcan desde el Toarciense superior (Biozona Aalensis, Subzona Buckmani) hasta el Aalenense superior (Biozona Concavum).

Toarciense superior

Biozona Aalensis

Subzona Buckmani (niveles 401 – 408)

Los materiales de esta subzona tienen, al menos, 1,8 m. de espesor. Están constituidos por calizas «mudstone» y margocalizas con abundante bioturbación. Ha sido caracterizada por la presencia de *Pleydellia falcifer* Maubeuge, *P. leura* Buckman y *P. buckmani* Maubeuge, a las que se encuentran asociadas *Bredya subinsignis* (Oppel) y *Bredya* sp.

Las especies de foraminíferos registradas en esta subzona presentan rangos estratigráficos amplios, llegando algunas de ellas hasta el techo del Aalenense (fig. 2). Se ha encontrado un número elevado de ejemplares correspondientes a un total de 9 taxones: *Nodosaria liassica* Barnard, *N. prima* d'Orbigny, *N. regularis* Terquem, *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, *Astacolus d'orbignyi* (Roemer), *A. varians* (Bornemann), *Lenticulina subalata* (Reuss), *Lenticulina exgaleata* Dieni y *L. münsteri* (Roemer). Las abundancias relativas más altas corresponden a los géneros *Lenticulina* y *Nodosaria*.

Aalenense

Biozona Opalinum (niveles 409 – 438)

Los materiales de esta biozona tienen un espesor de, al menos, 6,5 m; siendo destacable el escaso desarrollo de la Subzona Opalinum (1 m) en relación con la Subzona Comptum (5,5 m). En la parte inferior están constituidos por calizas «mudstone», ocasionalmente «wackestones». Hacia la parte media de la Subzona Comptum se encuentra un «hardground» que marca una discontinuidad a partir de la cual los materiales muestran progresivamente caracteres indicativos de una mayor energía en el medio. Están constituidos por «wackestones» e incluso «packstones», siendo frecuentes los bancos con evidencias de litificación sinsedimentaria. En estos niveles, los braquiópodos son muy abundantes. El límite entre la Subzona Opalinum y la Subzona Comptum coincide con la existencia de otra discontinuidad.

Las asociaciones de foraminíferos con mayores diversidades proceden de esta biozona, donde se produce el primer registro de la mayor parte de las especies que han sido identificadas en el Aalenense.

Subzona Opalinum (niveles 409 – 412 p.p.)

Caracterizada por *Leiceras opalinum* (Reinecke), *L. lineatum* Buckman y *Bredya brancoi* (Prinz).

Las asociaciones de foraminíferos presentan bajo número de especies y ejemplares, cuyo estado de conservación es deficiente. Se registran por primera vez *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann), y *Ammobaculites fontinensis* (Terquem), junto a *Lenticulina subalata* (Reuss), *L. münsteri* (Roemer), *Nodosaria regularis* Terquem y *Astacolus varians* (Bornemann). Las frecuencias relativas más altas corresponden a esta última especie.

Subzona Comptum (niveles 412 p.p. – 438)

Caracterizada por *Leioceras comptum* (Reinecke), que está asociado a *L. paucicostatum* Rieber, *L. crassicostatum* Rieber, *Tmetoceras scissum* (Benecke) y *Bredya* sp. En la parte superior se registra *Ancolloceras opalinoides* (Mayer).

Las asociaciones de foraminíferos presentan una progresiva disminución de la diversidad específica desde esta subzona hacia la Biozona Murchisonae. En la parte inferior se encuentran por primera vez 13 taxones (fig. 2), de los cuales *Thurammina jurensis* (Franke), *Ammomarginulina infrajurensis* (Terquem), *Nodosaria opalini* Bartenstein y *N. cf. pulchra* (Franke), restringen su distribución estratigráfica a estos niveles. Están también presentes todas las especies citadas en el Toarciense superior y desaparecen en este intervalo *Nodosaria liassica* Barnard (lám. 1, fig. 8) y *N. prima* d'Orbigny. Las frecuencias relativas más elevadas corresponden a las distintas especies del género *Lenticulina*.

En la parte superior de la Subzona Comptum, junto a las especies ya presentes en el Toarciense superior y en el Aalenense inferior, se produce el primer registro de *Planularia protracta* (Bornemann), *Prodentalina subsiliqua* (Franke), *Marginulina* sp. 1, *Astacolus* sp. y *Astacolus scalptus* (Franke), de las cuales sólo ésta última se encuentra en la Biozona Murchisonae. Desaparecen en este intervalo las especies *Citharina colliezi* (Terquem), *Nodosaria fontinensis* Terquem, *Ammobaculites agglutinans* (d'Orbigny) y *Falsopalmula jurensis* (Franke). Las frecuencias relativas más elevadas corresponden a los géneros *Lenticulina* y *Nodosaria*.

Biozona Murchisonae (niveles 439 – 478)

Esta biozona tiene un espesor aproximado de 8,4 m. Es notable el escaso desarrollo que presentan los materiales de las Subzonas Haugi y Murchisonae (menos de 2 m de espesor). Están constituidos por «wackestones-packstones» con fragmentos de bivalvos, fundamentalmente ostreidos, y braquiópodos. Es muy frecuente la existencia de costras ferruginosas y perforaciones biogénicas rellenas de detrito bioclástico en el techo de los bancos, que marcan pequeñas discontinuidades. Estas características contrastan con las de la Subzona Bradfordensis, constituida por materiales predominantemente margosos (5,6 m de espesor), con texturas de tipo «mudstone» y frecuente bioturbación. Los elementos neotónicos (ammonites y belemnites), dominan sobre los bentónicos (braquiópodos y

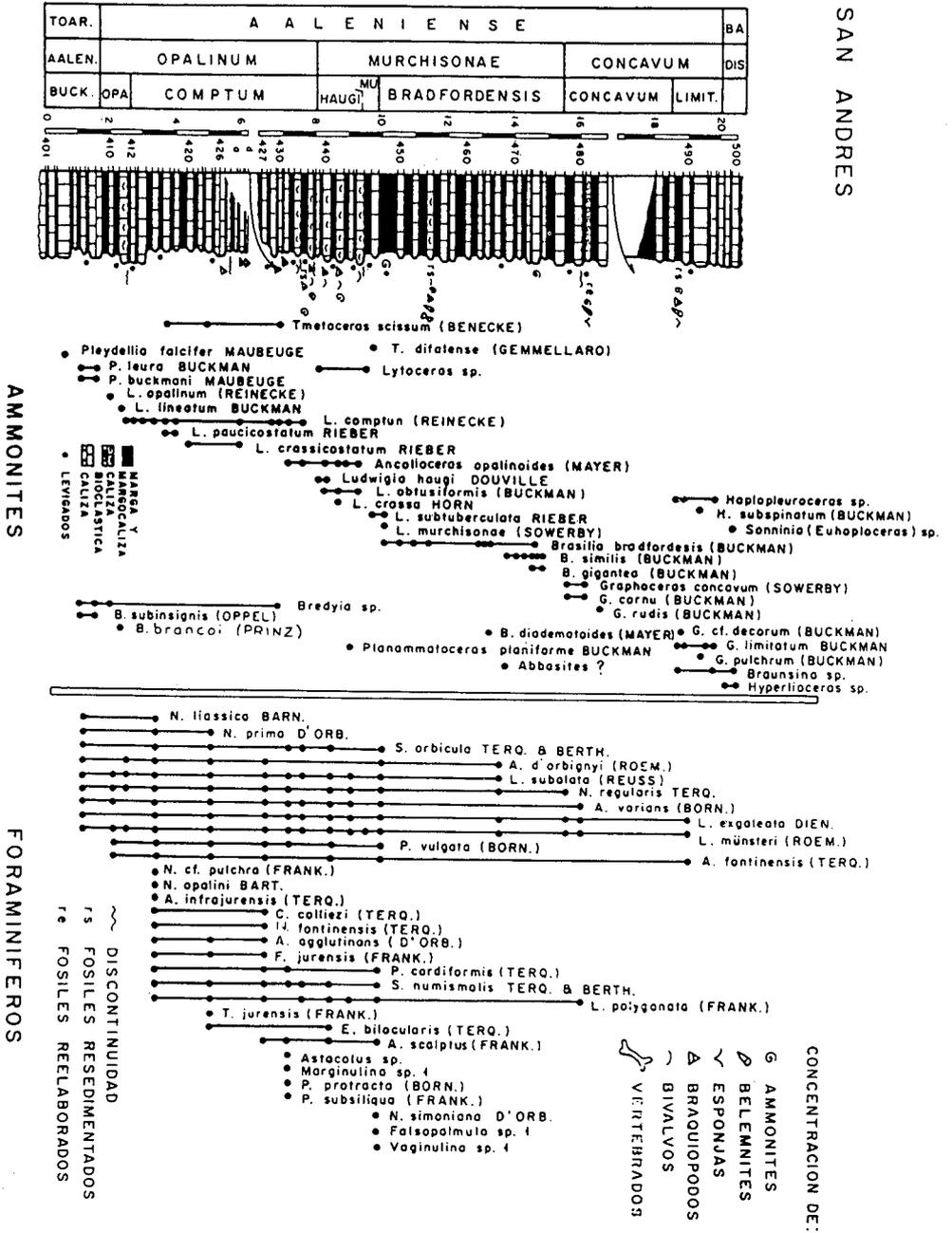


Fig. 2. Distribución estratigráfica de las especies de ammonites y de foraminíferos en la Sección de San Andrés.

Fig. 2. Ammonite and foraminifer range chart of San Andrés Section.

bivalvos). Hay que destacar la presencia, en la parte inferior de la Subzona Bradfordensis, de un nivel de resedimentación donde han aparecido fragmentos de huesos de vertebrados junto con belemnites, ammonites, bivalvos y braquiópodos.

Pese al marcado carácter bioclástico de los materiales asignados a la parte inferior de esta biozona, el número de ejemplares de foraminíferos aislados y especies identificadas no es muy elevado, siendo progresivamente menor el número de especies reconocidas. Se produce en esta biozona el primer registro de 3 especies.

Subzonas Haugi-Murchisonae (niveles 439 – 448)

Las asociaciones de ammonites permiten reconocer ambas subzonas, siendo difícil establecer con precisión sus límites. La Subzona Haugi está caracterizada por *Ludwigia haugi* Douville, *L. obtusiformis* (Buckman) y *L. crassa* (Horn), que están asociados a *Ancolioceras opalinoides* (Mayer), *Planammatoceras planiforme* Buckman y *Lytoceras* sp. La aparición de *Ludwigia subtuberculata* Rieber, junto con *Tmetoceras difalense* (Gemmellaro), caracteriza la Subzona Murchisonae.

En cuanto a las asociaciones de foraminíferos, en las Subzonas Haugi-Murchisonae están presentes las especies *Nodosaria regularis* Terquem, *Astacolus varians* (Bornemann), *Lenticulina subalata* (Reuss), *L. polygonata* (Franke), *L. exgaleata* Dieni, *L. münsteri* (Roemer), *Spirillina numismalis* Terquem y Berthelin, *S. orbicula* Terquem y Berthelin, *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann) y *Astacolus scalptus* (Franke). *Eoguttulina bilocularis* (Terquem) se registra en estos niveles por última vez. Las frecuencias relativas más altas corresponden a las especies del género *Lenticulina*.

Subzona Bradfordensis (niveles 449 – 478)

Caracterizada por *Brasilia bradfordensis* (Buckman), que está asociada en la parte basal a *Ludwigia subtuberculata* Rieber y *L. murchisonae* (Sowerby), y en la parte media-superior a *Bredya diadematoides* (Mayer), *Abbasites?*, *Brasilia similis* (Buckman) y *B. gigantea* (Buckman).

Las asociaciones de foraminíferos, en la parte inferior de esta subzona, presentan numerosos ejemplares y se han identificado un mayor número de taxones que en las Subzonas Haugi-Murchisonae. Junto a 7 especies ya registradas en las biozonas precedentes (fig. 2), se encuentran *Vaginulina* sp. 1, *Nodosaria simoniana* d'Orbigny y *Falsopalmula* sp. 1 (que restringe su distribución a estos niveles). Además se produce el último registro de *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, *S. numismalis* Terquem y Berthelin, *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann), *Planularia cordiformis* (Terquem) y *Astacolus scalptus* (Franke).

En la parte superior de la Subzona Bradfordensis, los niveles muestreados presentan un bajo número de ejemplares y de taxones de foraminíferos. Cabe destacar que las especies registradas en este intervalo: *Astacolus d'orbigny* (Roemer), *Nodosaria regularis* Terquem (lám. 1, fig. 5), *Lenticulina subalata* (Reuss), *L. exgaleata* Dieni y *L. münsteri* (Roemer), se encuentran ya en materiales del Toarciense superior.

Biozona Concavum (niveles 479 – 494)

Los materiales de esta biozona están constituidos por, al menos, 4,65 m de una alternancia de calizas «mudstone» y margocalizas similar a la de la Subzona Bradfordensis. La Subzona Concavum (3,15 m), afectada por una pequeña fractura

tiene, no obstante, un espesor notablemente superior al de la Subzona Limitatum (1,50 m). En general, las características litológicas son bastante homogéneas. Cabe destacar la existencia de un nivel de removilización en la parte inferior de la Subzona Concavum con fósiles reelaborados de ammonites, belemnites y numerosas esponjas. Asimismo, en la base de la Subzona Limitatum aparece un nivel con evidencias de resedimentación, que contiene abundantes fragmentos de braquiópodos, ammonites, belemnites y bivalvos.

En general, las asociaciones de foraminíferos están constituidas por un escaso número de ejemplares y taxones, todos ellos ya identificados en materiales de biozonas anteriores. Las frecuencias relativas más elevadas corresponden, en todos los casos, a las distintas especies del género *Lenticulina*.

Subzona Concavum (niveles 479 – 488)

Caracterizada por *Graphoceras concavum* (Sowerby), *G. cornu* (Buckman) y *G. rudis* (Buckman).

Las asociaciones de foraminíferos estudiadas proceden de los niveles correspondientes a la parte inferior de esta subzona. En ellos, se han identificado las especies *Lenticulina exgaleata* Dieni, *L. münsteri* (Roemer), *Nodosaria regularis* Terquem y *Astacolus varians* (Bornemann), de las cuales las dos últimas se registran en la Subzona Concavum por última vez.

Subzona Limitatum (niveles 489 – 494)

Caracterizada por *Graphoceras limitatum* Buckman, que está asociado a *G. cf. decorum* (Buckman), *G. pulchrum* (Buckman), *Braunsina* sp. y abundantes ejemplares de *Haplopleuroceras subspinatum* (Buckman).

En esta subzona, se ha obtenido un bajo número de ejemplares y de especies de foraminíferos. Se han reconocido 3 taxones: *Lenticulina exgaleata* Dieni, *L. münsteri* (Roemer) y *Ammobaculites fontinensis* (Terquem).

Bajociense

Biozona Discites

El comienzo del Bajociense se ha establecido con la aparición del primer representante de *Hyperlioceras*, que se encuentra junto con *Braunsina* y *Sonninia* (*Euhoploceras*), asociación característica de la Biozona Discites.

SECCIÓN DE CILLAMAYOR

La columna estratigráfica de Cillamayor ha sido levantada a 500 m al S de esta localidad (provincia de Palencia), cerca de la vía del ferrocarril (fig.1). Se sitúa en la hoja nº 107 (Barruelo de Santullán) del M.T.N. a escala 1:50.000. Las coordenadas de la base son: longitud 4° 16' 30" W y latitud 42° 51' 30"N.

Ha sido estudiada desde los puntos de vista paleontológico y bioestratigráfico por Goy y Ureta (1991, en prensa) y Martínez (1992).

Los materiales del Toarciense superior (Subzonas Aalensis y Buckmani) y del Aaleniense, en el área de Cillamayor tienen un espesor de algo más de 6 m. Están

constituidos por una alternancia de calizas «mudstones» a «wackestones», ocasionalmente «packstones», y margocalizas lajasas. La estratificación es algo irregular y nodulosa. Las superficies de las capas calcáreas son onduladas y es frecuente que presenten lateralmente variaciones de espesor. El contenido bioclástico es alto y está representado por fragmentos de ammonites, belemnites, bivalvos, abundantes braquiópodos y esponjas. Con frecuencia están bioturbados. Existen numerosas discontinuidades que en algunos casos implican lagunas estratigráficas importantes. No obstante, se han identificado todas las biozonas y subzonas del Toarciense superior y Aalenense, con excepción de la Subzona Limitatum del Aalenense terminal.

Para analizar las asociaciones de foraminíferos, se han estudiado 13 muestras correspondientes a materiales que abarcan desde el Toarciense superior (Biozona Aalensis, Subzona Aalensis) hasta el Bajociense inferior (Biozona Laeviuscula).

Toarciense superior

Biozona Aalensis

Subzona Aalensis p.p. (niveles 9 – 14)

Los materiales correspondientes a la parte superior de esta subzona están constituidos por calizas «mudstones» y niveles de margocalizas. Las asociaciones de ammonites registradas contienen *Pleydellia aalensis* (Zieten) y *P. falcifer* Maubeuge.

Las especies de foraminíferos presentes en esta subzona tienen, en general, rangos estratigráficos amplios y se han encontrado también en la mayoría de los niveles que se han muestreado en el Aalenense. El número de ejemplares y de especies es bajo y los taxones identificados son *Citharina colliezi* (Terquem) [lám. 1, fig. 12], *Nodosaria regularis* Terquem, *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, *Astacolus varians* (Bornemann), *Lenticulina münsteri* (Roemer) y *L. subalata* (Reuss). Esta última especie presenta una elevada frecuencia relativa, hecho que se repite a lo largo del Toarciense superior y del Aalenense inferior.

Subzona Buckmani (niveles 15 – 16)

Está representada por margocaliza y caliza con un espesor de 0,26 m. Está caracterizada por la presencia de *Pleydellia buckmani* Maubeuge, *P. leura* Buckman y *P. falcifer* Maubeuge.

Se produce un aumento en el número de ejemplares y en el número de especies respecto a las asociaciones de foraminíferos precedentes. Se registran por primera vez *Nodosaria liassica* Barnard, *Ammobaculites fontinensis* (Terquem), *Astacolus d'orbignyi* (Roemer) y *Nodosaria* sp., además de la mayor parte de las especies identificadas en la subzona anterior (fig. 3). *Lenticulina bochari* (Terquem) y *L. toarcense* Payard sólo se han encontrado en materiales de esta subzona, si bien han sido citadas en el Toarciense inferior y medio de otras cuencas europeas (Riegraf, 1985; Ruget, 1985; Herrero, 1993).

Aalenense

Biozona Opalinum (niveles 17 – 34)

Los materiales de esta biozona tienen un espesor de 2,15 m, de los que aproximadamente 0,85 m corresponden a la Subzona Opalinum y 1,30 m a la Subzona

Comptum. Hacia la parte superior de la biozona los materiales se hacen cada vez más bioclásticos, aumentando el contenido en braquiópodos. Su límite superior coincide con una superficie colonizada por ostreidos (techo del banco 34), que corresponde probablemente a una discontinuidad sedimentaria.

Al igual que en la parte superior de la Biozona Aalensis, las asociaciones de foraminíferos de esta biozona incluyen taxones con un amplio rango estratigráfico. Así, algunas especies, como *Nodosaria regularis* Terquem o *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, están presentes desde el Toarciense superior hasta el techo del Aalenense e incluso llegan al Bajociense inferior.

Subzona Opalinum (niveles 17 – 20)

Caracterizada por *Leioceras opalinum* (Reinecke) y *L. lineatum* Buckman.

Las asociaciones de foraminíferos presentan un escaso número de ejemplares y de taxones. El deficiente estado de conservación de las conchas ha dificultado su determinación a nivel específico, habiéndose identificado las especies *Nodosaria regularis* Terquem, *Astacolus varians* (Bornemann) y *Lenticulina subalata* (Reuss).

Subzona Comptum (niveles 21 – 34)

El límite inferior no ha podido ser marcado con precisión; se ha establecido, provisionalmente, coincidiendo con el último registro de *Leioceras lineatum* Buckman, como ocurre en otras áreas de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Está caracterizada por *L. comptum* (Reinecke) y *Tmetoceras scissum* (Benecke).

En cuanto a los foraminíferos, en la parte superior de esta subzona se encuentran por primera vez *Planularia protracta* (Bornemann), *Eoguttulina liassica* (Strickland), *Planularia cordiformis* (Terquem) y *Lenticulina exgaleata* Dieni. Además, se han identificado especies de los géneros *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Astacolus* y *Spirillina* que estaban presentes en las subzonas anteriores.

En las asociaciones de la parte superior de la Subzona Comptum, al igual que ocurre en las de la Subzona Opalinum, la conservación de los ejemplares es deficiente, quedando muchos de ellos como indeterminables. Sólo se han identificado *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, *Astacolus varians* (Bornemann), *Lenticulina subalata* (Reuss) y *Ammobaculites fontinensis* (Terquem).

Biozona Murchisonae (niveles 35 – 52)

Esta biozona tiene un espesor aproximado de 2,5 m. Las asociaciones de ammonites permiten reconocer las Subzonas Haugi, Murchisonae y Bradfordensis, aunque el límite entre ellas no se ha podido situar con exactitud. En conjunto los materiales de las Subzonas Haugi y Murchisonae tienen 1,5 m de espesor. Son «wackestones» y «packstones» bioclásticos con fragmentos de ammonites, belemnites, bivalvos y numerosos braquiópodos. Algunos de los niveles muestran evidencias de resedimentación y es frecuente la presencia de pequeñas discontinuidades sedimentarias. En contraste, los materiales atribuidos a la Subzona Bradfordensis (1 m) presentan un acusado carácter margoso.

El carácter bioclástico de los materiales correspondientes a esta biozona ha permitido aislar un elevado número de ejemplares de foraminíferos procedentes de la

CILLAMAYOR

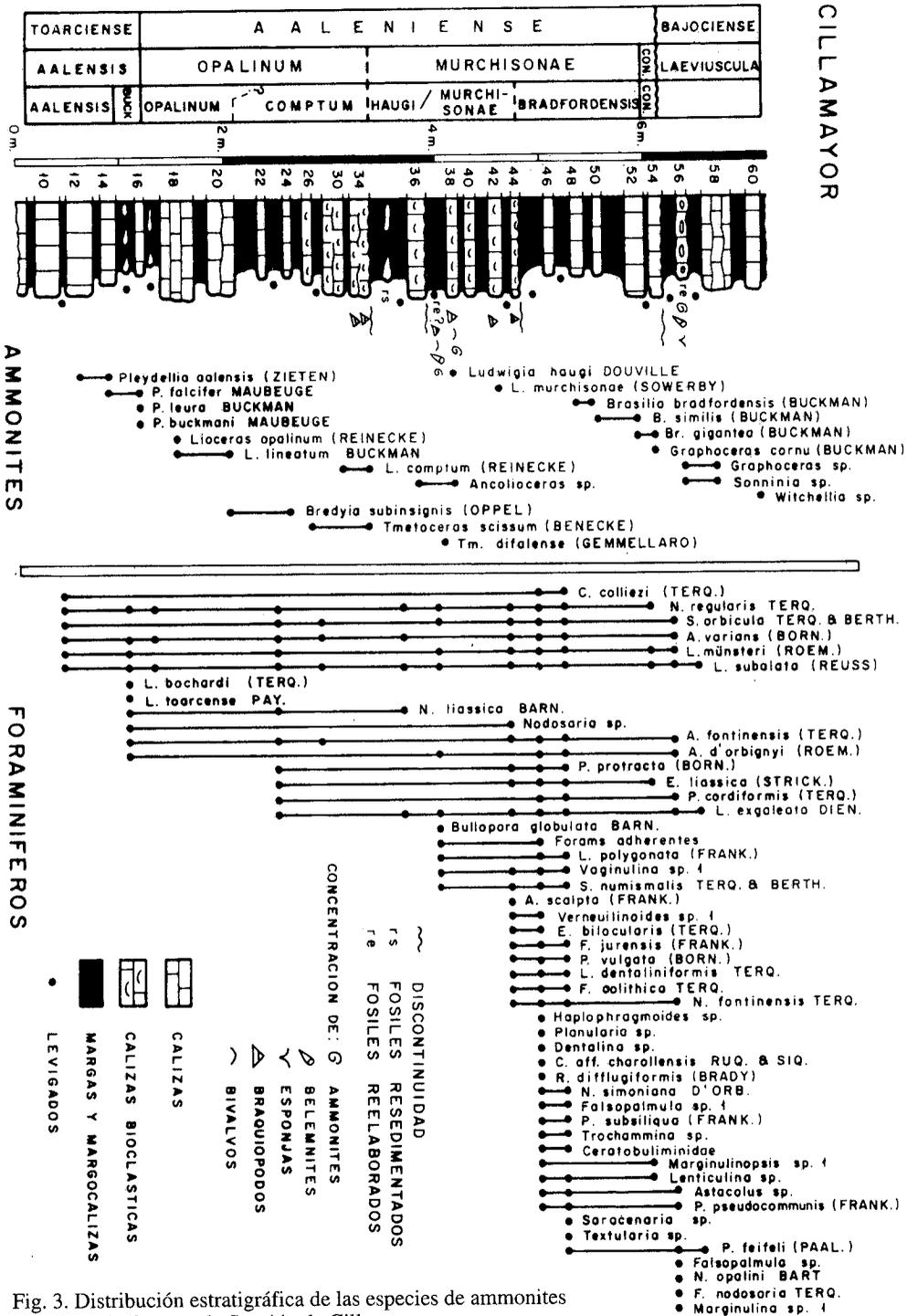


Fig. 3. Distribución estratigráfica de las especies de ammonites y de foraminíferos en la Sección de Cillamayor.
 Fig. 3. Ammonite and foraminiferal range chart of Cillamayor Section

parte superior de las Subzonas Haugi-Murchisonae y de la parte inferior de la Subzona Bradfordensis. A partir de esta biozona la especie *Lenticulina subalata* (Reuss) deja de presentar las abundancias relativas más elevadas, repartiéndose éstas las demás especies del género *Lenticulina*.

Subzona Haugi-Murchisonae (niveles 35 – 44)

Caracterizadas por *Ludwigia haugi* Douville, *L. murchisonae* (Sowerby), *Tmetoceras difalense* (Gemmellaro) y *Ancolloceras* sp.

Respecto a los foraminíferos, en la parte inferior de las Subzonas Haugi-Murchisonae se produce el primer registro de las especies *Lenticulina polygonata* (Franke) [lám. 2, fig. 9], *Spirillina numismalis* Terquem y Berthelin [lám. 1, fig. 9], *Vaginulina* sp. 1 y ejemplares de foraminíferos adherentes. Entre estos últimos, se ha identificado la especie *Bulloporella globulata* Barnard, que junto con *Nodosaria liassica* Barnard se registran en estos niveles por última vez. Junto a ellas se encuentran *Nodosaria regularis* Terquem, *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin [lám. 1, fig. 3], *Astacolus varians* (Bornemann) [lám. 2, fig. 13], *A. d'orbigny* (Roemer) [lám. 2, fig. 4], *Lenticulina münsteri* (Roemer) [lám. 2, fig. 11], *L. subalata* (Reuss) [lám. 2, fig. 7] y *L. exgaleata* Dieni [lám. 2, fig. 5].

En la parte superior de las Subzonas Haugi-Murchisonae se han identificado numerosos taxones de foraminíferos. Se produce el primer registro de *Astacolus scalptus* (Franke), que no se ha encontrado en niveles superiores, *Eoguttulina bilocularis* (Terquem) [lám. 2, fig. 10], *Falsopalmula jurensis* (Franke), *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann) [lám. 2, fig. 1], *Lingulina dentaliniformis* Terquem [lám. 2, fig. 2], *Frondicularia oolithica* Terquem [lám. 2, fig. 3], *Nodosaria fontinensis* Terquem [lám. 1, fig. 6] y *Verneuilinoides* sp. 1. Exceptuando *Astacolus d'orbigny* (Roemer), se han identificado todas las especies presentes en la parte inferior de la subzona junto con *Ammobaculites fontinensis* (Terquem) [lám. 1, fig. 2], *Planularia protracta* (Bornemann) y *Eoguttulina liassica* (Strickland).

Subzona Bradfordensis (niveles 45 – 52)

Caracterizada por *Brasilia bradfordensis* (Buckman), *B. similis* (Buckman) y *B. gigantea* (Buckman).

Para el estudio de los foraminíferos de esta subzona se han muestreado los niveles inferiores, los cuales presentan, como se ha indicado anteriormente, un alto número de ejemplares y de taxones. Se han identificado numerosas especies que restringen su distribución estratigráfica a este intervalo y se produce el último registro de 11 taxones (fig. 3) cuya aparición tiene lugar fundamentalmente en el Aalenense, Biozona Murchisonae. Se han reconocido todas las especies citadas con anterioridad, además de *Haplophragmoides* sp., *Planularia* sp., *Dentalina* sp., *Citharina* aff. *charollensis* Ruget y Sigal, *Reophax difflugiformis* (Brady) [lám. 1, fig. 1], *Nodosaria simoniana* d'Orbigny [lám. 1, fig. 7], *Falsopalmula* sp. 1, *Prodentalina subsiliqua* (Franke) [lám. 1, fig. 11], *Trochammina* sp., *Saracenaria* sp., *Textularia* sp., representantes de la familia Ceratobulminidae [lám. 2, fig. 8], *Marginulinopsis* sp. 1, *Lenticulina* sp., *Astacolus* sp., *Prodentalina pseudocommunis* (Franke) [lám. 1, fig. 4] y *Paalzowella feifeli* (Paalzow) [lám. 2, fig. 6]. Estas 5 últimas pasan a las siguientes subzonas.

Biozona Concavum: Subzona Concavum (niveles 53 – 54)

Está representada por margocaliza y caliza con un espesor de 0,15 m. Estos materiales incluyen *Graphoceras cornu* (Buckman) y *Brasilia gigantea* (Buckman) que caracterizan esta subzona.

Como consecuencia del pequeño espesor de esta biozona, tan solo ha sido posible estudiar las asociaciones de foraminíferos procedentes del nivel 53, asignado a la Subzona Concavum. El número de ejemplares y de taxones es bajo. No se ha reconocido ninguna especie que no haya sido identificada en niveles más antiguos. Las especies *Nodosaria regularis* Terquem, con una frecuencia relativa del 10%, *Eoguttulina liassica* (Strickland), *Marginulinopsis* sp. 1 y *Lenticulina* sp. se registran por última vez en la Subzona Concavum.

Bajociense

Biozona Laeviuscula

Por encima de los niveles correspondientes a la Subzona Concavum, se encuentra un nivel de removilización con fósiles reelaborados de ammonites, belemnites y esponjas. Esta asociación es la misma que aparece en el nivel de removilización situado en posición análoga en la sección de San Andrés. Entre los ammonites reelaborados se han reconocido *Graphoceras* sp. y *Sonninia* sp. La presencia de *Witchellia* sp., inmediatamente por encima, hace que atribuyamos estos materiales a la Biozona Laeviuscula. Por lo tanto, el límite entre el Aaleniense y el Bajociense queda situado coincidiendo con la discontinuidad que supone la base de este nivel de removilización. La laguna que representa abarcaría, al menos, la Subzona Limitatum del Aaleniense y la Biozona Discites del Bajociense.

En cuanto a los foraminíferos, en esta biozona se produce el primer registro de las especies *Nodosaria opalini* Bartenstein (lám. 1, fig. 10), *Frondicularia nodosaria* Terquem, *Marginulina* sp. y *Falsopalmula* sp. junto a especies registradas en el Toarciense superior y en el Aaleniense, como *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin, *Astacolus varians* (Bornemann), *A. d'orbigny* (Roemer), *Lenticulina münsteri* (Roemer), *L. subalata* (Reuss), *L. exgaleata* Dieni, *Ammobaculites fontinensis* (Terquem), *Planularia cordiformis* (Terquem) [lám. 2, fig. 12], *Nodosaria fontinensis* Terquem, *Paalzowella feifeli* (Paalzow), *Prodentolina pseudocommunis* (Franke) y *Astacolus* sp.

INTERPRETACIÓN Y CONCLUSIONES

Los materiales correspondientes al Torciense superior y Aaleniense en las secciones estudiadas presentan, en líneas generales, características litológicas relativamente homogéneas. Están constituidos por sucesiones rítmicas de margas, margocalizas y calizas fosilíferas ricas en materia orgánica. Estos depósitos corresponden a un medio de plataforma carbonática abierta con sedimentación de tipo pelágico. Sin embargo, se aprecian notables diferencias de espesor, ya que mientras en Cillamayor su desarrollo es aproximadamente de 5 m, en San Andrés alcanza espesores cercanos a los 20 m. Estas diferencias de espesor, unido al carácter generalmente más bioclástico que presenta Cillamayor, puede ser atribuido a la posición más

marginal que ocuparía esta localidad con respecto a San Andrés dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica. No obstante, se constata entre ambas secciones una similitud respecto al desarrollo de las facies. Desde el Toarciense superior hasta la Subzona Murchisonae, los materiales van mostrando progresivamente caracteres indicativos de una mayor energía hidrodinámica en el medio. Esta tendencia, que culmina con el desarrollo de una marcada discontinuidad, es interrumpida bruscamente, al comienzo de la Subzona Bradfordensis, con el inicio de una sedimentación fundamentalmente margosa. La presencia de «mudstones» hasta el Bajociense indicaría un ambiente de relativa tranquilidad. Estas condiciones sólo son interrumpidas a comienzos de la Subzona Concavum con un nuevo episodio de aumento de energía, representado en ambas localidades por un nivel de removilización con fósiles reelaborados.

Las discontinuidades son frecuentes en estos materiales. A nivel regional las más importantes son las desarrolladas en el techo de la Subzona Murchisonae y en la base de la Subzona Concavum. Esta última en San Andrés tiene un rango bioestratigráfico inferior a una subzona pero en Cillamayor implica una laguna estratigráfica que abarca al menos la Subzona Limitatum del Aaleniense y la Biozona Discites del Bajociense.

En las asociaciones de foraminíferos estudiadas se han identificado 53 especies, pertenecientes a 30 géneros, 16 familias y 5 subórdenes. De todas ellas 25 son comunes a las dos secciones, 21 se han identificado sólo en el perfil de Cillamayor y 7 se han reconocido sólo en San Andrés. Tanto el número de ejemplares obtenidos como el número de especies identificadas es más elevado en Cillamayor que en San Andrés.

Todas las asociaciones de foraminíferos se caracterizan por el predominio de los representantes del suborden Lagenina, familia Vaginulinidae. Los subórdenes Textulariina y Spirillinina están representados por pocas especies y muestran frecuencias relativas inferiores al 25%. Las frecuencias relativas más elevadas corresponden, en la mayoría de los casos, a las especies del género *Lenticulina*. En Cillamayor, por lo general, a *Lenticulina subalata* (Reuss), mientras que en San Andrés a *Lenticulina münsteri* (Roemer). Asimismo cabe destacar que las frecuencias relativas de *Nodosaria regularis* Terquem superan el 10% en algunos niveles en las dos secciones.

Las asociaciones correspondientes a los materiales del Toarciense terminal son pobres en ambas secciones, aumentando la diversidad a partir del Aaleniense inferior (Biozona Opalinum) en San Andrés, y a partir del Aaleniense medio (Biozona Murchisonae) en Cillamayor. Desde la parte media de la Subzona Bradfordensis hasta el techo del Aaleniense se produce un notable empobrecimiento en las asociaciones en número de ejemplares y en número de especies. Para este intervalo se han identificado 8 especies en la sección de San Andrés y 6 en Cillamayor.

Los rangos estratigráficos de las especies comunes a ambas secciones son muy similares, al menos a nivel de biozona de ammonites; si bien la aparición de algunas especies se produce en Cillamayor con cierto retraso. Así, las especies *Spirillina numismalis* Terquem y Berthelin, *Nodosaria fontinensis* Terquem, *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann), *Falsopalmula jurensis* (Franke), *Eoguttulina bilocularis* (Terquem), *Astacolus scalptus* (Franke) y *Prodentalina subsiliqua* (Franke), identificadas en la Biozona Opalinum en la sección de San Andrés, tienen su primer registro en Cillamayor en materiales de la base de la Biozona Murchisonae. La especie *Citharina colliezi* (Terquem) muestra en Cillamayor un amplio rango estratigráfico,

mientras que en San Andrés sólo se ha identificado en la Biozona Opalinum, Subzona Comptum. *Ammobaculites fontinensis* (Terquem), ya presente en los materiales del Toarciense superior en Cillamayor, se encuentra por primera vez en San Andrés en materiales de la Biozona Opalinum, Subzona Opalinum. La especie *Lenticulina exgaleata* Dieni ha sido identificada en materiales del extremo techo de la Subzona Buckami (Canales, en prensa) en San Andrés y en la Subzona Comptum en Cillamayor. Cabe destacar que este taxón no ha sido citado, con anterioridad, en materiales por debajo del Aalenense superior en otras cuencas europeas y del N de Africa.

Todas las asociaciones estudiadas pueden incluirse en las denominadas «asociaciones de tipo boreal». No se han encontrado taxones típicos del dominio tethysico.

AGRADECIMIENTOS

A D. Eulogio Martín Castellanos por el trabajo fotográfico realizado y a D. José Del Moral por la delineación de las figuras.

BIBLIOGRAFÍA

- Assens, J. 1971. Excursión a las secciones de Montoria y Quintanaopio. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 631-636, 4 figs.
- Canales, M. L. 1992. *Estudio sistemático de los foraminíferos del Aalenense en el Sector Occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Geológicas. Univ. Complutense de Madrid, 181 pp., 17 figs., 6 láms. (Inédita).
- Canales, M. L. 1993. *Lagenina* (Foraminiferida) del Aalenense en el sector suroccidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *Colpa* (En prensa).
- Ciry, R. 1940. Étude Géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **74**: 1-528, 74 figs., 13 láms.
- Comas-Rengifo, M. J., Goy, A., Rivas, P. y Yébenes, A. 1988. El Toarciense en Castillo Pedroso (Santander). *Ciencias de la Tierra. Geología*, **11**: 63-71, 2 figs.
- Dahm, H. 1966. Stratigraphie und Paläogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien). *Beih. Geol. Jb.*, **44**: 13-54, 9 figs.
- Del Olmo, P. y Ramírez del Pozo, J. 1978. Mapa Geológico de España, Hoja 108 Las Rozas, 1:50.000. *Inst. Geol. Min. España*, 1-34, 1 mapa.
- Fernández-López, S. 1988. El Bajociense superior y Bathoniense inferior en Mataporquera (Santander). *Ciencias de la Tierra. Geología*, **11**: 73-84, 2 figs.

- Fernández-López, S., Goy, A. y Ureta, S. 1988. El Toarciense superior, Aalenicense y Bajociense en Camino (Santander). Precisiones bioestratigráficas. *Ciencias de la Tierra. Geología*, **11**: 47-62, 3 figs.
- Goy, A., Martínez, G. and Ureta, S. 1990. The Upper Toarcian and the Aalenian in the Puerto de Pozazal area (Western Vasco-Cantabrian Basin, Northern Spain). *6th. Meet. Eur. Geol. Soc. Abstracts*, p. 31.
- Goy, A., Martínez, G. et Ureta, S. 1991. Le Toarcien dans la région de Pozazal-Reinosa (Chaîne Cantabrique Orientale, Espagne). *3rd. Int. Symp. Jur. Str.* (En prensa).
- Goy, A. et Ureta, S. 1991. L'Aalenian dans le Bassin Basque-Cantabrique (Espagne). *3rd. Int. Symp. Jur. Str.* (En prensa).
- Herrero, C. 1993. *Los foraminíferos del Toarciense de la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Doctorales, 87/93: 524 pp., 47 figs., 63 tab., 28 láms. Univ. Complutense de Madrid.
- Loeblich A. R. and Tappan H. 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company. 2 vols:1-970, 847 láms. New York.
- Martínez, G. 1993. Hammatoceratinae (Ammonitina) del Toarciense superior y Aalenicense en la Cordillera Ibérica. Colección Tesis Doctorales, 374/92: 331 pp., 58 figs., 40 láms. Univ. Complutense de Madrid.
- Pujalte, V., Robles, S. y Valles, J.C. 1988. El Jurásico marino de las zonas de alto sedimentario relativo del borde SW de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Rebolledo de la Torre, Palencia). *Ciencias de la Tierra. Geología*, **11**: 85-93, 4 figs.
- Quesada, S., Robles, S. y Valles, J. C. 1991. Correlación secuencial y sedimentológica entre registro de sondeos y series de superficie del Jurásico Marino de la Cuenca de Santander (Cantabria, Palencia y Burgos). *Geogaceta*, **10**: 3-6, 3 figs.
- Ramírez del Pozo, J. 1969. Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica): Resumen. *Acta Geológica Hispánica*, **4** (3): 49-59.
- Ramírez del Pozo, J. 1971a. Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica). *Memorias I.G.M.E.*, **78**: 3 vols, 357 pp., 50 figs., 19 tabs., 138 láms.
- Ramírez del Pozo, J. 1971b. Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 491-508, 4 figs.

- Rat, P. 1988. The Basque-Cantabrian basin between the Iberian and European plates: some facts but still many problems. *Rev. Soc. Geol. España*, **1** (3-4): 327-348, 8 figs.
- Riegraf, W. 1985: Mikrofaune, Biostratigraphie und Fazies im Unteren Toarcium Südwestdeutschlands und Vergleiche mit Benachbarten Gebieten. *Tübinger Mikropaläont*, **3**: 1-233.
- Robles, S., Pujalte, V. y Valles, J. C. 1988. Sistemas sedimentarios del Jurásico de la parte occidental de la Cuenca Vasco-Cantábrica. *Ciencias de la Tierra. Geología*, **11**: 1-15, 2 figs.
- Ruget, C. 1985. Les foraminifères (nodosariidés) du Lias de l'Europe Occidentale. *Doc. Lab. Geol. Lyon*, **94**: 1-273, 48 figs., 9 tabs., 48 láms.
- Schaaf, D. 1986. Der Jura der Kantabrischen Ketten (Nordspanien). Genese und Evolution eines speziellen marinen sedimentationsraumes. *Dissert. Dokt., Fak. eberharkarls. Univ. Tübingen*, 190 pp, 54 figs., 11 láms.
- Villalobos, L. 1971. Excursión al corte de Dos Hermanas y sección de Nacedero de Iribas. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 625-630, 5 figs.
- Villalobos, L. y Ramírez del Pozo, J. 1971. Estratigrafía del Jurásico del NW de Navarra. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **2**: 541-558, 6 figs.
- Wagner, R. H., Carballera, J., Ambrose, T., Martínez-García, E. y López-Rico, J. 1984. Mapa Geológico de España, Hoja 107 Barruelo de Santullán, 1: 50.000. *Inst. Geol. Min. España*, 113 pp, 1 mapa.

Lámina 1/Plate 1

Fig. 1. *Reophax difflugiformis* (Brady). Cillamayor. CY. 45. 24. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 2. *Ammobaculites fontinensis* (Terquem). Cillamayor. CY. 45. 21. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 3. *Spirillina orbicula* Terquem y Berthelin. Cillamayor. CY.45.32. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 4. *Prodentalina pseudocommunis* (Franke). Cillamayor. CY. 45. 34. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 5. *Nodosaria regularis* Terquem. San Andrés. SA.467.1. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 6. *Nodosaria fontinensis* Terquem. Cillamayor. CY. 45.31. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 7. *Nodosaria simoniana* d'Orbigny. Cillamayor. CY.45.30. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 8. *Nodosaria liassica* Barnard. San Andrés. SA.415.9. Biozona Opalinum. Subzona Comptum.

Fig. 9. *Spirillina numismalis* Terquem y Berthelin. Cillamayor. CY.45.16. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 10. *Nodosaria opalini* Bartenstein. Cillamayor. CY.55.40. Biozona Laeviuscula.

Fig. 11. *Prodentalina subsiliqua* (Franke). Cillamayor. CY.47.35. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

Fig. 12. *Citharina colliezi* (Terquem). Cillamayor. CY. 45.20. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

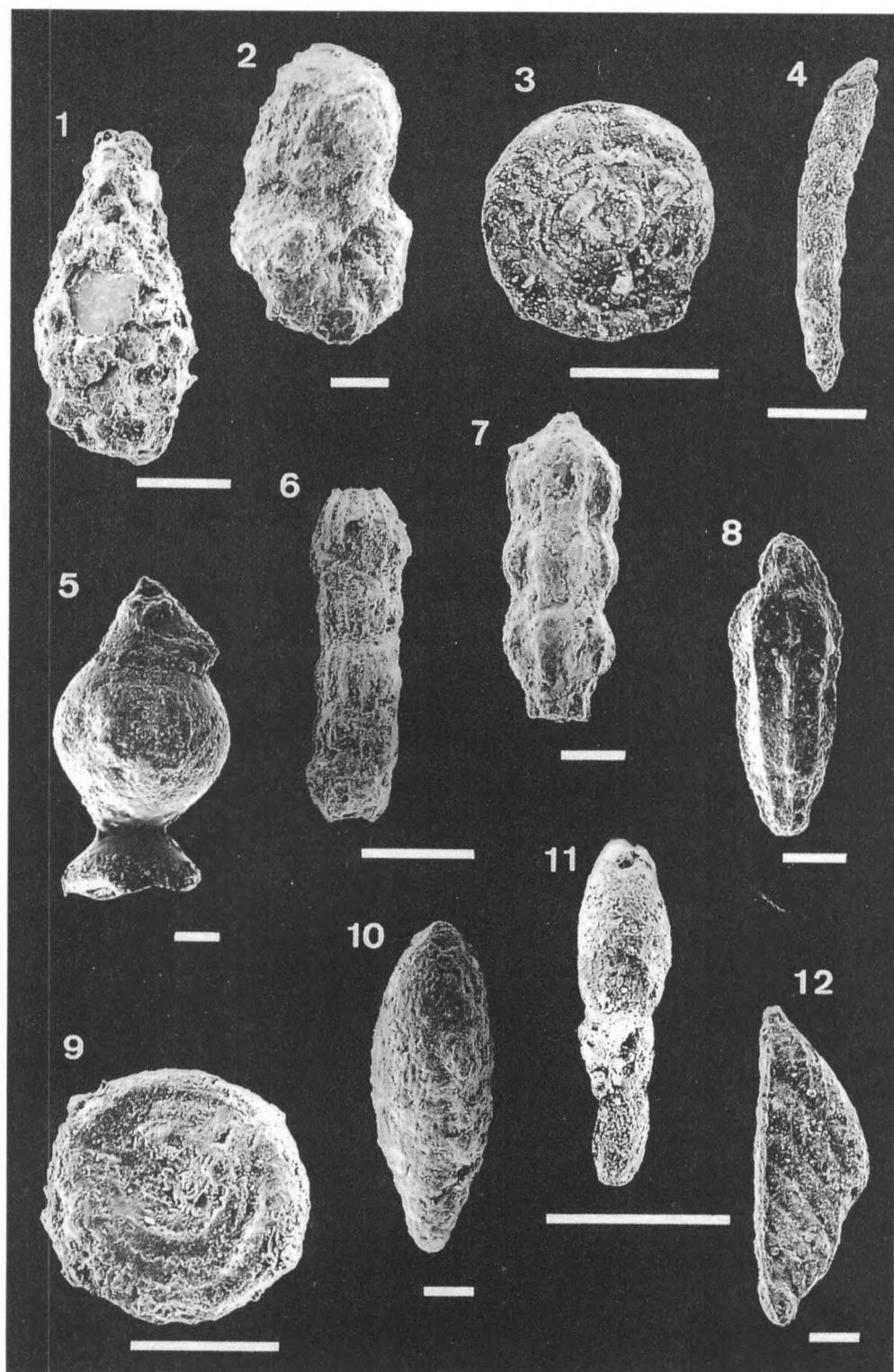


Lámina 2/Plate 2

- Fig.1. *Pseudonodosaria vulgata* (Bornemann). Cillamayor. CY.45.27. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig.2. *Lingulina dentaliniformis* Terquem, Cillamayor. CY.47.13. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 3. *Frodicularia oolithica* Terquem. Cillamayor. CY.47.11. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 4. *Astacolus d'orbignyi* (Roemer). Cillamayor. CY.45.18. Biozona Murchisonae, Subzona Bradfordensis.
- Fig. 5. *Lenticulina exgaleata* Dieni. Cillamayor. CY.43.8. Biozona Murchisonae. Subzona Haugi-Murchisonae.
- Fig. 6. *Paalzowella feifeli* (Paalzow). Cillamayor. CY.55.43. Biozona Laeviuscula.
- Fig. 7. *Lenticulina subalata* (Reuss). Cillamayor. CY.45.15. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 8. *Ceratobuliminidae*. Molde interno. Cillamayor. CY.45.23. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 9. *Lenticulina polygonata* (Franke). Cillamayor. CY.37.5. Biozona Murchisonae. Subzona Haugi-Murchisonae.
- Fig. 10. *Eoguttulina bilocularis* (Terquem). Cillamayor. CY.45.14. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 11. *Lenticulina münsteri* (Roemer). Cillamayor. CY.45.7. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 12. *Planularia cordiformis* (Terquem). Cillamayor. CY.47.36. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.
- Fig. 13. *Astacolus varians* (Bornemann). Cillamayor. CY.45.9. Biozona Murchisonae. Subzona Bradfordensis.

