

BIOESTRATIGRAFÍA INTEGRADA DEL CRETÁCICO SUPERIOR (CENOMANIENSE SUPERIOR-SANTONIENSE) DE LA REGIÓN VASCOcantábrica

Ricard MARTÍNEZ¹, Marcos A. LAMOLDA², Amalia GOROSTIDI², Gregorio LÓPEZ¹ y Robert SANTAMARÍA¹

¹ Dpto. Geología. Facultat Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

² Dpto. Estratigrafía, Geodinámica y Paleontología. Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 Bilbao.

Martínez, R., Lamolda, M.A., Gorostidi, A., López, G., y Santamaría, R. 1996. Bioestratigrafía integrada del Cretácico Superior (Cenomaniense Superior-Santonense) de la región Vascocantábrica. [Integrate biostratigraphy of Upper Cretaceous (Upper Cenomanian-Santonian) of the Vasco Cantabrian region]. *Revista Española de Paleontología*, N° Extraordinario, 160-171. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

From the Upper Cenomanian to the Santonian of the Vasco Cantabrian Region fifteen biostratigraphical units based on ammonites, twelve on inoceramids, seven on planktonic foraminifera and three on calcareous nanofossils (Cenomanian-Lower Coniacian) have been identified. The integrated biostratigraphy based on those data has allowed us to characterize these stages and some of their boundaries.

Keywords: ammonites, inoceramids, planktonic foraminifera, calcareous nanofossils, Cenomanian, Turonian, Coniacian, Santonian, north Spain.

RESUMEN

Desde el Cenomaniense superior al Santoniense de la región Vasco Cantábrica se reconocen quince unidades bioestratigráficas basadas en ammonites, doce en inocerámidos, siete en foraminíferos planctónicos y tres en nanofósiles calcáreos (Cenomaniense-Coniaciense inferior). La integración de estos datos permite caracterizar con cierta precisión estos pisos y algunos de sus límites.

Palabras clave: ammonites, inocerámidos, foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos, Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, norte de España.

INTRODUCCIÓN

Los sedimentos del Cretácico Superior de la Región Vasco Cantábrica presentan, asociados en muchas de sus secuencias, gran abundancia de macro y micro fauna de diversos grupos como ammonites, inocerámidos, equínidos, braquiópodos, foraminíferos planctónicos, nanofósiles calcáreos, ostrácodos, etc... Esto los hace especialmente aptos para los estudios bioestratigráficos.

Desde el año 1984, los dos primeros autores de este trabajo, con la posterior incorporación de los restantes, han venido realizando estudios sistemáticos y de bioestratigrafía integrada sobre algunas de estas faunas: ammonites (R. Santamaría y R. Martínez), inocerámidos (G. López), foraminíferos planctónicos (M. A. Lamolda) y nanofósiles calcáreos (A. Gorostidi). En este trabajo se sintetizan los resultados bioestratigráficos obtenidos durante el desarrollo de estos proyectos. Buena parte de ellos, tratados individualmente por grupos faunísticos, ya habían sido publicados total o parcialmente (Gorostidi, 1993; Lamolda, 1977 y 1984; López, 1992 y 1994; López y Santamaría, 1992 y Santamaría, 1991 y 1992). Por razones de espacio, omi-

mos los antecedentes bioestratigráficos de esta región, puesto que ya han sido tratados ampliamente en los trabajos arriba citados.

El Cenomaniense superior, Turoniense y su límite con el Coniaciense inferior se ha estudiado en la Cuenca de Estella, secciones de Ganuza-Ollogoyen (Navarra) con fauna de ammonites, inocerámidos, foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos. El Coniaciense y el Santoniense se ha estudiado en el valle de Losa y en la Plataforma Norcastellana (secciones de los alrededores de Villamartín y Sedano, en Burgos) con fauna de ammonites, inocerámidos, foraminíferos y planctónicos y nanofósiles calcáreos (Fig. 1).

Presentamos pues en un primer apartado las unidades bioestratigráficas reconocidas para cada grupo faunístico en el área estudiada, desde el Cenomaniense hasta el Santoniense. En el siguiente apartado presentamos la correlación bioestratigráfica realizada en base a la integración de los datos de cada grupo y los eventos faunísticos que caracterizan cada uno de los pisos tratados.

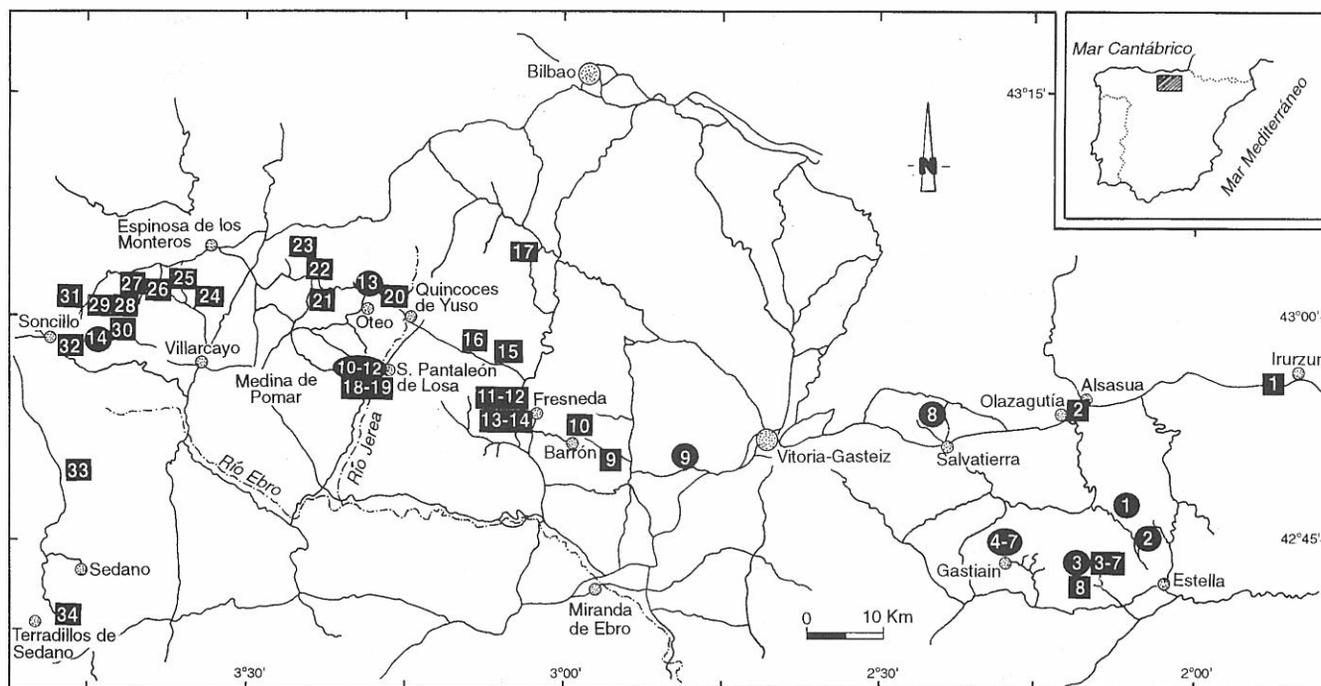


Figura 1. Situación geográfica del área estudiada, indicándose series y yacimientos, según López (1994-en prensa). Series (cuadrado): 1: Izurdiaga; 2: Olazagutía; 3: Ganuza-V; 4: Ganuza-IV; 5: Ganuza-III; 6: Ganuza-II; 7: Ganuza-I; 8: Ollogoyen; 9: Ormijana; 10: Barrón; 11: Astúlez; 12: Astúlez Norte; 13: Fresneda; 14: Fresneda Norte; 15: Mambriga; 16: Villacian; 17: Menoyo; 18: Bóveda; 19: San Pantaleón-I; 20: Oteo; 21: Lastras de la Torre; 22: Villaventín; 23: Lastras de las Heras; 24: Torne; 25: Hornillalatorre; 26: La Mesa; 27: Cueva de Ojo Guareña; 28: Villamartín; 29: Villamartín Oeste; 30: Puente de I; 31: Pedrosa; 32: Soncillo-I; 33: Turzo y 34: Nidáguila. Yacimientos (círculo): 1: Venta de Barindano; 2: Echevarri; 3: Ollogoyen-II; 4: Gastiain-IV; 5: Gastiain-III; 6: Gastiain-II; 7: Gastiain-I; 8: Zuazu; 9: Ollobarren; 10: San Pantaleón-III; 11: San Pantaleón-II; 12: Río Jerea; 13: Castresana y 14: Puente de I-II.

BIOESTRATIGRAFÍA

AMMONITES

Asociación con *Eucalycoceras rowei*

Definición: queda definida por la aparición de la especie *Eucalycoceras rowei* (Spath).

Asociación: *Eucalycoceras* sp., *Eucalycoceras* sp. juv., *Euomphaloceras* aff. *euomphalum* (Sharpe), *Euomphaloceras* sp., *Scaphites* aff. *obliquus* (Sowerby), *S.* sp. gr. *equalis-obliquus*, *S. bituberculatus* Santamaría y *Kamerunoceras* aff. *puebloense* (Cobban y Scott).

Edad: la presencia de *Eucalycoceras rowei* y, en menor medida, de *Euomphaloceras* aff. *euomphalum* y los escafitidos del grupo *equalis-obliquus*, permiten correlacionar esta asociación con la Zona estándar de *Calycoceras guerangeri*, y por lo tanto asignarle una edad de Cenomaniense superior, parte inferior.

Intervalo sin registro intra-Cenomaniense superior: la ausencia de fauna debida a la falta de afloramientos ha impedido el reconocimiento de ninguna Biozona entre las asociaciones de *Eucalycoceras rowei* y *Neocardioceras* sp. Este intervalo sin registro debería coincidir con la Zona estándar de *Metoicoceras geslinianum*, cuya edad es parte media del Cenomaniense superior.

Asociación con *Neocardioceras* sp.

Definición: queda definida por la aparición de un único ejemplar de *Neocardioceras* sp.

Edad: la presencia de *Neocardioceras* indica una probable correlación con la Zona de *Neocardioceras juddii*, cuya edad es parte superior del Cenomaniense superior.

Asociación con *Choffaticeras quaasi*

Definición: queda definida con la aparición de la especie índice, y se extiende hasta la primera aparición de *Mammites nodosoides* (Schlüter).

Asociación: además de la especie índice, *Placentoceras* sp., *Spathites* (*Jeanrogericeras*) *reveliereanus* (Courty) y *Sciponoceras bohemicum* (Fritsch), todas ellas con apariciones puntuales. Otras especies presentes pero que también aparecen en la asociación siguiente son *Spathites* (*Jeanrogericeras*) *obliquus* (Karrenberg), *S. (J.)* cf. *reveliereanus* (Courty), *Thomasites* gr. *gongilensis-koulabicus* y *Puebloites* sp.

Edad: la aparición de *C. quaasi* en el norte de España indica un Turoniense bajo, correlacionable con la Zona de *Watinoceras coloradoense*, cuya edad es de parte inferior del Turoniense inferior.

Biozona de intervalo de *Mammites nodosoides*

Definición: queda definida por la aparición de la especie índice, y se extiende hasta la primera aparición de *Kamerunoceras turoniense* (d'Orbigny).

Asociación: aparte de la especie índice, *Choffaticeras pavillieri* (Pervinrière), *Kamerunoceras puebloense* (Cobban y Scott), que puede aparecer por debajo de *M. nodosoi-*

des, *Fagesia pachydiscoides* Spath, *F. aff. rudra*, *F. sp.*, *Thomasites* cf. "meslei" (Pervinquière), *Donenriquoceras forbesiceratiforme* Wiedmann, *Spathites (Jeanrogericeras) subconciliatus* (Choffat), *Pachydesmoceras linderi* (de Grossouvre) y *Lecointraceras fleuriasianum* (d'Orbigny). Otras especies, que aparecen por primera vez en la asociación anterior, son *Spathites (Jeanrogericeras) obliquus* (Karrenberg), *S. (J.) reveliereanus* (Courty), *S. (J.) cf. reveliereanus*, *Thomasites* gr. *gongilensis-koulabicus* y *Puebloites* sp.

Edad: *Mammites nodosoides* es una especie cosmopolita que define la parte alta del Turoniense inferior (Zona de *M. nodosoides*) en el área tipo y en muchos otros lugares del mundo.

Asociación con *Kamerunoceras turoniense*

Definición: queda definida por la aparición de la especie índice. Su límite superior queda marcado por la aparición de *Romaniceras (Romaniceras) kallei* (Zázvorka).

Asociación: otras especies que aparecen asociadas son *Pachydesmoceras* cf. *denisionanum* (Stoliczka) y *Fagesia* sp., mientras que *Pachydesmoceras linderi* (de Grossouvre) y *Puebloites* sp. aparecen en asociaciones anteriores.

Edad: sus límites coinciden con la Zona de *K. turoniense* reconocida en Francia, la cual es equivalente al primer tercio de la Zona estándar de *Collignoniceras woollgari*, cuya edad es parte inferior del Turoniense medio.

Asociación con *Romaniceras (R.) kallei*

Definición: queda definida por la presencia de la especie índice, y se extiende hasta la aparición de *Romaniceras (R.) deverianum* (d'Orbigny).

Asociación: junto a la especie índice, *Romaniceras (R.) aff. mexicanum* (Jones), *R. (R.) nov. sp.*, *R. (Yubariceras) ornatissimum* (Stoliczka), *Romaniceras* sp., "Tunesites" sp., *Kamerunoceras* sp., *Collignoniceras* cf. *boreale* y *Coilopoceras?* sp. Especies que también aparecen en asociaciones superiores son *Scaphites geinitzii* d'Orbigny y *S. cf. diana* Wright.

Edad: esta asociación se puede considerar equivalente a las Zonas de *R. kallei* y *R. ornatissimum* de los autores franceses, que son a su vez equivalentes al segundo tercio de la Zona estándar de *Collignoniceras woollgari*, cuya edad es parte media del Turoniense medio.

Asociación con *Romaniceras (R.) deverianum*

Definición: queda definida por la aparición de la especie índice y se extiende hasta la primera aparición de *Subprionocyclus* sp. gr. *neptuni-hitchinensis*.

Asociación: *Phylloceras (Hypophylloceras)* sp. 2 y *Puzosia (Puzosia)?* sp. Otras especies que también aparecen en asociaciones anteriores son *Scaphites geinitzii* d'Orbigny y *S. cf. diana* Wright.

Edad: *R. deverianum* es una especie que según los autores franceses (especialmente Amédéo *et al.* 1982a, 1982b), señala el comienzo del Turoniense superior, Zona de *R. deverianum*. Sin embargo, Kennedy (1985) propuso formalmente que la base del Turoniense superior fuera definida en la base de la Zona de *Subprionocyclus neptuni*. Así,

R. deverianum quedaría situada en la parte más alta del Turoniense medio.

Asociación con *Subprionocyclus* sp. gr. *neptuni-hitchinensis*

Definición y Asociación: queda definida por la aparición de la especie índice, a la que se adiciona únicamente *Hyphantoceras reussianum* (d'Orbigny). Otras especies que aparecen también en asociaciones inferiores, y que probablemente se extienden hasta niveles equivalentes a ésta son *Puebloites* sp., *Sciponoceras bohemicum* subesp. inc. y *Sciponoceras* sp. Su límite superior no se ha podido determinar.

Edad: siguiendo el criterio de Kennedy (1985), se considera que la aparición de las especies de *Subprionocyclus* marcan la base del Turoniense superior, por lo que se le asigna a esta asociación una edad de Turoniense superior.

Intervalo sin registro del Coniaciense inferior

En este estudio no se han recolectado ammonites característicos del Coniaciense inferior. Esto parece debido en buena medida a la ausencia casi total de macrofauna en las secuencias calcáreas de esa edad.

Biozona de intervalo de *Metatissotia ewaldi*

Definición: queda definida por la aparición de *Metatissotia ewaldi* (V. Buch) y/o *Tissotioides (Tissotioides) haplophyllus* (Redtenbacher). Su límite inferior no se ha podido determinar debido a la ausencia de ammonites indicadores del Coniaciense inferior. Se extiende hasta la primera aparición de *Gauthiericeras margae* (Schlüter) o *Prionocycloceras turzoi* (Karrenberg) y/o *P. iberiense* (Basse).

Asociación: son comunes *Metatissotia ewaldi* y *Tissotioides (T.) haplophyllus*, mientras que *Tissotioides (T.) hispanicus* Wiedmann y *Peroniceras (Peroniceras)* sp. aparecen de manera ocasional.

Equivalencias: la presencia de *Metatissotia ewaldi*, *Tissotioides haplophyllus* y *Peroniceras (Peroniceras)* sp. la hace equivalente a la Zona de *Peroniceras (Peroniceras) tri-dorsatum* en el área tipo, cuya edad es Coniaciense medio.

Biozona de intervalo de *Prionocycloceras iberiense*

Definición: queda definida por la primera aparición de *Prionocycloceras iberiense* (Basse) (= *Barroisiceras iberiense* Basse) y/o *P. turzoi* (Karrenberg) (= *Gauthiericeras turzoi* Karrenberg, *G. vallei* Ciry y *Gauthiericeras gordum* Karrenberg), y se extiende hasta la primera aparición de *Protexanites bourgeoisi* (d'Orbigny).

Asociación: *Prionocycloceras iberiense* y *P. turzoi*, ambas abundantes y ampliamente extendidas.

Edad: por estar situada entre la aparición de *Gauthiericeras margae* (inferior) y *Protexanites bourgeoisi* (superior), ambas especies bien conocidas en el Coniaciense superior del área tipo se le asigna una edad de parte inferior del Coniaciense superior.

Subzona de *Gauthiericeras margae*

Definición: cuando se reconoce, queda situada entre las Zonas de *Metatissotia ewaldi* y *Prionocycloceras iberiense*.

Comienza con la primera aparición de la especie índice, y se extiende hasta la primera aparición de *Prionocycloceras turzoi* (Karrenberg) y/o *Prionocycloceras iberiense* (Basse). Su máxima extensión vertical es de 5 m.

Asociación: siempre en número escaso, *Gauthierceras margae* (Schlüter) y un ejemplar determinado como *Gauthierceras* sp., que apareció rodado en niveles algo inferiores.

Edad: *G. Margae* marca el comienzo del Coniaciense superior en el área tipo. A esta subzona se le asigna por lo tanto una edad parte basal del Coniaciense superior.

Biozona de intervalo de *Protexanites bourgeoisi*

Definición y extensión: su base queda definida por la aparición de la especie índice, y se extiende hasta la primera aparición de *Hemitissotia turzoi* Karrenberg.

Asociación: *Protexanites bourgeoisi* (d'Orbigny) aparece de forma abundante. Otras especies más o menos comunes son *Protexanites bontanti* (de Grossouvre), *P. cf. bontanti*, *P. aff. bontanti*, *Protexanites* sp., *Paratexanites desmondi* (de Grossouvre), *P. zeilleri* (de Grossouvre), *Gauthierceras cf. nouelianum* (d'Orbigny), *Yabeiceras?* sp., *Texasia dartoni* Reeside, *Tissotia* sp. 1 y sp. 2 y *Neocrioceras* (*Schlueretella*) sp.

Algunos metros por encima se produce la aparición de *Forresteria?* (*Harleites*) aff. *nicklesi* (de Grossouvre) y *Forresteria?* (*H.*) sp., que ha resultado útil considerarla como un biohorizonte bioestratigráfico distintivo dentro de la zona.

Edad: parte superior del Coniaciense superior, si se acepta su correlación con la base de la Zona de *Paratexanites serratomarginatus*. Sin embargo, su posición relativa dentro del Coniaciense superior en el área estudiada, entre las Zonas de *Prionocycloceras iberiense* y *Hemitissotia* sp., hace que sea posible asignarle una edad de Coniaciense superior parte media.

Subzona de *Forresteria?* (*H.*) aff. *nicklesi*

Definición: cuando se reconoce, queda incluida dentro de la Zona de *Protexanites bourgeoisi*, y se define con la aparición, siempre en un único nivel, de *Forresteria?* (*Harleites*) aff. *nicklesi* (de Grossouvre). Esta se produce después de que han desaparecido las especies típicas de la Zona de *P. bourgeoisi* y antes de la aparición de *Hemitissotia turzoi* Karrenberg.

Biozona de intervalo de *Hemitissotia* sp.

Definición: su base queda definida por la primera aparición de *Hemitissotia turzoi* Karrenberg, y se extiende hasta la aparición de cualquiera de las especies indicadoras del Santoniense.

Asociación: *Hemitissotia turzoi* Karrenberg aparece de manera abundante, mientras que *H. dullai* (Karrenberg) es escasa. *Eulophoceras* nov. sp. puede aparecer en los metros finales de la zona.

Edad: Coniaciense superior parte superior, basada en su posición relativa entre la Zona de *P. bourgeoisi* y el Santoniense.

Zona de extensión de *Placenticerias polyopsis*

Definición: su base queda definida por la aparición de cualquiera de las especies del género *Texanites*, o bien,

menos frecuentemente, por la aparición de *Placenticerias polyopsis* (Dujardin). Ni su extensión ni su límite superior se han podido determinar, debido a la ausencia de fauna diagnóstica del Campaniense, pero se asume que su duración está determinada por el rango de aparición de la especie índice. Datos recientes muestran que *Eupachydiscus isculensis* (Redtenbacher) aparece siempre en niveles superiores, lo que podría facilitar el reconocimiento de dos subzonas: una inferior de *Texanites gallicus* y una superior de *E. isculensis*.

Asociación: las especies más abundantes son *Placenticerias polyopsis* (Dujardin) y *Eulophoceras* nov. sp. Otras especies que aparecen de forma más o menos ocasional son *T. hispanicus* Collignon, *T. gallicus* Collignon, *T. cf. quinquenodosus* (Redtenbacher), *Texanites* sp., *Placenticerias* sp. 1 y sp. 2, *Lenticeras* sp., *Eupachydiscus isculensis* (Redtenbacher), *Pachydiscoides cf. wrighti* Collignon, *Pseudoschloenbachia cf. inconstans* (de Grossouvre), *P. cf. casterasi* Collignon, *Nowakites* sp., *Baculites fuschi* Redtenbacher, *B. incurvatus* (Dujardin), *Baculites* sp. y *Neocrioceras* sp.

Edad: tal y como aquí es definida, esta zona puede ser considerada equivalente a la Zona de *Placenticerias polyopsis* establecida en el área tipo por Kennedy (1983), que abarca la totalidad del Santoniense. Recientemente Hancock (1991) reconoce dentro del Santoniense las subzonas de *Texanites gallicus* (inferior) y *Placenticerias paraplanum* (superior).

INOCERÁMIDOS

Asociación con *Inoceramus* (*Mytiloides*) *submytiloides*

Definición: primeras apariciones de las especies del subgénero *Inoceramus* (*Mytiloides*) Brongniart, en concreto, por la primera aparición de *Inoceramus* (*Mytiloides*) *submytiloides* Seitz o de *I. (My.) wiedmanni* López.

Asociación característica: *Inoceramus* (*Mytiloides*) *submytiloides* Seitz, *I. (My.) wiedmanni* López, *I. (My.) goppelnensis goppelnensis* Sornay e *I. (My.) goppelnensis cf. goppelnensis* Sornay. Ocasionalmente, también pueden aparecer *I. (My.) transiens* Seitz e *I. (My.) cf. transiens* Seitz.

Edad: parte inferior del Turoniense inferior.

Discusión: los inocerámidos permiten delimitar fácilmente el límite Cenomaniense/Turoniense, ello a partir de la aparición de los primeros representantes del "grupo" de *Inoceramus* (*Mytiloides*) *labiatus* Schlotheim, tal como fue propuesto por Seibertz (1979), Tröger (1981) y Birkelund *et al.* (1984). De todas formas, según este criterio, en el Norte de Europa se observa un pequeño solapamiento con *I. (Inoceramus) pictus bohemicus* Leonhard en la base de la Zona 7 de Tröger (1989).

Asociación con *Inoceramus* (*Mytiloides*) *goppelnensis ganuzaensis*

Definición: primera aparición de *Inoceramus* (*Mytiloides*) *goppelnensis ganuzaensis* López.

Asociación: *Inoceramus* (*Mytiloides*) *goppelnensis ganuzaensis* López, *I. (My.) goppelnensis cf. ganuzaensis* López, *I. (My.) mytiloides* Mantell, *I. (My.) goppelnensis* aff. *tourtenayensis* Sornay, *I. (My.) labiatus* (Schlotheim), *I. (My.) transiens* Seitz e *I. (My.) cf. transiens* Seitz.

Edad: parte superior del Turoniense inferior.

Asociación con *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus*

Definición: primera aparición de *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck.

Asociación: *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck, y frecuentes ejemplares de *I. (My.) cf. hercynicus* Petrascheck.

Edad: parte inferior del Turoniense medio, y es equivalente a las Zonas 8-12 de Tröger (1989).

Discusión: el límite inferior/medio no está suficientemente bien definido por medio de la fauna de inocerámidos, como ya puso de manifiesto Tröger (1989). Este límite fué establecido por Seitz (1921), en base a la primera aparición de *Inoceramus (Inoceramus) lamarcki* Parkinson, especie no reconocida en el Norte de España. De todas formas, en otras muchas regiones, como por ejemplo en la cuenca cretácica de Sajonia, la especie *I. (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck aparece asociado a *Collignoniceras woollgari* Mantell, que es un ammonite del Turoniense medio. En el Norte de España no se ha reconocido la presencia de ninguna subespecie de *Inoceramus (Inoceramus) lamarcki* Parkinson (López, 1992 y 1994), que por el contrario son muy frecuentes en el Turoniense medio de Alemania e Inglaterra (Bailey *et al.*, 1983 y 1984, Keller, 1982, Seibertz, 1979, Tröger, 1989 y Woods, 1904-13).

Asociación con *Inoceramus (Inoceramus) cuvieri*

Definición: primera aparición de *Inoceramus (Inoceramus) cuvieri* Sowerby o *I. (I.) inaequivalvis modestus* Tröger.

Asociación: *Inoceramus (Inoceramus) cuvieri* Sowerby e *I. (I.) inaequivalvis modestus* Tröger.

Edad: parte superior del Turoniense medio, y es equivalente a las Zonas 13-17 de Tröger (1989).

Asociación con *Inoceramus (Inoceramus?) frechi*

Definición: primera aparición de *Inoceramus (Inoceramus?) frechi* Flegel.

Asociación: *Inoceramus (Inoceramus?) frechi* Flegel, *I. (Mytiloides) incertus incertus* Jimbo, *I. (My.) labiatoidiformis* Tröger, *I. (My?) striatoconcentricus striatoconcentricus* Gümbel e *I. (My?) striatoconcentricus aff. carphaticus* Simionescu.

Edad: Turoniense superior, y es equivalente a las Zonas 17-20 de Tröger (1989).

Discusión: en la parte inferior de esta asociación existe un solapamiento con la asociación anterior, y esta parte correspondería a la Zona 17 de Tröger (1989).

Asociación con *Inoceramus (Cremnoceramus) erectus*

Definición: primeras apariciones de *Inoceramus (Cremnoceramus) erectus* Meek, *I. (Cre.) schloenbachi* Böhm e *I. (Cre.) ernsti* Heinz.

Asociación: *Inoceramus (Cremnoceramus) erectus* Meek, *I. (Cre.) schloenbachi* Böhm e *I. (Cre.) ernsti* Heinz.

Edad: Coniaciense inferior, y es equivalente a las Zonas 20 y 21 de Tröger (1989).

Discusión: esta asociación está representada por escasos ejemplares. La presencia de *Inoceramus (Cremnoceramus)*

schloenbachi, *I. (Cre.) erectus* Meek e *I. (Cre.) ernsti* Heinz es diagnóstica de la Zona 20 de Tröger (1989). De todas formas, según Tröger (1989), las especies *I. (Cre.) schloenbachi* e *I. (Cre.) ernsti* también son características de la Zona 21 del mismo autor; aunque las demás especies que él reconoce en la Zona 21 no se han identificado en este trabajo. Debe tenerse en cuenta, que durante mucho tiempo, el límite Turoniense/Coniaciense en Alemania estuvo situado en un nivel estratigráfico superior al de las otras regiones europeas, lo que dió lugar a una gran confusión, como ya manifestó Seibertz (1979). Además, puesto que la zonación de inocerámidos del Norte de Alemania se utilizó como referencia para las zonaciones de otras regiones, como Francia, este mismo problema se reprodujo en dichas regiones. Seibertz (1979) y Tröger (1981) propusieron establecer el límite Turoniense/Coniaciense con la primera aparición de *Inoceramus rotundatus* Fiege. Pero este criterio no puede ser aplicado, por el momento, en la Cuenca Navarro-Cántabra, puesto que no se ha reconocido ningún ejemplar de *I. rotundatus* en esta región (López, 1992 y 1994).

Asociación con *Inoceramus (Platyceramus) mantelli*

Definición: primeras apariciones de las subespecies de *Inoceramus (Platyceramus) mantelli* Barrois.

Asociación: numerosos ejemplares de *Inoceramus (Platyceramus) mantelli mantelli* Barrois, *I. (Pl.) mantelli undatus* Heine, *I. (Pl.) mantelli herasensis* López, *I. (Pl.) mantelli beyenburgi* Seitz, *I. (Pl.) mantelli lamoldai* López, *I. (Pl.) mantelli aff. subrhenanus* Seitz, *I. (Pl.) mantelli turzogensis* López, *I. (Pl.) mantelli* subsp. inc., *I. (Pl.) barronensis* López e *I. (Pl.) roberti* López.

Edad: Coniaciense medio, y es equivalente a la Zona 22 de Tröger (1989).

Discusión: en la Cuenca Navarro-Cántabra no se ha reconocido ninguna especie del subgénero *Inoceramus (Volvicceramus)*. Mientras que sí se ha obtenido una fauna rica, tanto en número de subespecies como de ejemplares, de la especie *I. (Platyceramus) mantelli*. De todas formas, ello permite reconocer el Coniaciense medio, ya que de acuerdo con Tröger (1989) el Coniaciense medio se distingue por la presencia de inocerámidos involutos, como *Inoceramus (Volvicceramus) koeneni* Müller e *I. (Vol.) involutus* Sowerby, y subespecies de *I. (Platyceramus) mantelli* Barrois. El Coniaciense medio de España no presenta ninguna especie de *Inoceramus (Volvicceramus)*, mientras que en Alemania e Inglaterra es muy frecuente la presencia de *I. (Volvicceramus) koeneni* Müller e *I. (Vol.) involutus* Sowerby (Bailey *et al.*, 1983 y 1984, Tröger, 1989 y Woods, 1904-13).

Asociación con *Inoceramus (Magadicceramus) subquadratus*

Definición: primera aparición de cualquiera de las subespecies de *I. (Ma.) subquadratus* Schlüter, y especialmente de *I. (Ma.) villamartinensis* López.

Asociación: unos pocos ejemplares de *I. (Magadicceramus) subquadratus subquadratus* Schlüter e *I. (Ma.) subquadratus* subsp. inc., y numerosos ejemplares de *I. (Ma.) villamartinensis* López, especie reconocida en gran parte de la Cuenca Navarro-Cántabra y en la Plataforma Norcastellana. Así como unos pocos ejemplares de *I. (Pl.) mantelli cf. beyenburgi* Seitz e *I. (Pl.) mantelli* subsp. inc.

Edad: Coniaciense superior, y es equivalente a las Zonas 23 y 24 de Tröger (1989).

Discusión: puesto que en el Coniaciense superior de la Cuenca Navarro-Cántabra no se ha identificado ningún ejemplar de *Inoceramus* (*Volviceramus*), no se puede separar la Zona 23 de la 24 de Tröger (1989) en esta cuenca, ya que su distinción se estableció en base a la presencia de inocerámidos involutos en la Zona 23 y su ausencia en la 24.

Asociación con *Inoceramus* (*Platyceramus*) *undulatopticatus*

Definición: primera aparición de cualquiera de las subespecies de *Inoceramus* (*Platyceramus*) *undulatopticatus* Römer o por la aparición de cualquier otra especie de inocerámido con costillas divergentes, como *I. (Pl.) cycloides* *wegneri* Böhm o *I. (Co.) cordiinitialis ickernensis* Seitz.

Asociación: subespecies con costillas divergentes, como *I. (Pl.) undulatopticatus undulatopticatus* Römer, *I. (Pl.) undulatopticatus michaeli* Heinz, *I. (Pl.) undulatopticatus* subsp. inc., *I. (Pl.) cf. undulatopticatus* Römer, *I. (Pl.) cycloides wegneri* Böhm, e *I. (Cordiceramus) cordiinitialis ickernensis* Seitz. Asimismo, se han reconocido algunos ejemplares de *I. (Pl.) rhomboides rhomboides* Seitz e *I. (Co.) bueltenensis bueltenensis* Seitz. Las subespecies *I. (Pl.) cycloides cycloides* Wegner e *I. (Pl.) cycloides ahsenensis* Seitz son muy frecuentes, pero también están presentes en las restantes asociaciones del Santoniense.

Edad: Santoniense inferior, y corresponde a la Zona 26 de Tröger (1989) y a la Zona de *Undulatopticatus* de Seitz (1961).

Discusión: Birkelund *et al.* (1984) propusieron establecer la base del Santoniense en función de la primera aparición de *Texanites* (*Texanites*) o de *I. (Platyceramus) undulatopticatus* Römer. Hay un consenso general, según el cual *I. (Pl.) undulatopticatus* y *Texanites* (*Texanites*) son casi coincidentes, como indican Wood, Ernst y Raseman (1984). Por otro lado, *I. (Pl.) undulatopticatus* es muy común en otras áreas de la Península Ibérica, como en la región Surpirenaica central (López, 1986). Otra posibilidad, que fué indicada por Seitz (1965), es considerar la primera aparición de las especies del grupo de *I. (Sphenoceramus) pachticardissoides* (Zona *Cardissoides* según Seitz, 1965, que es equivalente a la Zona 25 de Tröger, 1989); y aparentemente la aparición de estas especies se produce antes que la primera aparición de *I. (Pl.) undulatopticatus*. Esta última posibilidad no es aplicable en el Norte de España, ya que no se ha reconocido el subgénero *I. (Sphenoceramus)*, mientras que en Alemania e Inglaterra este subgénero es muy abundante, lo que ha permitido establecer una zonación desde el Coniaciense hasta el Santoniense superior.

Asociación con *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiformis*

Definición: primeras apariciones de *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiformis* subsp. inc. e *I. (Co.) cf. haenleini* Müller.

Asociación: *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiformis* subsp. inc., *I. (Co.) cf. haenleini* Müller, *I. (Co.) cordiinitialis spickernageli* Seitz, *I. (Platyceramus) cycloides cycloides* Wegner, *I. (Pl.) cycloides ahsenensis* Seitz, *I. (Pl.) cycloides cf. wegneri* Böhm e *I. (Pl.) rhomboides rhomboides* Seitz.

Edad: parte superior del Santoniense inferior y parte inferior del Santoniense medio. Es equivalente a las Zonas 27 y 28 de Tröger (1989).

Discusión: en el Norte de España no se puede aplicar el criterio que propone Tröger (1989) para separar la Zona 27 de la 28, al considerar que *I. (Sphenoceramus) pinniformis* Willet es la que define la Zona 28, ya que en esta área no se ha reconocido ninguna especie del subgénero *I. (Sphenoceramus)*.

Asociación con *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis riedeli*

Definición: primera aparición de *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis riedeli* Seitz e *I. (Co.) cordiinitialis spickernageli* Seitz.

Asociación: *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis spickernageli* Seitz, *I. (Co.) cordiinitialis riedeli* Seitz e *I. (Co.) bueltenensis castresanaensis* López.

Edad: parte media y superior del Santoniense medio.

Discusión: Tröger (1989) considera que existen muchas dificultades en la utilización del esquema propuesto por Seitz (1961). Para ello parte de la base de que las especies de *Inoceramus* (*Cordiceramus*) son raras y presentan intervalos de solapamiento en su distribución estratigráfica, por lo que no pueden ser utilizadas con propósitos prácticos. De todas formas, puesto que en el Norte de España no se ha identificado ninguna especie de *I. (Sphenoceramus)*, la separación del Santoniense medio y superior debe intentar realizarse por medio de las especies de *I. (Cordiceramus)*, que son relativamente abundantes. Por otra parte, la distribución estratigráfica que Tröger (1989) propone para *I. (Co.) cordiinitialis* parece no incluir la distribución de *I. (Co.) cordiinitialis riedeli* Seitz, que se sitúa en el Santoniense medio, ni tener en cuenta que *I. (Co.) cordiinitialis spickernageli* se limita a la parte media-alta del Santoniense medio.

Asociación con *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *brancoiformis*

Definición: primera aparición de *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *brancoiformis* Seitz.

Asociación: *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *brancoiformis* Seitz, *I. (Co.) bueltenensis bueltenensis* Seitz, *I. (Co.) bueltenensis arnoldi* Seitz e *I. (Platyceramus) cycloides ricardoi* López.

Edad: Santoniense superior.

Discusión: la Zona 29 de Tröger (1989) tampoco puede ser reconocida en el Norte de España, ya que considera que la asociación característica está formada principalmente por *Inoceramus* (*Sphenoceramus*) *patootensiformis* Seitz, *I. (Sphe.) angustus* Beyenburg, así como por pequeños inocerámidos semejantes a *I. (Sphe.) lingua* Goldfuss; como ya se ha mencionado anteriormente, este subgénero no ha sido reconocido en el Norte de España. La subespecie *Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides ricardoi* López podría corresponder a la parte terminal del Santoniense superior, o incluso a la parte basal del Campaniense, tal y como parecen apuntar los datos de varios autores (López, 1986, 1992 y 1994, Seitz, 1967 y Kauffman, 1987-comunicación personal).

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Zona de *Rotalipora cushmani*

Definición: zona de distribución total del taxón *Rotalipora cushmani* (Morrow).

Asociación: es una zona de gran desarrollo, sus asociaciones están dominadas por *Rotalipora cushmani*, *Rotalipora greenhornensis* (Morrow) y *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), junto con *Dicarinella* spp., *Hedbergella* spp. y *Whiteinella* spp. en la parte superior de la zona, que es la afectada en este estudio. Coincidiendo con la parte terminal, desaparecen las especies de *Rotalipora*, de las que *R. cushmani* lo hace en último lugar y marca el techo de la misma. La asociación está constituida mayoritariamente por foraminíferos planctónicos, con el 70 al 80% del total de los foraminíferos.

Edad: Cenomaniense medio y superior.

Discusión: se corresponde con los niveles de *R. appenninica/R. cushmani-turonica* y *R. cushmani-turonica/R. reicheli* de Feuillee (1967); también con el denominado Cenomaniense superior con *R. cushmani* de Ramírez del Pozo (1971). Sin embargo, la Zona de *R. cushmani/R. montsalvensis* de Wiedmann y Kauffman (1978) se corresponde sólo con la parte superior de esta zona.

Zona de *Whiteinella archaeocretacea*

Definición: zona de intervalo entre la extinción de *Rotalipora* spp. y la aparición de *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli).

Asociación: representa el intervalo conocido comúnmente por el término de zona de "grosses globigerines" (Sigal, 1955). Son por tanto las especies de *Whiteinella* las dominantes: *W. baltica* Douglas y Rankin *W. aprica* (Loeblich y Tappan) *W. paradubia* (Sigal) y *W. prae-helvetica* (Trujillo), pero también son comunes *Dicarinella hagni* (Scheibnerova), *Dicarinella algeriana* (Caron) y *Dicarinella elata* Lamolda. Desde la parte basal aparecen ejemplares referibles a *Marginotruncana* sp. ex gr. *renzi* (Gandolfi) y algo después otros referibles a *W. prae-helvetica* y *Marginotruncana marianosi* (Douglas). En la parte superior son abundantes las especies de *Marginotruncana*. Los foraminíferos planctónicos dominan las asociaciones pero con proporciones muy variables (desde el 40 al 95%).

Edad: Cenomaniense terminal-Turonense basal.

Discusión: se corresponde con el nivel de "gruesas globigerinas" de Feuillee (1967), con la Zona de *Hedbergella paradubia* de Ramírez del Pozo (1971) y con la Zona de *Whiteinella baltica* de Lamolda (1977). La posición cronoestratigráfica de esta zona ha sido muy discutida, oscilando entre un Turoniense inferior y un Cenomaniense terminal-Turonense basal, opinión esta última expresada ya por Lehmann (1962) y recogida por Robaszynski *et al.* (1979). Esta opinión es la más generalizada, una vez que el límite Cenomaniense/Turonense coincide con la base de la Zona de *Watinoceras coloradoense*, Kennedy, Wright y Hancock (1983); quedando como última zona del Cenomaniense la Zona de *Neocardioceras judii*. Con lo cual, las especies de *Vascoceras*, utilizadas por Wiedmann (1960 y 1980) para marcar la base del Turoniense, quedan incluidas en el Cenomaniense y con ellas la parte basal de la Zona de *W. archaeocretacea*.

Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica*

Definición: zona de intervalo entre la aparición de *H. helvetica* y la de *Marginotruncana fungicamerata* (Martirosjan).

Asociación: está dominada por las especies: *D. hagni*, *D. algeriana*, *W. prae-helvetica* y *W. aprica* en la mitad inferior y por *H. helvetica*, en toda la zona. En la parte superior tanto *Dicarinella imbricata* (Mornod) como *Marginotruncana sigali* (Reichel) son especies comunes, que junto a *Marginotruncana pileoliformis* Lamolda aparecen hacia la mitad de la zona. Por el contrario *Whiteinella* spp. decrece hacia el techo. La proporción de foraminíferos planctónicos varía entre el 50 y el 20% de las asociaciones, siguiendo la tendencia a disminuir observada a techo de la zona infrayacente.

Edad: Turoniense inferior-Turonense medio.

Discusión: esta zona se corresponde con parte del nivel con *G. helvetica* de Feuillee (1967) y de las zonas homónimas de diversos autores, ya que su utilización es muy común. Equivale a las Zonas de *G. helvetica*, *G. sigali*, *G. schneegansi* y *G. angusticarinata* de Wiedmann y Kauffman (1978).

Zona de *Marginotruncana fungicamerata*

Definición: zona de intervalo entre la aparición de *M. fungicamerata*, que marca la base, y la de *Dicarinella primitiva* (Dalbiez), que marca el techo de la zona.

Asociación: está formada en la parte inferior por *H. helvetica* junto con *Marginotruncana pseudolimneiana* Pessagno, *M. fungicamerata*, *M. sigali* y *Hedbergella hoelzli* (Hang y Zeil), que son comunes a toda la zona. En la parte basal van apareciendo *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Marginotruncana scorpionis* Lamolda y *Marginotruncana tarfayaensis* (Lehmann). Hacia la mitad aparecen *Hedbergella flandriani* Porthault, y posteriormente *Marginotruncana schneegansi* s.s. (Sigal) y *M. sinuosa* (Porthault). Las asociaciones están dominadas por los foraminíferos planctónicos, con proporciones entre el 70 y el 50%.

Edad: Turoniense medio-Turonense superior.

Discusión: la definición actual supone una restricción sobre la original (Lamolda, 1977, 1984), al admitir ahora la Zona de *Dicarinella primitiva*, entre ella y la Zona de *Dicarinella concavata*. Se le puede correlacionar con la Zona de *G. sigali* de Ramírez del Pozo (1971), salvo que sus límites en nuestro caso son más antiguos. Es de destacar que la Zona de *G. coronata* de Moorkens (1969) guarda una buena correlación con el concepto aquí expresado para la Zona de *M. fungicamerata*. Las Zonas de *G. sigali* o de *G. schneegansi*, muy comunes en la bibliografía, guardarían una relación parecida con la zona tratada. Sigal (1967) la denominó zona de "grandes rosalinas planas"; posteriormente, Sigal (1977), como Zona de *G. sigali/G. schneegansi*.

Zona de *Dicarinella primitiva*

Definición: zona de intervalo entre la aparición de *D. primitiva* y la de *Dicarinella concavata* (Brotzen).

Asociación: en el estudio realizado no está bien definido el límite superior. La asociación sigue dominada por las diversas especies de *Marginotruncana*, siendo muy similar a la de la zona infrayacente; salvo por la presencia

de *D. primitiva*, así como raros especímenes de *Ventilabrella* spp. De nuevo, la proporción de foraminíferos planctónicos tiende a decrecer, pasando a proporciones entre el 55 y el 40%.

Edad: Turoniense superior.

Zona de *Dicarinella concavata*

Definición: zona de intervalo entre la aparición de *D. concavata* y la de *D. asymetrica* (Sigal) (= *G. concavata carinata* Dalbiez), marcando esta última el techo de la zona.

Asociación: es una zona de amplia extensión vertical en la que las asociaciones de foraminíferos planctónicos están dominadas por especies del género *Marginotruncana*, tales como *M. pseudolinneiana*, *M. tarfayaensis*, *M. sinuosa*. Además se encuentran algunos ejemplares de *Archaeoglobigerina blowi* Pessagno, *D. primitiva* y *D. concavata*. Hacia la mitad se observan los primeros ejemplares de *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny) y de *Rosita fornicata* (Plummer), las cuales van ganando en abundancia hacia la parte final de la zona. Posteriormente, se registran *Globotruncana bulloides* Vogler y, hacia techo, *Ventilabrella decoratissima* de Klasz y *Sigalia carpathica* Salaj y Samuel. Las asociaciones son pobres en foraminíferos planctónicos, entre el 5 y el 12%.

Edad: Coniaciense inferior-Santoniense inferior.

Discusión: la base de la cronozona no está bien definida en este estudio, dado el control paleogeográfico sobre *D. concavata*. Esta zona se puede correlacionar con la mayor parte de los niveles con *G. lapparenti tricarinata* y *G. concavata primitiva* de Ramírez del Pozo (1971). Coincide, en su mayor parte, con la Biozona de *G. concavata* de Sigal (1977) y de Linares (1977).

Zona de *Dicarinella asymetrica*

Definición: zona de distribución total del taxón *Dicarinella asymetrica* (Sigal)

Asociación: la asociación de foraminíferos planctónicos tiene como representantes más importantes las especies *Globotruncana linneiana*, *G. bulloides*, *R. fornicata*, *D. asymetrica* y *D. concavata* además de algunas especies de *Marginotruncana* de la zona precedente y *S. carpathica*. Las asociaciones presentan proporciones bajas de foraminíferos planctónicos similares a las de la zona infrayacente.

Edad: Santoniense inferior-Santoniense superior.

Discusión: en este estudio sólo está caracterizado su límite inferior, aunque con diferencias notables de unas localidades a otras, dado el control paleogeográfico sobre *D. asymetrica*. Es una Biozona ampliamente reconocida según la definición aquí seguida. Se corresponde con los niveles de *G. concavata concavata* y *G. concavata carinata* de Ramírez del Pozo (1971). Igualmente con la zona homónima de Sigal (1977). Su posición cronoestratigráfica está muy discutida, la mayor parte de los autores la consideran de edad Santoniense superior; por el contrario, Sigal (1977) situó su base en el Santoniense inferior. Este parece ser nuestro caso, ya que la primera aparición de *D. asymetrica* en el Valle de Losa se sitúa próxima a una macrofauna (*Texanites* spp.) que data el límite Coniaciense-Santoniense.

NANOFÓSILES CALCÁREOS

Zona de *Eiffellithus turriseiffelii*

Definición: zona de intervalo entre las primeras apariciones de *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre) Reinhardt y *Quadrum gartneri* Prins y Perch-Nielsen.

Asociación: la parte terminal de esta zona viene caracterizada por una asociación con abundantes representantes de *Watznaueria barnesae* (Black). Las especies: *Eprolithus floralis* (Stradner), *Tranolithus phacelosus* Stover, *Retecapsa* spp. y *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre) son comunes, mientras entre las especies raras cabe destacar a: *Rhagodiscus achlyostaurion* (Hill), *Prediscosphaera avitus* (Black), *Watznaueria biporta* Bukry, *Glaukolithus compactus* (Bukry), *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky) y *Zeugrhabdotus elegans* (Gartner).

Edad: Albiense superior-Cenomaniense.

Discusión: Crux (1982) propuso la división de esta zona en tres subzonas, basándose en los primeros registros de *Lithraphidites acutus* Verbeek y Manivit y de *Microrhabdulus decoratus* Deflandre. Esta división no puede aplicarse, tanto porque lo estudiado sólo afecta a la parte superior de la zona, como porque la especie índice *Microrhabdulus decoratus* es rara y esporádica, por ende de escasa utilidad en nuestro caso. Por el contrario son característicos los últimos registros sucesivos de los taxones: *Corolithion kennedyi* Crux, *Axopodorhabdus albianus* (Black), *Lithraphidites acutus* Verbeek y Manivit y *Microstaurus chiastius* (Worsley). Estos cuatro bioeventos son de validez intercontinental y nos permiten reconocer con seguridad el Cenomaniense terminal.

Zona de *Quadrum gartneri*

Definición: zona de intervalo entre los primeros registros de *Quadrum gartneri* Prins y Perch-Nielsen y de *Eiffellithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen.

Asociación: se caracteriza por la abundancia de *W. barnesae*, junto con *P. cretacea*, *E. floralis*, *T. phacelosus*, *Retecapsa* spp. y *E. turriseiffelii*, que son especies comunes. Entre las que tienen una presencia escasa, cabe resaltar a: *R. achlyostaurion*, *G. compactus*, *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky), *Eprolithus eptapetalus* Varol y *Nannoconus* spp.

Edad: Turoniense inferior y medio

Discusión: de acuerdo con la recomendación de Birkelund et al. (1984), tomamos la primera aparición de *Quadrum gartneri* para marcar el límite entre el Cenomaniense y el Turoniense. No se sigue la propuesta de división en subzonas de Crux (1982), dado que la especie *Lucianorhabdus quadrifidus* Forchheimer es una especie rara y de distribución irregular, por lo que la delimitación entre las subzonas es arriesgada. Por el contrario se han reconocido tres bioeventos de interés bio-cronológico: el último registro de *Rhagodiscus asper* (Stradner), y los primeros registros de *Eprolithus eptapetalus* Varol y *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt.

Zona de *Eiffellithus eximius*

Definición: zona de intervalo entre las primeras apariciones de *Eiffellithus eximius* (Stover) Perch-Nielsen y de *Micula staurophora* (Gardet) Stradner.

Asociación: en este caso, sólo se caracteriza una parte de la zona, ya que su techo no ha podido ser reconocido. La asociación tiene una amplia representación de *W. barnesae*, como en la zona infrayacente. Las especies comunes son: *P. cretacea*, *T. phacelosus* y *Retecapsa* spp. Entre las especies con escasa abundancia tenemos: *R. achlyostaurion*, *C. ehrenbergii*, *E. eximius*, *E. floralis*, *Q. gartneri*, *L. maleformis*, *Helicolithus trabeculatus* (Gorka), *E. turriseiffelii* y *Nannoconus* spp. Si bien la composición de la asociación es casi idéntica a la zona infrayacente, se detectan incrementos en la abundancia de *C. ehrenbergii*, *Q. gartneri*, *L. maleformis* y *H. trabeculatus*, en tanto que *E. floralis* y *E. turriseiffelii* sufren un disminución en sus porcentajes.

Edad: Turoniense medio-Coniaciense inferior

Discusión: las asociaciones de nanofósiles correspondientes al tránsito Coniaciense-Santonense no son determinantes en las secciones estudiadas. Principalmente dada la inseguridad en la posición de la base de la Zona de *Micula concava*. En todo caso, la asociación está constituida por *W. barnesae*, *C. ehrenbergii*, *Retecapsa crenulata* (Bramlette y Martini), *E. eximius*, *Calculites obscurus* Deflandre, *P. cretacea*, *T. phacelosus* y *H. trabeculatus*, todas estas especies son comunes (sin sobrepasar el 20%). Las asociaciones de edad Santoniense inferior muestran una mayor abundancia en las especies *Lithrastrinus grillii* Stradner y *M. concava* (Stradner), que las de edad Coniaciense superior. Otros detalles pueden encontrarse en Flores *et al.* (1987).

CORRELACIÓN BIOESTRATIGRÁFICA

Las Biozonas de ammonites e inocerámidos utilizadas en este trabajo han sido definidas previamente por Santamaría (1991 y 1992) y por López (1992 y 1994), respectivamente. Dichos autores realizaron una correlación previa entre ambas escalas (López y Santamaría, 1992).

CENOMANIENSE SUPERIOR

Se han reconocido dos asociaciones de ammonites del Cenomaniense superior, la inferior de *Eucalycoceras rowei* (Spath) y la superior de *Neocardioceras* sp. La ausencia de inocerámidos no ha permitido establecer correlación alguna con los ammonites.

Con foraminíferos planctónicos el Cenomaniense superior se reconoce por la presencia de especies del género *Rotalipora* y su extinción. También lo identifica los nanofósiles calcáreos con la extinción sucesiva de *Corollithion kennedyi* Crux, *Axopodorhabdus albianum* (Black), *Lithraphidites acutus* Verbeek & Manivit y *Microstaurus chiastius* (Worsley) (Fig. 2).

TURONIENSE INFERIOR

En Ganuza-Ollogoyen la parte inferior del Turoniense puede ser reconocida por:

| EDAD | AMMONITES Zonas/Asociaciones | INOCERAMIDOS Asociaciones | NANOFLORA CALCAREA | FORAMINIFEROS PLANCTONICOS | BIOEVENTOS |
|-------------|--|--|---------------------------------------|---|--|
| SANTONIENSE | Z. <i>Placenticeras polyopsis</i> | <i>I. (Co.) brancoiformis</i> | | <i>Z. Dicarinella asymetrica</i> | ↙ primer registro ↙ último registro |
| | | <i>I. (Co.) cordiinitialis riedeli</i> | | | |
| | | <i>I. (Co.) cordiformis boehmi</i> | | | |
| | | <i>I. (P.) undulatopticatus michaeli</i> | | | |
| CONIACIENSE | Z. <i>Hemitissotia</i> sp. Z. <i>P. bourgeoisi</i> S. Z. 2 Z. <i>Pr. iberiense</i> S. Z. 1 | <i>I. (Ma.) subquadratus</i> | | <i>Z. Dicarinella concavata</i> | ↙ 19 ↙ 18 ↙ 17 ↙ 16 ↙ 15 |
| | | <i>I. (P.) mantelli</i> | | | |
| | | Sin registro | | | Sin registro |
| TURONIENSE | A. <i>Subprionocyclus</i> sp. gr. <i>neptunihitchinensis</i> | <i>I. (My.) frechi</i> | <i>Z. Eiffellithus eximius</i> | <i>Z. Dicarinella primitiva</i> <i>Z. Marginotrunc. fungicamerata</i> | ↙ 14 ↙ 13 ↙ 12 ↙ 11 ↙ 10 |
| | | <i>I. (I.) cuvierii</i> | | | |
| | A. <i>Romaniceras kallei</i> A. <i>Kamerunoceras turoniense</i> | <i>I. (My.) hercynicus</i> | <i>Z. Quadrum gartneri</i> | <i>Z. Helvetoglobotruncana helvetica</i> <i>Z. Whiteinella archaeocretacea</i> | ↙ 9 ↙ 8 ↙ 7 ↙ 6 |
| | | <i>I. (My.) goppel. ganuzaensis</i> <i>I. (My.) submytiloides</i> | | | |
| CEN. | A. <i>Neocardioceras</i> sp. Sin registro A. <i>Eucalycoceras rowei</i> | Sin registro | <i>Z. Eiffellithus turriseiffelii</i> | <i>Z. Rotalipora cushmani</i> | ↙ 5 ↙ 4 ↙ 3 ↙ 2 |

Figura 2. Correlación de las zonas y/o asociaciones de ammonites, inocerámidos, nanoflora calcárea y foraminíferos planctónicos de la región Vascocantábrica. Bioeventos reconocidos: 1: *Corollithion kennedyi*; 2: *Rotalipora greenhornensis*; 3: *Rotalipora cushmani*; 4: *Lithraphidites acutus*; 5: *Microstaurus chiastius*; 6: *Quadrum gartneri*; 7: *Eprolithus eptapetalus*; 8: *Helvetoglobotruncana helvetica*; 9: *Lucianorhabdus maleformis*; 10: *Marginotruncana sigali*; 11: *Eiffellithus eximius*; 12: *Marginotruncana fungicamerata*; 13: *Hedbergella flandrini*; 14: *Dicarinella primitiva*; 15: *Globotruncana linnei*; 16: *Rosita fornicata*; 17: *Globotruncana bulloides*; 18: *Sigalia carpathica* y 19: *Dicarinella asymetrica*.

- a) La presencia de *Choffaticeras quassi* (Peron), que si bien no es determinativo es contemporáneo con la fauna de la Zona de *Watinoceras coloradoense*.
- b) Aparición de *Inoceramus (Mytiloides) wiedmanni* López.
- c) Ambos eventos son posteriores a la primera aparición de la especie de nanofósiles calcáreos *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen, a su vez posterior a la extinción de las especies de *Rotalipora*. El primer registro de *Q. gartneri* fue recomendado como base del Turoniense por Birkelund *et al.* (1984).

La Zona de *Mammites nodosoides* que define la parte superior del Turoniense inferior queda identificada por un buen número de especies características de ammonites de esta zona y equivale a la parte superior de la Asociación con *Inoceramus (Mytiloides) submytiloides* y a la Asociación con *I. (My.) goppelnensis ganuzaensis*.

La asociación de foraminíferos planctónicos de ambas secciones es característica de la Zona de *Whiteinella archaeocretacea*.

La asociación de nanofósiles calcáreos es típica en las dos secciones de la Zona de *Quadrum gartneri*. Hay que señalar la desaparición de *Rhagodiscus asper* (Stradner) posterior a la primera aparición de *Q. gartneri* Prins & Perch-Nielsen (Fig. 2).

TURONIENSE MEDIO

La base del Turoniense medio coincide con las bases prácticamente sincrónicas de las asociaciones de ammonites e inocerámidos, *Kamerunoceras turoniense* e *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* respectivamente. La Asociación con *I. (My.) hercynicus* equivale en su totalidad a la Asociación de *K. turoniense* y a la parte inferior de la de *Romaniceras kallesi* (Zazvorka). La Asociación con *I. (I.) cuvieri* es equivalente a la parte superior de la Asociación con *Romaniceras kallesi* y probablemente a la totalidad de la de *Romaniceras deverianum* (d'Orbigny).

Los foraminíferos planctónicos identificados pertenecen a la Zona de *Helvetoglobotruncana helvetica*.

El Turoniense medio y superior presentan la misma asociación de nanofósiles calcáreos con presencia de *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt y el posterior registro de *Eiffelolithus eximius* (Stover) (Fig. 2).

TURONIENSE SUPERIOR

La base del Turoniense superior queda definida por las bases de las asociaciones casi sincrónicas de *Subprionocyclus* sp. gr. *neptuni/hitchinensis* e *Inoceramus (Mytiloides) frechi*.

La fauna de foraminíferos planctónicos está representada por la Zona de *Marginotruncana fungicamerata*, en la que se detectan hacia el techo las sucesivas apariciones de *Marginotruncana paraconcovata* Porthault, *M. undulata* (Lehmann), *M. scorpionis* Lamolda y *Hedbergella flandrini* Porthault (Fig. 2).

LÍMITE TURONIENSE-CONIACIENSE

En las secciones estudiadas no se ha identificado ninguna especie de ammonites de la zona basal del Coniaciense.

Los inocerámidos señalan el límite por encima de lo indicado en base a los foraminíferos planctónicos con la presencia de *Inoceramus (My.) labiatoidiformis* Tröger del Turoniense superior y, a 1 m por encima, de *Inoceramus (Cremnoceramus) erectus* Meek, claro indicador del Coniaciense basal.

Los primeros registros de *Marginotruncana schneegansi* s.s. y *M. sinuosa* Porthault y las transformaciones morfológicas de *Heterohelix pulchra* (Brotzen) a *Ventilabrella*, han sido usadas para marcar el límite Turoniense-Coniaciense a falta de otras especies, pero el problema queda abierto dada la amplia disparidad con los inocerámidos.

La asociación de nanofósiles calcáreos no presenta ninguna variación respecto del Turoniense, no pudiéndose por tanto identificar dicho límite con este grupo faunístico.

CONIACIENSE INFERIOR Y MEDIO

La ausencia de ammonites en el Coniaciense inferior impide la correlación con la asociación de inocerámidos reconocida, la de *Inoceramus (Cremnoceramus) erectus*. En el Coniaciense medio es posible establecer una correlación directa entre la Zona de *Metatissotia ewaldi* y la Asociación con *Inoceramus (Platyceramus) mantelli*, a pesar de que no se ha podido determinar con claridad la base de ninguna de ellas.

CONIACIENSE SUPERIOR

En el Coniaciense superior tan solo se ha reconocido una única asociación de inocerámidos, la Asociación con *Inoceramus (Magadiceramus) subquadratus*, mientras que con ammonites se han reconocido tres zonas y dos subzonas, siendo las siguientes en orden de antigüedad: Subzona de *Gauthiericeras margae*, Zona de *Prionocycloceras iberiense*, Zona de *Protexanites bourgeoisi*, Subzona de *Forresteria ? (Harleites) aff. nicklesi* y Zona de *Hemitissotia* sp. En las series donde el registro de inocerámidos es más completo, existe una buena sincronía en la base de la Asociación con *I. (Ma.) subquadratus* con la de la Zona de *P. iberiense* y/o la Subzona de *G. margae*. Sin embargo, en la serie de Barrón (valle de Losa) se produce un desfase importante, ya que una nutrida fauna de inocerámidos de la Asociación con *Inoceramus (Pl.) mantelli*, del Coniaciense medio, ha sido encontrada conjuntamente con algunos ammonites indicadores de las Zonas de *P. iberiense* y *P. bourgeoisi*, ambas del Coniaciense superior. En esta edad se dan los primeros registros sucesivos de *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny), *Rosita formicata* (Plummer) y de *Globotruncana bulloides* Vogler.

SANTONIENSE

En el Santoniense tan solo se ha reconocido una zona de ammonites, la de extensión de *Placenticeras polyopsis*, mientras que se han podido establecer cuatro asociaciones de inocerámidos, que por orden de antigüedad son: *Inoceramus (Platyceramus) undulatoaplicatus* para el Santoniense inferior, *I. (Cordiceramus) cordiformis boehmi* para la parte superior del Santoniense inferior y la parte inferior del Santoniense medio, *I. (Co.) cordiinitialis riedeli* para el resto del Santoniense medio e *I. (Co.) brancoiformis* para el Santoniense superior. Así la base del piso queda bien establecida por inocerámidos,

mientras que la escasez de ammonites en estos niveles ha impedido efectuar una correlación precisa si bien la señala convencionalmente la primera aparición de *Texanites* s.s.

Las especies de foraminíferos planctónicos son típicas de la Zona *Concavata* que comprende la parte superior del Coniaciense y parte del Santoniense inferior seguida de especies de la Zona *Asymetrica*. El límite Coniaciense-Santoniense coincidiría apreciablemente con la primera aparición de *Sigalia carpathica* Salaj & Samuel, seguida de *Dicarinella asymetrica* (Sigal).

AGRADECIMIENTOS

A la CAICYT y a la DGICYT por la financiación recibida dentro de los proyectos PR-83-2693-C2, PB87-0748-C02 y PS90-91 que han permitido estos estudios. Este trabajo es una contribución al proyecto 362 del IGCP/PICG de la UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA

- Amédro, F., Collete, C., Pietersson de Saint-Aubin, J. et Robaszynski, F. 1982a. Le Turonien supérieur a *Romaniceras* (*Romaniceras*) *deverianum* de l'Aube (France). *Bulletin d'Information des géologes du Bassin de Paris*, **19** (2), 29-37.
- Amédro, F., Badillet, G. et Devalque, Ch. 1982b. Biostratigraphie et Biozonation des ammonites du Turonien Français. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, (C) **49**, 167-173.
- Bailey, H. W., Gale, A. S., Mortimore, R. N., Swiecicki, A. and Wood, C. J. 1983. The Coniacian-Maastrichtian stages of the United Kingdom, with particular reference to southern England. *Newsletter Stratigraphy*, **12** (1), 29-42.
- Bailey, H. W., Gale, A. S., Mortimore, R. N., Swiecicki, A. and Wood, C. J. 1984. Biostratigraphical criteria for the recognition of the Coniacian to Maastrichtian stage boundaries in the chalk of North-west Europe with particular reference to southern England. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **33**, 31-39.
- Birkelund, T., Hancock, J. M., Hart, M. B., Rawson, P. F., Remane, J., Robaszynski, F., Schmidt, R. and Surlik, F. 1984. Cretaceous stage boundaries-proposals. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **33**, 3-20.
- Crux, J. A. 1982. Upper Cretaceous (Cenomanian to Campanian) calcareous nannofossils. In: *A Stratigraphical Index of Calcareous Nannofossils* (A.R. Lord, ed.), 81-135. British Micropaleontological Society, Special Publication.
- Feuillée, P. 1967. Le Cénomanien des Pyrénées Basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique. *Mémoires Société Géologique de France*, **108**, 343 pp.
- Flores, J. A., Gorostidi, A. y Lamolda, M. A. 1987. Nanoflora y bioestratigrafía del paso Coniaciense-Santoniense en Álava noroccidental. *Paleontología i Evolució*, **20** (1986), 151-163.
- Gorostidi, A. 1993. *Nanofósiles calcáreos y Eventos del Cretácico Medio-Superior de la región Vasco-cantábrica*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, 331 pp., 11 láms. (Inédito).
- Hancock, J. M. 1991. Ammonites scales for the Cretaceous System. *Cretaceous Research*, **12**, 259-291.
- Keller, S. 1982. Die Oberkreide der Sack-Mulde bei Alfeld (Cenoman-Unter-Coniac). Lithologie, Biostratigraphie und Inoceramen. *Geologischer Jahrbuch*, A. **64**, 1-154.
- Kennedy, W. J. 1983. Ammonite faunas of the Coniacian, Santonian and Campanian stages in the Aquitaine Basin. *Géologie Méditerranée*, **10** (3-4), 103-113.
- Kennedy, W. J. 1985. Ammonite Biostratigraphy of the Albian to Basal Santonian. In *Events of the mid-Cretaceous* (Compiladores R. A. Reymont y P. Bengston), Pergamon Press, 129-144.
- Kennedy, C. W., Wright, C. W. and Hancock, J. M. 1983. Ammonite Zonation and correlation of the uppermost Cenomanian and Turonian of Southern England, Sarthe and Touraine. *Mémoires Museum National des Sciences Naturelles*, ser. C, **49**, 175-181.
- Lamolda, M. A. 1977. Biozonas de foraminíferos planctónicos en el Turoniense Vasco-Cantábrico (Norte de España). *Revista española de Micropaleontología*, **9** (2), 221-234.
- Lamolda, M. A. 1984. Foraminíferos planctónicos del Cretácico Superior Vasco-Cantábrico: Distribución y bioestratigrafía. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **8** (1982), 111-123.
- Lehmann, R. 1962. Etude des Globotruncanidés du Crétacé supérieur de la province de Tarfaye (Maroc Occidentale). *Notes Service Géologique Maroc*, **156**, 133-181.
- Linares, D. 1977. Foraminíferos planctónicos del Cretácico superior de las Cordilleras Béticas (sector central). *Publicaciones Departamento de Geología de la Universidad de Málaga*, **1**, 410 pp.
- López, G. 1986. Inocerámidos del Cretácico superior de los alrededores de St. Corneli (prov. Lleida). *Publicaciones de Geología de la Universidad Autónoma de Barcelona*, **22**, 1-121.
- López, G. 1992. Paleontología y Bioestratigrafía de los inocerámidos (Bivalvia) del Cretácico superior de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana. Parte IV: Estudio sistemático del subgénero *Cordiceramus* Seitz y bioestratigrafía. *Boletín Geológico y Minero*, **103** (5), 837-892.
- López, G. 1994. Bioestratigrafía de los inocerámidos (Bivalvia) de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana. Comparación con zonaciones de otras áreas de Europa. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **18**, 309-336.
- López, G. y Santamaría, R. 1992. Correlación entre las Zonaciones de ammonites e inocerámidos de parte de la Cuenca Navarro-Cántabra y la Plataforma Norcastellana. *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología*. *Actas*, **1**, 524-528.
- Moorkens, T. L. 1969. Quelques Globotruncanidae et Rotaliporidae du Cénomanien, Turonien et Coniacien de la Belgique. In: *Proceedings I International Conference on Planktonic Microfossils*. (Ed. E. J. Brill), Leiden, 435-459.
- Ramírez del Pozo, J. 1971. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, **78**, 357 pp.
- Robaszynski, F. et Caron, M. (coord.) et Grupe du Travail Européen des Foraminifères planctoniques. 1979. Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé Moyen (Mer Boréale et Téthys). *Cahiers de Micropaléontologie*, **1979** (1,2), 185 + 181 pp.
- Santamaría, R. 1991. *Ammonoideos del Cretácico superior de la plataforma Norcastellana y parte de la Cuenca Navarro-Cántabra*. *Paleontología y Bioestratigrafía*. Tesis Doctoral Universitat Autònoma de Barcelona. 397 pp., 19 láms. (Inédito).

- Santamaría, R. 1992. Los Ammonoideos del Cenomaniense superior al Santoniense de la plataforma nord-castellana y la cuenca navarro-cántabra. Parte I. Bioestratigrafía y sistemática: Phylloceratina, Ammonitina (Desmocerataceae y Hoplitaceae) y Ancyloceratina. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, **2**, 171-268.
- Seibertz, E. 1979. Biostratigraphie im Turon des SE-Münsterlandes und Anpassung an die internationale Gliederung aufgrund von Vergleichen mit anderen Oberkreide-Gebieten. *Newsletter Stratigraphy*, **8** (2), 111-123.
- Seitz, O. 1921. Die stratigraphisch wichtigen Inoceramen der norddeutschen Turons. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **73**, 99-108.
- Seitz, O. 1961. Die Inoceramen des Santon von Nordwestdeutschland. I Teil. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, **46**, 3-186.
- Seitz, O. 1965. Die Inoceramen des Santon und Unter-Campan von Norwestdeutschland. II Teil. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, **69**, 3-194.
- Seitz, O. 1967. Die Inoceramen des Santon und Unter-Campan von Norwestdeutschland. III Teil. *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch*, **75**, 1-171.
- Sigal, J. 1955. Notes micropaléontologiques nordafricaines. I. Du Cénomaniens au Santonien: zones et limites en faciès pélagiques. *Comptes Rendus Société Géologique de France*, **1955** (8), 157-160.
- Sigal, J. 1967. Essais sur l'état actuel d'une Zonation stratigraphique à l'aide des principales espèces de Rosalines (Foraminifères). *Comptes Rendus Société Géologique de France*, **1967** (2), 48-50.
- Sigal, J. 1977. Essai de Zonation du Crétacé Méditerranéen à l'aide des foraminifères planctoniques. *Géologie Méditerranéenne*, **4** (2), 99-108.
- Tröger, K. A. 1981. Zu Problemen der Biostratigraphie der Inoceramen und der Untergliederung des Cenomans und Turons in Mittel- und Osteuropa. *Newsletter Stratigraphy*, **9** (3), 139-156.
- Tröger, K. A. 1989. Problems of Upper Cretaceous Inoceramid Biostratigraphy and Paleobiogeography in Europe and Western Asia. In: *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987* (Ed. J. Wiedmann), E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 911-930.
- Wiedmann, J. 1960. Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et du Portugal et ses Cephalopodes. *Comptes Rendus 84e Congrès Sociétés Savantes Paris et Départements*, sect. Sciences, sous-sect. Géologie, 709-764.
- Wiedmann, J. 1980. Itinéraire géologique à travers le Crétacé moyen des Chaînes Vascogotiques et Celtibériques (Espagne du Nord). *Cuadernos de Geología Ibérica*, **5** (1979), 127-214.
- Wiedmann, J. and Kauffman, E. G. 1978. Mid-Cretaceous biostratigraphy of Northern Spain. In: *Contributions Mid-Cretaceous Events. In: Evenements de la partie Moyenne du Crétacé* (Eds. R. A. Reymont y G. Thomel). *Annales du Museum d'Histoire Naturelle de Nice*, **4**, III.1-III.34.
- Wood, C. J., Ernst, G. and Raseman, G. 1984. The Turonian-Coniacian stage boundary in Lower Saxony (Germany) and adjacent areas: the Salzgitter-Salder Quarry as a proposed international standard section. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, **33**, 225-238.
- Woods, H. 1904-13. A monograph of the Cretaceous lamellibranchia of England. *Palaeontographical Society*, **2**, 262-340, láms. 45-54.

Manuscrito recibido: 24 de enero, 1995
Manuscrito aceptado: 20 de octubre, 1995