

# *Bioestratigrafía de los inocerámidos (Bivalvia) de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana. Comparación con zonaciones de otras áreas de Europa*

GREGORIO LÓPEZ

*Departament de Geologia (Paleontologia). Facultat de Ciències.  
Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.*

## RESUMEN

En la Cuenca Navarro-Cántabra y en la Plataforma Norcastellana se han estudiado 34 series estratigráficas, muestreadas nivel a nivel, y 14 yacimientos puntuales, obteniéndose alrededor de 1500 ejemplares de inocerámidos. El estudio de los inocerámidos se ha realizado a partir de su ornamentación, morfología general y cuantificación de su variación ontogénica, siguiendo el método de Seitz. Se han identificado un total de 75 especies y subespecies.

El análisis de la distribución estratigráfica de las especies y subespecies de inocerámidos en las series estudiadas durante la realización de la Tesis del autor (López, 1990b), ha permitido identificar 12 asociaciones de inocerámidos, que abarcan desde el Turoniense inferior hasta el Santoniense superior. Estas asociaciones han sido comparadas con las zonas de inocerámidos de otras regiones europeas, y especialmente con las establecidas en el Norte de Alemania por Seitz (1961, 1965), Keller (1982) y Tröger (1989). Asimismo, se ha estudiado detalladamente la zonación de inocerámidos propuesta por Wiedmann & Kauffman (1978) para el Norte de España, indicando los problemas que plantea. Por otra parte, la edad de las formaciones de esta área que propusieron Amiot (1982) y Floquet *et al.* (1982) ha sido modificada a partir de la información proporcionada por el estudio de los inocerámidos.

**Palabras Clave:** Cuenca Navarro-Cántabra, Plataforma Norcastellana, inocerámidos, método de Seitz, Cretácico superior, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, bioestratigrafía, asociaciones de inocerámidos, formaciones litológicas.

## ABSTRACT

The study of 34 sequences and 14 localities in the Navarro-Cantabrian Basin and in the North-Castilian Platform have allowed me to collect more than 1500 inoceramid specimens. The inoceramid study was based on its shell morphology, ornamentation and ontogenetic variation by the Seitz's method. 75 species and subspecies have been identified.

The stratigraphic distribution of the inoceramid species and subspecies identified (López, 1990b) have allowed me to establish 12 inoceramid assemblages, ranging from the lowermost Turonian to the uppermost Santonian. These assemblages have been compared with those of other European regions, especially with those of northern Germany, established by Seitz (1961, 1965), Keller (1982) and Tröger (1989). The Wiedmann & Kauffman (1978) inoceramid zonation for northern Spain have been discussed, showing its main problems. On the other hand, the age of some of the lithological formations proposed by Amiot (1982) and Floquet *et al.* (1982) for this area have been modified by means of the inoceramid information.

**Key words:** Navarro-Cantabrian Basin, North-Castilian Platform, inoceramids, Seitz's method, Upper Cretaceous, Turonian, Coniacian, Santonian, biostratigraphy, inoceramid assemblages, lithological formations.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo refleja algunas de las aportaciones de la Tesis Doctoral del autor (López, 1990b), concretamente los resultados del estudio bioestratigráfico de los inocerámidos de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana, para el intervalo Turoniense inferior-Santoniense superior.

Los inocerámidos han sido utilizados en bioestratigrafía desde hace mucho tiempo, debido a su abundancia, a su presencia en una amplia diversidad de facies y a su frecuente asociación, durante el Cretácico, con ammonites. En los últimos años, los inocerámidos se han mostrado como un elemento importante para la correlación global, y en especial en las correlaciones entre el Tethys y el dominio Boreal. Por ello, son uno de los principales grupos en

la bioestratigrafía del Cretácico. Kauffman, Cobban & Eicher (1978) ya demostraron que en el Cretácico del Western Interior (EE.UU.), en donde se dispone de una escala radiométrica detallada, las especies y subespecies de inocerámidos desarrollan una tasa de evolución igual, o en algunos casos superior, a la de los ammonites y foraminíferos planctónicos asociados a ellos.

La primera zonación de inocerámidos para el norte de España fue establecida por Wiedmann & Kauffman (1978), que realizaron su correlación con las zonaciones de ammonites, así como su correlación con las zonaciones de la cuenca americana del Western Interior (EE.UU.). Estas zonaciones fueron utilizadas por Wiedmann (1979), en su itinerario geológico a través del dominio Vasco-Cantábrico.

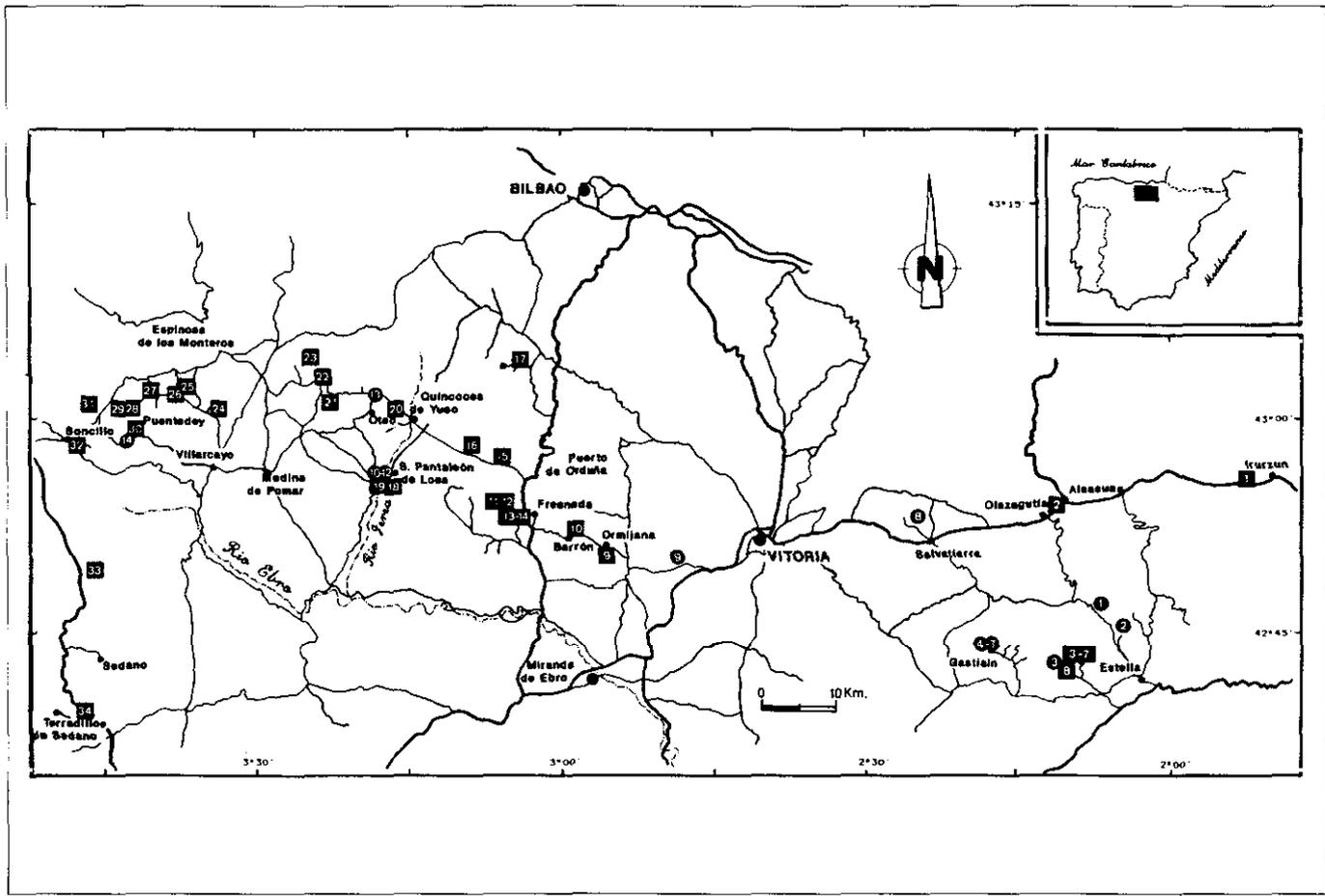
Hasta la Tesis del autor (López, 1990b), los restantes trabajos sobre los inocerámidos de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana corresponden a los de López (1987-1990b), Lamolda, López & Martínez (1989) y Kùchler & Ernst (1989). Por lo que respecta a los estudios sobre los inocerámidos del resto de España, tan sólo existen el trabajo de Heinz (1936) sobre los inocerámidos de Alicante, Valencia y Baleares, y los de López (1986a y 1986b) y Sornay (1978b) sobre los inocerámidos de la región Surpirenaica central.

## SITUACIÓN

La zona estudiada en este trabajo muestra una posición intermedia entre tres unidades fisiográficas bien diferenciadas, la Cordillera Cantábrica al Oeste, los Pirineos al Este y la Cuenca del Ebro al Sur.

El área considerada (Fig. 1) se reparte por el extremo occidental de Navarra, el extremo occidental de Álava y el Norte y Centro de Burgos. Aproximadamente esta zona de estudio quedaría inscrita en un polígono que tendría como vértices a Espinosa de los Monteros, Villasana de Mena, Puerto de Orduña, Vitoria, Alsasua, Irurzun, Estella, Miranda de Ebro y Nidaguila.

Geológicamente, las series y localidades estudiadas se sitúan en los afloramientos de Cretácico superior del margen meridional del Dominio Vasco-Cantábrico. Estos afloramientos corresponden en su mayoría a la Cuenca Navarro-Cántabra, en el sentido de Amiot (1982), Ciry (1940), Feuillée (1967), Kùchler & Ernst (1989) y López (1990b), y algunos pertenecen a la región 1 de la Plataforma Norcastellana, en el sentido de Floquet, Alonso & Meléndez (1982) y López (1990b).



## METODOLOGÍA

En las nueve campañas de campo realizadas con motivo de la Tesis Doctoral del autor (López, 1990b) se llevó a cabo la situación y muestreo, nivel a nivel, de 34 series y 14 yacimientos aislados, lo que permitió obtener alrededor de 1500 ejemplares de inocerámidos.

El estudio taxonómico de los ejemplares se realizó en base a la moderna metodología biométrica específica para los inocerámidos, esencialmente siguiendo el método de Seitz y las recomendaciones de Sornay (1966).

## ASOCIACIONES PROPUESTAS EN ESTE TRABAJO PARA LA CUENCA NAVARRO-CÁNTABRA Y LA PLATAFORMA NORCASTELLANA

En este trabajo se ha estimado más conveniente utilizar el término asociación en lugar de zona, puesto que se observa, en cuanto a la distribución estratigráfica, un solapamiento de algunas especies, varias de las cuales eran consideradas por otros autores, como Wiedmann & Kauffman (1978), como índices de zonas.

En la Cuenca Navarro-Cántabra y en la Plataforma Norcastellana se han reconocido 12 asociaciones (Figs. 2 y 3), que abarcan desde el Turoniense inferior hasta el Santoniense superior.

En este apartado se estudiarán estas 12 asociaciones, y se indicará su equivalencia con las zonas establecidas por Tröger (1989) para el Norte de Europa.

---

Fig. 1.—Situación geográfica de la zona estudiada, indicándose series estratigráficas y localidades.

Fig. 1.—Geographic situation of the study area, showing sections and localities.

Series estratigráficas (cuadrado):

Sections (quadrate):

1=Izurdiaga, 2=Olazagutia, 3=Ganuzza-V, 4=Ganuzza-IV, 5=Ganuzza-III, 6=Ganuzza-II, 7=Ganuzza-I, 8=Ollogoyen, 9=Ormijana, 10=Barrón, 11=Astúlez, 12=Astúlez Norte, 13=Fresneda, 14=Fresneda Norte, 15=Mambliga, 16=Villacián, 17=Menoyo, 18=Bóveda, 19=San Pantaleón-I, 20=Oteo, 21=Lastras de la Torre, 22=Villaventín, 23=Lastras de las Heras, 24=Torme, 25=Hornillalatorre, 26=La Mesa, 27=Cuevas, 28=Villamartín, 29=Villamartín W., 30=Puentedey, 31=Pedrosa, 32=Soncillo-I, 33=Turzo, 34=Nidaguila.

Localidades (círculo):

Localities (circle):

1=Ventas de Barindano, 2=Echàvarri, 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=Rio Jerea, 13=Castresana, 14=Puentedey-II.

EDAD		ASOCIACION	
CONTACTIENSE	MED.	<i>I. (Pl.) mantelli</i>	<i>I. (Pl.) roberti</i> <i>I. (Pl.) barronensis</i> <i>I. (Pl.) mantelli subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) mantelli herasensis</i> <i>I. (Pl.) mantelli turzoensis</i> <i>I. (Pl.) mantelli lamoldai</i> <i>I. (Pl.) mantelli cf. beyenburgi</i> <i>I. (Pl.) mantelli beyenburgi</i> <i>I. (Pl.) mantelli aff. subrhenanus</i> <i>I. (Pl.) mantelli undatus</i> <i>I. (Pl.) mantelli mantelli</i> <i>I. (Cre.) cf. crassus</i>
	INF.	<i>I. (Cre.) erectus</i>	<i>I. (Cre.) ernsti</i> <i>I. (Cre.) erectus</i> <i>I. (Cre.) schloenbachi</i>
TUROMIENSE	SUP.	<i>I. (I.?) frechi</i>	<i>I. (My.?) striatoconcentricus cf. carphaticus</i> <i>I. (My.?) striatoconcentricus striatoconcentricus</i> <i>I. (My.) labiatoidiformis</i> <i>I. (My.) incertus incertus</i> <i>I. (I.) latus</i> <i>I. (I.?) frechi</i>
	MED.	<i>I. (I.) cuvierii</i>	<i>I. (I.) inaequivalvis modestus</i> <i>I. (I.) cuvierii</i>
		<i>I. (My.) hercynicus</i>	<i>I. (My.) cf. hercynicus</i> <i>I. (My.) hercynicus</i>
	INF.	<i>I. (My.) goppelnensis ganuzaensis</i>	<i>I. (My.) cf. hercynicus</i> <i>I. (My.) transiens</i> <i>I. (My.) goppelnensis ganuzaensis</i> <i>I. (My.) goppelnensis aff. tourtenayensis</i> <i>I. (My.) cf. mytiloides</i> <i>I. (My.) mytiloides</i> <i>I. (My.) labiatus</i>
<i>I. (My.) submytiloides</i>		<i>I. (My.) transiens</i> <i>I. (My.) goppelnensis cf. goppelnensis</i> <i>I. (My.) goppelnensis goppelnensis</i> <i>I. (My.) submytiloides</i> <i>I. (My.) wiedmanni</i>	

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* o de *I. (My.) wiedmanni*.

**Asociación característica:** *Inoceramus (Mytiloides) submytiloides* Seitz (Lám. 1, Fig. 3), *I. (My.) wiedmanni* López (Lám. 1, Fig. 2), *I. (My.) goppelnensis goppelnensis* Badillet & Sornay e *I. (My.) goppelnensis* cf. *goppelnensis* Badillet & 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*.

**Asociación:** *Inoceramus (Mytiloides) goppelnensis ganuzaensis* López (Lám. 1, Fig. 6), *I. (My.) goppelnensis* cf. *ganuzaensis* López, *I. (My.) mytiloides* Mantell (Lám. 3, Fig. 7), *I. (My.) goppelnensis* aff. *tourtenayensis* Badillet & Sornay, *I. (My.) labiatus* (Schlotheim) (Lám. 1, Fig. 8), *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.

---

Fig. 2.—Asociaciones de inocerámidos reconocidas en la Cuenca Navarro-Cántabra y en la Plataforma Norcastellana en el intervalo Turoniense inferior-Coniaciense medio.

Fig. 2.—Inoceramid assemblages recognized in the Navarro-Cantabrian Basin and in the North-Castilian Platform, ranging from the lower Turonian to the middle Coniacian.

EDAD		ASOCIACION	
SANTONIENSE	SUP.	<i>I. (Co.) brancoiformis</i>	<i>I. (Co.) bueltenensis arnoldi</i> <i>I. (Co.) cf. brancoiformis</i> <i>I. (Co.) brancoiformis</i> <i>I. (Pl.) cycloides ricardoi</i>
	MED.	<i>I. (Co.) cordiinitialis riedeli</i>	<i>I. (Co.) cordiinitialis riedeli</i> <i>I. (Co.) cordiinitialis spickernageli</i> <i>I. (Co.) bueltenensis aff. arnoldi</i> <i>I. (Pl.) cycloides ahsenensis</i>
		<i>I. (Co.) cordiformis</i>	<i>I. (Co.) cf. haenleini</i> <i>I. (Co.) cordiformis subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) cycloides aff. wegneri</i> <i>I. (Pl.) cycloides wegneri</i> <i>I. (Pl.) cycloides cycloides</i>
	INF.	<i>I. (Pl.) undulatoplicatus</i>	<i>I. (Co.) bueltenensis bueltenensis</i> <i>I. (Co.) cordiinitialis ickernensis</i> <i>I. (Pl.) rhomboides subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) rhomboides rhomboides</i> <i>I. (Pl.) subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) aff. ezoensis</i> <i>I. (Pl.) aff. confertimannulatus</i> <i>I. (Pl.) aff. cycloides</i> <i>I. (Pl.) cycloides subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) cycloides wegneri</i> <i>I. (Pl.) cycloides ahsenensis</i> <i>I. (Pl.) cycloides cycloides</i> <i>I. (Pl.) cf. undulatoplicatus</i> <i>I. (Pl.) undulatoplicatus subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) undulatoplicatus michaeli</i> <i>I. (Pl.) undulatoplicatus undulatoplicatus</i>
CONIACIENSE	SUP.	<i>I. (Ma.) subquadratus</i>	<i>I. (Ma.) villamartinensis</i> <i>I. (Ma.) cf. austinensis</i> <i>I. (Na.) aff. subquadratus</i> <i>I. (Ma.) subquadratus subsp. inc.</i> <i>I. (Ma.) subquadratus cf. complicatus</i> <i>I. (Ma.) subquadratus crenelatus</i> <i>I. (Ma.) subquadratus subquadratus</i> <i>I. (Pl.) mantelli subsp. inc.</i> <i>I. (Pl.) mantelli cf. beyenburgi</i>

**Asociación:** *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck (Lám. 1, Fig. 1), 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 Turoniense inferior/medio no está suficientemente bien definido por medio de la fauna de inocerámidos, como ya puso de manifiesto Tröger (1989). Este límite fue 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 aparece *I. (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck asociado a *Collignonicerias woollgari* Mantell, que es un ammonite del Turoniense medio.

#### ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS (INOCERAMUS) CUVIERII*.

**Definición:** primera aparición de *Inoceramus (Inoceramus) cuvierii* Sowerby o *I. (I.) inaequalvis modestus* Tröger.

**Asociación:** *Inoceramus (Inoceramus) cuvierii* Sowerby (Lám. 1, Fig. 10) e *I. (I.) inaequalvis 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 (Lám. 1, Fig. 9), *I. (Mytiloides) incertus incertus* Jimbo, *I. (My.) labiatoidiformis* Tröger (Lám. 1, Fig. 7), *I. (My?) striatoconcentricus striatoconcentricus* Gümbel e *I. (My?) striatoconcentricus aff. carpathicus* Simionescu.

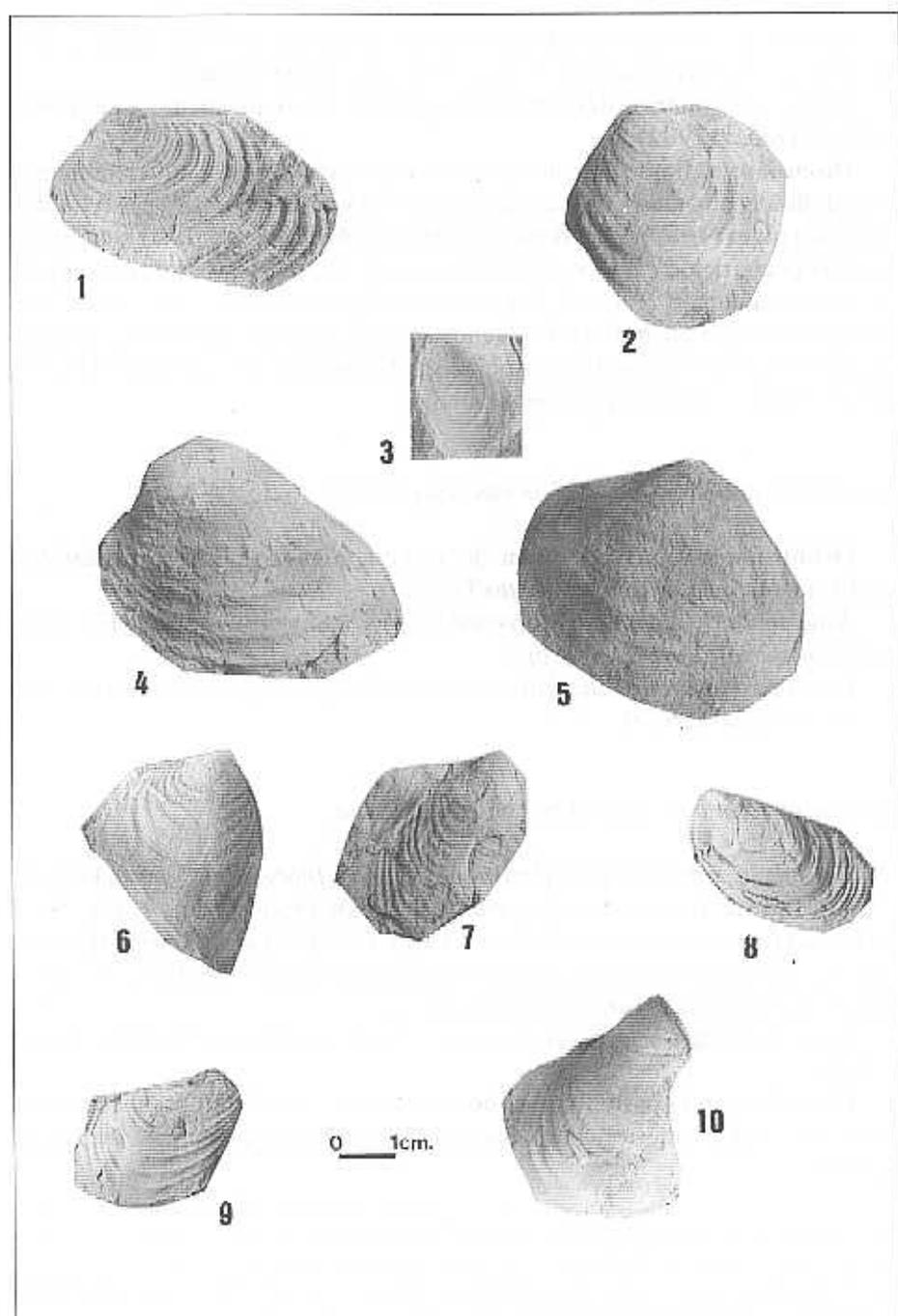
**Edad:** Turoniense superior, y es equivalente a las Zonas 17-20 de Tröger (1989).

**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).

---

Fig. 3.—Asociaciones de inocerámidos reconocidas en la Cuenca Navarro-Cántabra y en la Plataforma Norcastellana en el intervalo Coniaciense superior-Santonense superior.

Fig. 3.—Inoceramid assemblages recognized in the Navarro-Cantabrian Basin and in the North-Castilian Platform, ranging from the upper Coniacian to the upper Santonian.



ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS* (*CREMNOCERAMUS*) *ERECTUS*:

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

**Asociación:** *Inoceramus* (*Creminoceramus*) *erectus* Meek, *I. (Cre.) schloenbachi* Böhm (Lám. 3, Fig. 6) e *I. (Cre.) ernsti* Heinz (Lám. 2, Figs. 4a y 4b).

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

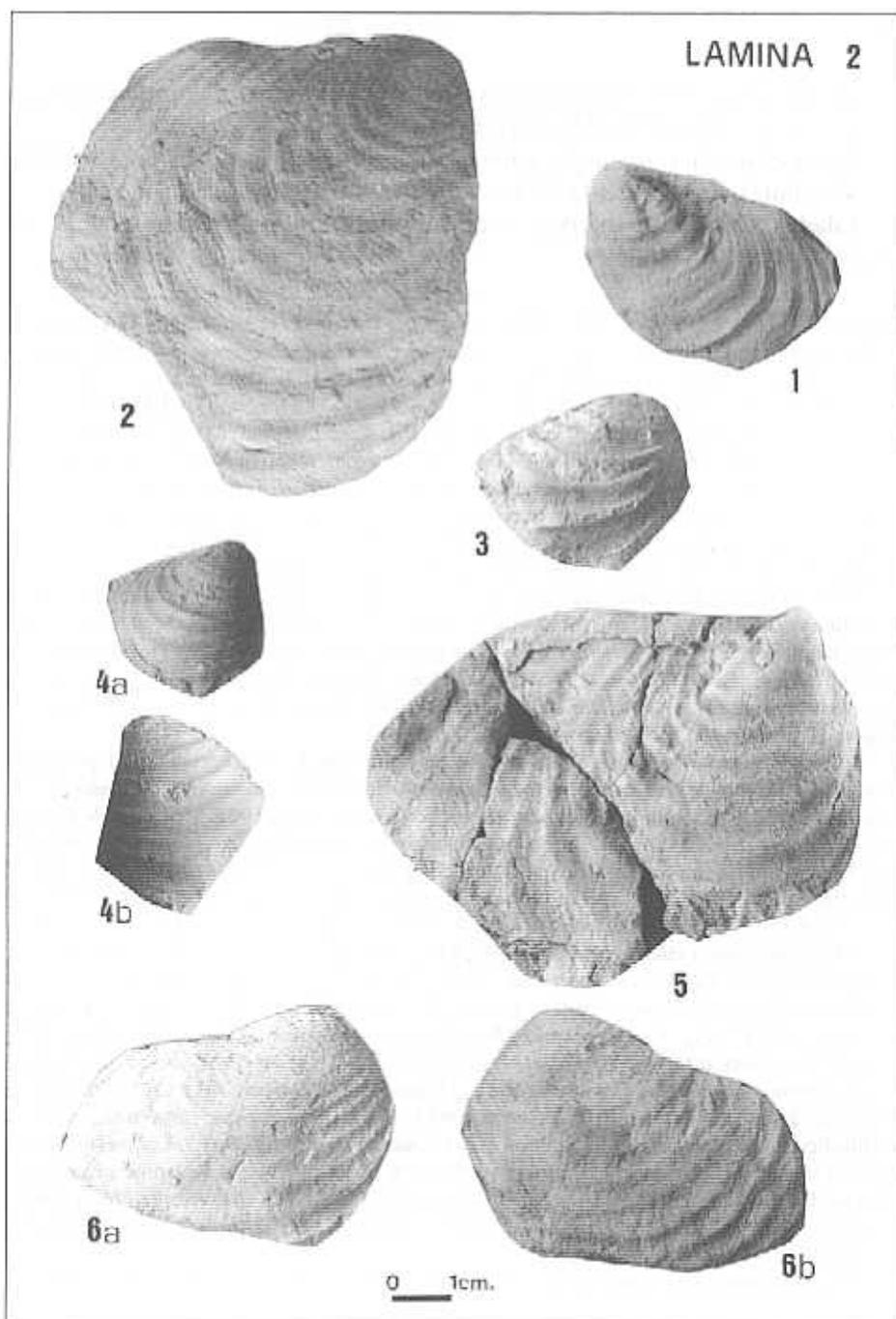
---

LÁMINA 1.—Fig. 1. *Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck, 1903. Serie GA-I (Ganuza, Navarra), nivel 9. Valva izquierda. Ejemplar 38490. Fig. 2.—*Inoceramus (Mytiloides) wiedmanni* López, 1992. Serie GA-III (Ganuza, Navarra), nivel 1. Valva izquierda. Ejemplar 38764. Fig. 3.—*Inoceramus (Mytiloides) submytiloides* Seitz, 1934. Serie GA-III (Ganuza, Navarra), nivel 2. Valva izquierda. Ejemplar 38711. Fig. 4.—*Inoceramus (Magadiceramus) villamartinensis* López, 1992. Serie VMW (Villamartín, Burgos), nivel 1a. Valva izquierda. Ejemplar 40276. Fig. 5.— *Inoceramus (Magadiceramus) villamartinensis* López, 1992. Serie TU (Turzo, Burgos), nivel 23 inf. Valva derecha. Ejemplar 40747. Fig. 6.—*Inoceramus (Mytiloides) goppelnensis ganuzaensis* López, 1992. Serie GA-IV (Ganuza, Navarra), nivel 5. Valva derecha. Ejemplar 38218. Fig. 7.—*Inoceramus (Mytiloides) labiatoidiformis* Tröger, 1967. Localidad OLLO-II (Ollogoyen, Navarra), nivel A. Valva derecha. Ejemplar 40683. Fig. 8.—*Inoceramus (Mytiloides) labiatus* (Schlotheim, 1813). Serie GA-I (Ganuza, Navarra), nivel 7. Valva izquierda. Ejemplar 38468. Fig. 9.—*Inoceramus (Inoceramus?) frechi* Flegel, 1904. Serie CU (Cueva, Burgos), nivel 17b. Valva derecha. Ejemplar 40716. Fig. 10.—*Inoceramus (Inoceramus) cuvieri* Sowerby, 1814. Serie OLLO (Ollogoyen, Navarra), nivel 7. Valva izquierda. Ejemplar 40672.

Todos los ejemplares han sido blanqueados mediante  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y se encuentran depositados en el Departamento de Geología (Paleontología) de la Universitat Autònoma de Barcelona.

PLATE 1.—Fig. 1.—*Inoceramus (Mytiloides) hercynicus* Petrascheck, 1903. Stratigraphic section GA-I (Ganuza, Navarra), level 9. Left valve. Specimen 38490. Fig. 2.—*Inoceramus (Mytiloides) wiedmanni* López, 1992. Stratigraphic section GA-III (Ganuza, Navarra), level 1. Left valve. Specimen 38764. Fig. 3.—*Inoceramus (Mytiloides) submytiloides* Seitz, 1934. Stratigraphic section GA-III (Ganuza, Navarra), level 2. Left valve. Specimen 38711. Fig. 4.—*Inoceramus (Magadiceramus) villamartinensis* López, 1992. Stratigraphic section VMW (Villamartín, Burgos), level 1a. Left valve. Specimen 40276. Fig. 5.—*Inoceramus (Magadiceramus) villamartinensis* López, 1992. Stratigraphic section TU (Turzo, Burgos), level 23 inf. Right valve. Specimen 40747. Fig. 6.—*Inoceramus (Mytiloides) goppelnensis ganuzaensis* López, 1992. Stratigraphic section GA-IV (Ganuza, Navarra), level 5. Right valve. Specimen 38218. Fig. 7.—*Inoceramus (Mytiloides) labiatoidiformis* Tröger, 1967. Locality OLLO-II (Ollogoyen, Navarra), level A. Right valve. Specimen 40683. Fig. 8.—*Inoceramus (Mytiloides) labiatus* (Schlotheim, 1813). Stratigraphic section GA-I (Ganuza, Navarra), level 7. Left valve. Specimen 38468. Fig. 9.—*Inoceramus (Inoceramus?) frechi* Flegel, 1904. Stratigraphic section CU (Cueva, Burgos), level 17b. Right valve. Specimen 40716. Fig. 10.—*Inoceramus (Inoceramus) cuvieri* Sowerby, 1814. Stratigraphic section OLLO (Ollogoyen, Navarra), level 7. Left valve. Specimen 40672.

All specimens have been whitened with  $\text{NH}_4\text{Cl}$  and are housed at the Department de Geologia (Paleontologia) of the Universitat Autònoma de Barcelona.



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

#### ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS* (*PLATYCERAMUS*) *MANTELLI*.

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

---

LÁMINA 2.—Fig. 1.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis riedeli* Seitz, 1961. Localidad de Castresana (Castresana, Burgos), nivel 100. Valva izquierda. Ejemplar 38656. Fig. 2.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides cycloides* Wegner, 1905. Serie VIL (Villacián, Burgos), nivel 119. Valva izquierda. Ejemplar 38359. Fig. 3.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiformis* subsp. inc. Serie FRN (Fresneda, Alava), nivel 1. Valva izquierda. Ejemplar 40093. Fig. 4a.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *ernsti* Heinz, 1928. Serie Izurdiaga (Izurdiaga, Navarra), nivel 92. Valva derecha. Ejemplar 40359. Fig. 4b.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *ernsti* Heinz, 1928. Serie Izurdiaga (Izurdiaga, Navarra), nivel 92. Valva izquierda. Ejemplar 40359. Fig. 5.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *brancoiformis* Seitz, 1961. Serie SPL-I (San Pantaleón de Losa, Burgos), nivel 1. Valva derecha. Ejemplar 40784. Fig. 6a.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides ricardoi* López, 1992. Serie SPL-II (San Pantaleón de Losa, Burgos), nivel 2. Valva derecha. Ejemplar 40791. Fig. 6b.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides ricardoi* López, 1992. Serie SPL-II (San Pantaleón de Losa, Burgos), nivel 2. Valva izquierda. Ejemplar 40791.

PLATE 2.—Fig. 1.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis riedeli* Seitz, 1961. Locality of Castresana (Castresana, Burgos), level 100. Left valve. Specimen 38656. Fig. 2.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides cycloides* Wegner, 1905. Stratigraphic section VIL (Villacián, Burgos), level 119. Left valve. Specimen 38359. Fig. 3.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiformis* subsp. inc. Stratigraphic section FRN (Fresneda, Alava), level 1. Left valve. Specimen 40093. Fig. 4a.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *ernsti* Heinz, 1928. Stratigraphic section Izurdiaga (Izurdiaga, Navarra), level 92. Right valve. Specimen 40359. Fig. 4b.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *ernsti* Heinz, 1928. Stratigraphic section Izurdiaga (Izurdiaga, Navarra), level 92. Left valve. Specimen 40359. Fig. 5.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *brancoiformis* Seitz, 1961. Stratigraphic section SPL-I (San Pantaleón de Losa, Burgos), level 1. Right valve. Specimen 40784. Fig. 6a.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides ricardoi* López, 1992. Stratigraphic section SPL-II (San Pantaleón de Losa, Burgos), level 2. Right valve. Specimen 40791. Fig. 6b.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *cycloides ricardoi* López, 1992. Stratigraphic section SPL-II (San Pantaleón de Losa, Burgos), level 2. Left valve. Specimen 40791.

**Asociación:** numerosos ejemplares de *Inoceramus (Platyceramus) mantelli mantelli* Barrois (Lám. 3, Fig. 3), *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 turzoensis* López, *I. (Pl.) mantelli* subsp. inc., *I. (Pl.) barronensis* López, (Lám. 3, Fig. 4) e *I. (Pl.) roberti* López (Lám. 3, Fig. 5).

**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.

#### ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS (MAGADICERAMUS) SUBQUADRATUS*:

**Definición:** primera aparición de *I. (Ma.) subquadratus* Schlüter o de *I. (Ma.) villamartinensis* López.

**Asociación:** unos pocos ejemplares de *I. (Magadiceramus) subquadratus subquadratus* Schlüter e *I. (Ma.) subquadratus* subsp. inc., y numerosos ejemplares de *I. (Ma.) villamartinensis* López (Lám. 1, Figs. 4 y 5), 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 (Volvicceramus)*, no se pueden diferenciar las Zonas 23 y 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) UNDULATOPPLICATUS*:

**Definición:** primera aparición de cualquiera de las subespecies de *Inoceramus (Platyceramus) undulatoapplicatus* Römer o por la aparición de cualquier

otra especie de inocerámido con costillas divergentes, como *I. (Pl.) cycloides wegneri* Böhm o *I. (Cordiceramus) cordiinitialis ickernensis* Seitz.

**Asociación:** subespecies con costillas divergentes, como *I. (Pl.) undulato-plicatus undulato-plicatus* Roemer, *I. (Pl.) undulato-plicatus michaeli* Heinz (Lám. 3, Fig. 2), *I. (Pl.) undulato-plicatus* subsp. inc., *I. (Pl.) cf. undulato-plicatus* Roemer, *Inoceramus (Pl.) cycloides wegneri* Böhm, e *I. (Cordiceramus) cordi-initialis ickernensis* Seitz. Asimismo, se han reconocido algunos ejemplares de *I. (Pl.) rhomboides rhomboides* Seitz e *I. (Co.) bueltenensis bueltenensis* Seitz. Las subespecies *Inoceramus (Platyceramus) cycloides cycloides* Wegner (Lám. 2, Fig. 2) 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 *Undulato-plicatus* 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) undulato-plicatus* Roemer. Hay un consenso general, según el cual *I. (Pl.) undulato-plicatus* y *Texanites (Texanites)* son casi coincidentes, como indican Wood, Ernst & Raseman (1984). Otra posibilidad, que fue indicada por Seitz (1965), es considerar la primera aparición de las especies del grupo de *I. (Sphenoceramus) pachtii/ cardisoides* (Zona Cardisoides 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.) undulato-plicatus*. Esta última posibilidad no es aplicable en el Norte de España, ya que no se ha reconocido el subgénero *I. (Sphenoceramus)*.

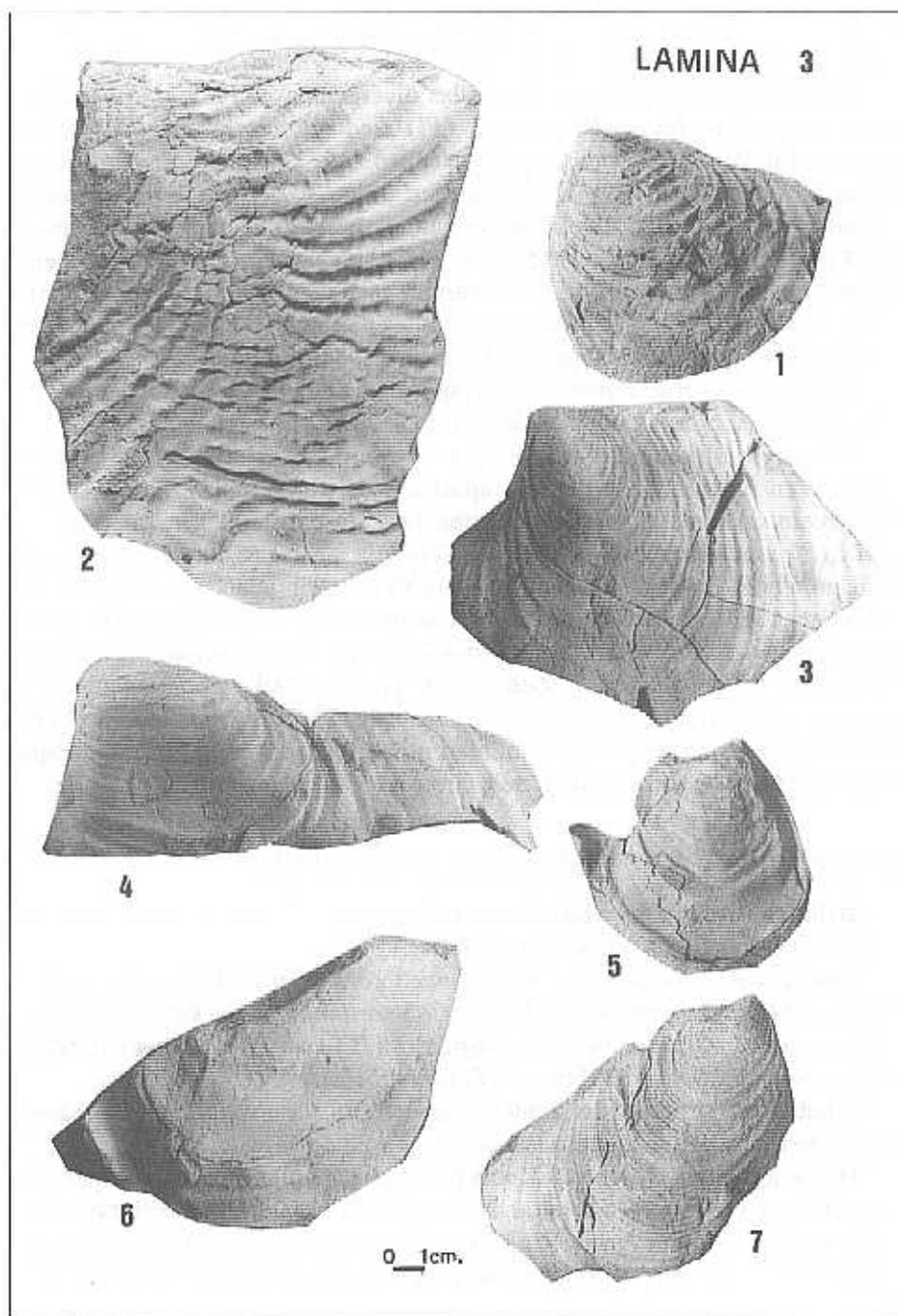
#### ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS (CORDICERAMUS) CORDIFORMIS*:

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

**Asociación:** *Inoceramus (Cordiceramus) cordiformis* subsp. inc. (Lám. 2, Fig. 3), *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 *INOCERAMUS* (*CORDICERAMUS*) *CORDIINITIALIS* RIEDELI

**Definición:** primera aparición de *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis riedeli* Seitz (Lám. 2, Fig. 1) e *I. (Co.) cordiinitialis spickernageli* Seitz.

**Asociación:** *Inoceramus* (*Cordiceramus*) *cordiinitialis spickernageli* Seitz, *I. (Co.) cordiinitialis riedeli* Seitz (Lám. 3, Fig. 5), 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 estratigráfico, 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.

---

LÁMINA 3.—Fig. 1.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *bueltenensis bueltenensis* Seitz, 1961. Serie LA (Lastras de la Torre, Burgos), nivel 103. Valva izquierda. Ejemplar 40224. Fig. 2.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *undulatoplicatus michaeli* Heinz, 1928. Serie OLAZ (Olazagutia, Navarra), nivel LA-3. Valva derecha. Ejemplar 40318. Fig. 3.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *mantelli mantelli* Barrois, 1879. Serie BA (Barrón, Alava), nivel 1. Valva izquierda. Ejemplar 40294. Fig. 4.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *barronensis* López, 1992. Serie BA (Barrón, Alava), nivel 3 inf. Valva izquierda. Ejemplar 40775. Fig. 5.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *roberti* López, 1992. Serie BA (Barrón, Alava), nivel 4. Valva derecha. Ejemplar 40290. Fig. 6.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *schloenbachi* Böhm, 1911. Localidad GAS-III (Gastiain, Navarra). Fragmento de una valva derecha. Ejemplar 40631. Fig. 7.—*Inoceramus* (*Mytiloides*) *mytiloides* Mantell, 1822. Serie GA-IV (Ganuza, Navarra), nivel 5 m. Valva derecha. Ejemplar 38222.

PLATE 3.—Fig. 1.—*Inoceramus* (*Cordiceramus*) *bueltenensis bueltenensis* Seitz, 1961. Stratigraphic section LA (Lastras de la Torre, Burgos), level 103. Left valve. Specimen 40224. Fig. 2.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *undulatoplicatus michaeli* Heinz, 1928. Stratigraphic section OLAZ (Olazagutia, Navarra), level LA-3. Right valve. Specimen 40318. Fig. 3.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *mantelli mantelli* Barrois, 1879. Stratigraphic section BA (Barrón, Alava), level 1. Left valve. Specimen 40294. Fig. 4.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *barronensis* López, 1992. Stratigraphic section BA (Barrón, Alava), level 3 inf. Left valve. Specimen 40775. Fig. 5.—*Inoceramus* (*Platyceramus*) *roberti* López, 1992. Stratigraphic section BA (Barrón, Alava), level 4. Right valve. Specimen 40290. Fig. 6.—*Inoceramus* (*Cremnoceramus*) *schloenbachi* Böhm, 1911. Locality GAS-III (Gastiain, Navarra). Fragment of right valve. Specimen 40631. Fig. 7.—*Inoceramus* (*Mytiloides*) *mytiloides* Mantell, 1822. Stratigraphic section GA-IV (Ganuza, Navarra), level 5m. Right valve. Specimen 38222.

ASOCIACIÓN CON *INOCERAMUS (CORDICERAMUS) BRANCOIFORMIS*:

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

**Asociación:** *Inoceramus (Cordiceramus) brancoiformis* Seitz (Lám. 2, Fig. 5), *I. (Co.) bueltenensis bueltenensis* Seitz (Lám. 3, Fig. 1), *I. (Co.) bueltenensis arnoldi* Seitz, e *I. (Platyceramus) cycloides ricardoi* (Lám. 2, Figs. 6a y 6b).

**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; y, como 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 otros autores (Seitz, 1967; Sornay, 1978a; López, 1986a y Kauffman, 1987-comunicación personal).

## IMPLICACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS DE ESTAS ASOCIACIONES

El establecimiento de este esquema de asociaciones de inocerámidos comporta algunas consecuencias bioestratigráficas importantes; por un lado invalida la zonación propuesta por Wiedmann & Kauffman (1978) para esta región y por otro modifica las edades de algunas de las formaciones litológicas de esta área.

### PROBLEMÁTICA DE LA ZONACIÓN DE INOCERÁMIDOS PROPUESTA POR WIEDMANN & KAUFFMAN (1978) PARA EL NORTE DE ESPAÑA

La primera zonación de los inocerámidos del Norte de España fue establecida por Wiedmann & Kauffman (1978), quienes la compararon con la zonación de ammonites de la misma área y con la zonación de inocerámidos de América del Norte.

Esta zonación presenta un gran número de diferencias con el esquema de asociaciones propuesto en el presente trabajo, en realidad existen muy pocas

coincidencias, a pesar de estudiar la misma área. Ello motivó un desplazamiento hasta el Geologisch-Paläontologisch Institut der Universität Tübingen (Tübingen, R.F.A.) para reestudiar el material utilizado por Wiedmann & Kauffman (1978). El reestudio de dicho material permitió constatar que las diferencias eran debidas a numerosos factores, como ya indica López (1992), entre los que destacan los siguientes, por ser los más generales:

1) El número de ejemplares de inocerámidos del Turoniense, Coniaciense y Santoniense del Norte de España estudiado por Wiedmann & Kauffman (1978) es completamente insuficiente para poder establecer una zonación en un área tan amplia, ya que apenas alcanzaba los 100 ejemplares. Lo que explica que no citasen especies que en realidad son muy frecuentes.

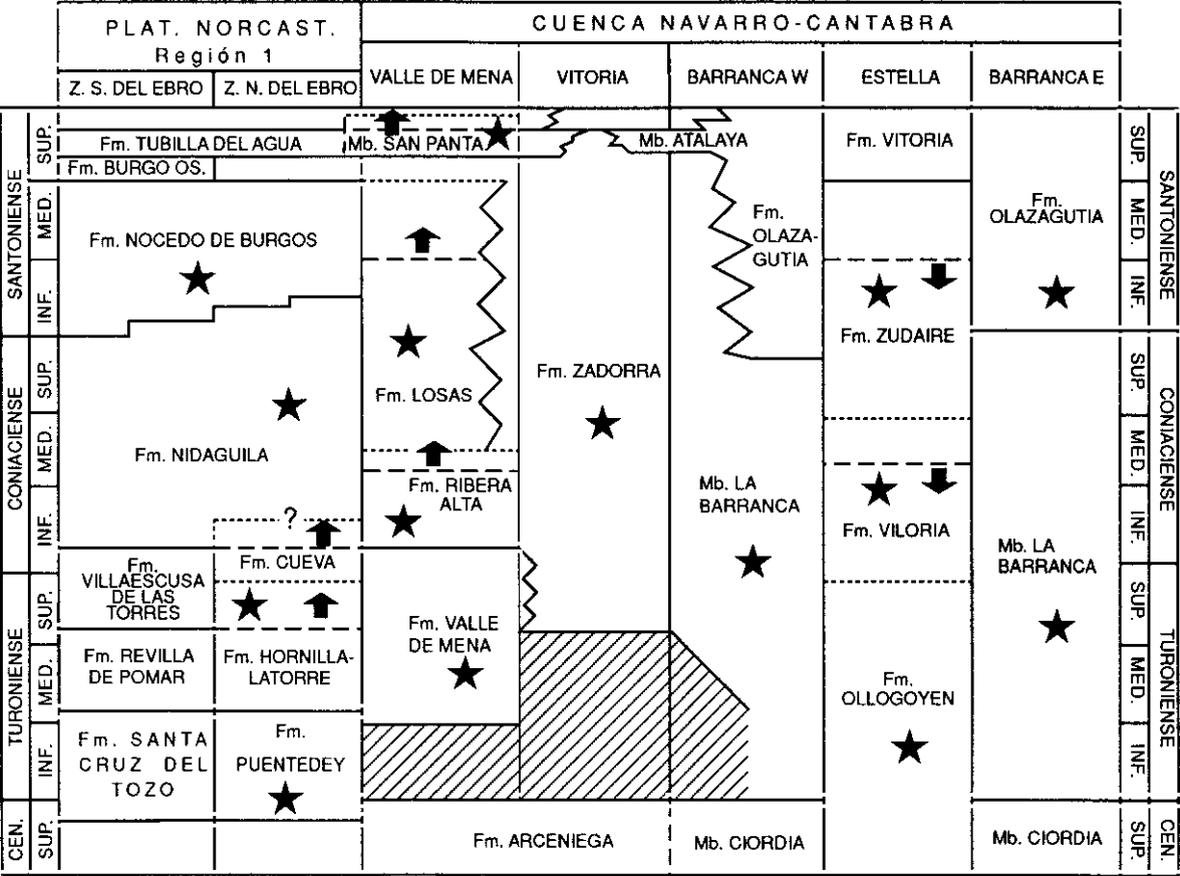
2) Las especies que Wiedmann & Kauffman (1978) utilizan para establecer zonaciones en el Coniaciense y en el Santoniense inferior están representadas, en su mayoría, por un único ejemplar en malas condiciones de conservación, o corresponden a nuevas especies no definidas formalmente, como *Cremnoceramus* n. sp. ex. gr. *inconstans*, y con una posición estratigráfica aparentemente dudosa. Por lo que en ningún caso pueden ser utilizadas para establecer zonaciones.

3) Asimismo, varias de las determinaciones de los inocerámidos figurados por Wiedmann & Kauffman (1978) son, cuanto menos, dudosas, presentando, muchas de ellas, caracteres bastante distantes de los propios de las especies a las que Wiedmann y Kauffman los atribuyen.

Estos problemas observados en la zonación de Wiedmann & Kauffman (1978) son semejantes a los apreciados en otras zonaciones de inocerámidos realizadas por uno de estos autores. Este es el caso de la zonación que Kauffman (1978b) establece para la Cuenca Cretácica de Bohemia; al respecto, Cech (1989) considera que dicha zonación no puede ser utilizada con fines prácticos debido a la existencia de bastantes errores en la determinación de las especies y en la interpretación de la posición estratigráfica de algunos afloramientos o sondeos. De igual manera, la distribución de inocerámidos que propone Kauffman (1978a) para Gran Bretaña, también presenta problemas, que Matsumoto & Noda (1986) atribuyen a que los ejemplares que estudió Kauffman (1978a) no parecen estar bien situados estratigráficamente.

#### MODIFICACIÓN DE LAS EDADES DE ALGUNAS FORMACIONES

La información que han proporcionado los inocerámidos ha permitido modificar las edades de algunas de las formaciones litológicas establecidas en esta área por Amiot (1982) y Floquet *et al.* (1982), así como confirmar algu-



nas otras (López, 1992). A continuación se indica cuales han sido estas aportaciones (Fig. 4):

**Fm. Ollogoyen:** Amiot (1982) consideró que el techo de esta formación debería corresponder al Coniaciense inferior (Coniaciense I y II de Wiedmann), mientras que la fauna de inocerámidos (Asociación con *Inoceramus* (*Inoceramus*) *cuvierii*) lo permite datar como Turoniense superior.

**Fm. Hornillalatorre:** los numerosos inocerámidos (Asociación con *Inoceramus* (*Inoceramus*?) *frechi*) localizados en el techo de esta formación corresponden al Turoniense terminal. A diferencia de Floquet *et al.* (1982) que atribuían este techo al Turoniense medio-superior.

**Fm. Vitoria:** los inocerámidos (Asociación con *Inoceramus* (*Inoceramus*?) *frechi*) permiten datar la base de esta formación como Turoniense terminal, mientras que Amiot (1982) consideraba que debía corresponder al Coniaciense medio (Coniaciense III ? de Wiedmann).

**Fm. de Cueva:** los muestreos realizados en el techo de esta formación no han proporcionado ningún ejemplar de inocerámido, pero puesto que el techo de la Fm. Hornillalatorre ya corresponde al Turoniense terminal, entonces se podría extraer la hipótesis de que el techo de la Fm. de Cueva podría corresponder al Coniaciense inferior o medio. Esta hipótesis está en desacuerdo con los datos de Lamolda, Rodríguez-Lázaro & Wiedmann (1981), que consideran que esta formación corresponde por completo al Turoniense. Por otra parte, Floquet *et al.* (1982) consideraban que correspondía al Turoniense superior a Coniaciense basal, mientras que Santamaría (1991) considera que corresponde al Coniaciense medio.

**Fm. de Ribera Alta:** los inocerámidos (Asociación con *Inoceramus* (*Platyceramus*) *mantelli*) permiten datar el techo de esta formación como Coniaciense medio. Mientras que Amiot (1982) y Rodríguez-Lázaro & Lamolda (1983) consideraron que este techo correspondía al Coniaciense inferior, y según Santamaría (1991) al Coniaciense superior.

**Fm. de Zudaire:** los inocerámidos (Asociación con *Inoceramus* (*Platyceramus*) *mantelli*) permiten datar la base de esta formación como Coniaciense medio. Coincidiendo con Amiot (1982), quien en el texto también considera

---

Fig. 4.—Formaciones reconocidas en la Cuenca Navarra-Cántabra y en la región I de la Plataforma Norcastellana, modificado de Amiot (1982) y Floquet *et al.*(1982), indicándose en cuales se ha reconocido fauna de inocerámidos (estrella) y en cuales se ha modificado su edad (límite modificado: ----, límite nuevo: ---, dirección de la modificación: flecha).

Fig. 4.—Lithologic formations recognized in the Navarro-Cantabrian Basin and in the region I of the North-Castilian Platform, modified from Amiot (1982) and Floquet *et al.*(1982), showing those formations with inoceramid faunas (star), and age modifications (modified boundary: ----, new boundary: ---, modification direction: arrow).

que corresponde al Coniaciense medio, aunque en su cuadro (Amiot, 1982, cuadro 3.4) lo sitúa en el Santoniense inferior.

**Fm. de Losas:** los inocerámidos permiten datar la base de esta formación como Coniaciense medio (Asociación con *Inoceramus (Platyceramus) mantelli*), mientras que según Amiot (1982) correspondería al Coniaciense inferior. Por otra parte, los inocerámidos también permiten datar el techo de esta formación como Santoniense medio (Asociación con *Inoceramus (Cordiceramus) cordiinitialis riedeli*); mientras que según el esquema de Amiot (1982, cuadro 3.4) debería corresponder al Santoniense inferior.

**Fm. de Nidaguila:** los inocerámidos permiten datar el techo de esta formación como Coniaciense terminal en Nidaguila (Asociación con *Inoceramus (Magadiceramus) subquadratus*) y Santoniense basal en Villamartín (Asociación con *Inoceramus (Platyceramus) undulatopticatus*), lo que está de acuerdo con las ideas de Floquet *et al.* (1982).

**Mb. de San Pantaleón de Losas:** los inocerámidos permiten datar la base de este miembro como Santoniense terminal (Asociación con *Inoceramus (Cordiceramus) brancoiformis*). Mientras que según el esquema de Amiot (1982, cuadro 3.4) debería corresponder al Santoniense medio, aunque de todas formas, en el texto del mismo trabajo (Amiot, 1982, p. 103) se considera que corresponde al Santoniense superior.

## COMPARACIÓN CON LAS ZONACIONES DE INOCERÁMIDOS DE OTRAS ÁREAS EUROPEAS

En este apartado se indican las principales diferencias entre la fauna de inocerámidos de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana con la fauna de inocerámidos de otras regiones europeas.

Como dato general, debe mencionarse que durante mucho tiempo, el límite Turoniense/Coniaciense en Alemania estuvo situado en un nivel estratigráfico superior al de las otras regiones, lo que dio 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.

### ZONACIÓN DE INOCERÁMIDOS EN LA REGIÓN SURPIRENAICA CENTRAL: --- ----

López (1986a y 1986b) identificó 22 especies de inocerámidos en el Coniaciense y Santoniense de la Región Surpirenaica Central y los asignó a las zonas de ammonites reconocidas en la misma zona por Martínez (1982).

No existe ninguna diferencia significativa entre la fauna de inocerámidos de esta región con la del área aquí estudiada, las únicas diferencias vienen dadas por distintas metodologías de muestreo.

#### ZONACIÓN DEL SURESTE DE FRANCIA:

Los trabajos de Sornay (1983 y 1984) muestran las asociaciones o especies de inocerámidos más representativas en distintas edades, pero sin definir zonas o asociaciones formalmente, y tomando, generalmente, como referencia las zonaciones propuesta para el Norte de Alemania por distintos autores, como Tröger (1967 y 1972).

La fauna de inocerámidos de esta área es muy semejante a la del área estudiada, con la excepción de que en el Norte de España no aparecen las especies *I. (Volviceramus) involutus* Sowerby e *I. (Vol.) koeneni* Müller en el Coniaciense, ni *I. (Sphenoceramus) gr. angustus* Beyenburg en el Santoniense.

#### ZONACIÓN DEL NORTE DE LA CUENCA DE PARÍS:

En esta área tampoco se han definido, hasta el momento, zonas o asociaciones de inocerámidos con carácter formal. Los distintos trabajos se han limitado a indicar las asociaciones o especies más representativas en distintas edades, y generalmente, tomando como referencia las zonaciones propuesta para el Norte de Alemania por distintos autores, como Tröger (1967 y 1972). Utilizando los datos de Sornay (1978b, 1980 y 1983) y de Mennessier & Sornay (1978) se observa que las semejanzas, en cuanto a la fauna de inocerámidos, entre el Norte de la Cuenca de París y el área aquí estudiada son muy marcadas, existiendo tan solo importantes diferencias en el Santoniense. De tal forma que en el Santoniense del Norte de la Cuenca de París son muy frecuentes las especies de *Inoceramus (Sphenoceramus)*, como *I. (Sphe.) cardissoides* Goldfuss e *I. (Sphe.) tuberculatus* Woods, como indica Sornay (1978b), mientras que este subgénero ni siquiera está presente en España.

#### ZONACIÓN DEL SUR DE INGLATERRA:

Existen diversos trabajos sobre los inocerámidos de Inglaterra, como los de Woods (1904-13), pero no suelen dar una adecuada posición estratigráfica de los ejemplares. Por ello, para tener una buena visión de la distribución

estratigráfica de los inocerámidos del Sur de Inglaterra deben tomarse como referencia los trabajos de Bailey *et al.* (1983 y 1984) y Seibertz (1979).

Las principales diferencias, en cuanto a la fauna de inocerámidos entre esta región y el Norte de España son las siguientes:

1) En el Norte de España no se ha reconocido la presencia de *Inoceramus (Inoceramus) lamarcki* Parkinson, que por el contrario es muy frecuente en el Turoniense medio de Inglaterra.

2) El Coniaciense medio de España no presenta ninguna especie de *Inoceramus (Volviceramus)*, mientras que en Inglaterra es muy frecuente la presencia de *I. (Volviceramus) koeneni* Müller e *I. (Vol.) ex. gr. involutus* Sowerby.

3) En el Norte de España no se ha reconocido ninguna especie de *Inoceramus (Sphenoceramus)*. Mientras que en Inglaterra el Coniaciense terminal está caracterizado por *I. (Sphenoceramus) digitatus*, la base del Santoniense lo está por *Inoceramus (Sphenoceramus) cardissoides* Goldfuss, y la parte terminal del Santoniense lo está por *I. (Sphe.) ex. gr. pinniformis* Willet.

#### ZONACIÓN DEL NORTE DE ALEMANIA:

El Norte de Alemania ha sido una de las regiones en donde los inocerámidos han sido más profusamente estudiados, por lo que lógicamente, las distribuciones de los inocerámidos de esta área han servido de base para la bioestratigrafía de otras regiones europeas. Las principales zonaciones y/o distribuciones de inocerámidos corresponden a Seitz (1961 y 1965), Keller (1982) y Tröger (1989).

Recientemente Tröger (1989) ha estudiado la bioestratigrafía de los inocerámidos del Cretácico superior de Europa y del Oeste de Asia, diferenciando 32 zonas de inocerámidos, que abarcan desde el Cenomaniense hasta el Campaniense. La comparación detallada entre las zonas de Tröger (1989) y las asociaciones de inocerámidos de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Norcastellana ya ha sido realizada al tratar éstas últimas. De todas formas, cabe resaltar que existen notables diferencias entre las asociaciones de inocerámidos aquí definidas y las zonas de Tröger, que en parte son debidas a que los inocerámidos estudiados por Tröger corresponden plenamente a la Provincia del Norte de Europa.

Las principales diferencias, en cuanto a la fauna de inocerámidos entre el Norte de Alemania y el Norte de España son las siguientes:

1) En el Norte de Alemania se ha reconocido un número mucho mayor de especies y de ejemplares que en el Norte de España.

2) En el Turoniense medio del Norte de Alemania se reconocen numerosos ejemplares de las subespecies de *Inoceramus* (*Inoceramus*) *lamarcki* Parkinson, mientras que ninguno de ellos ha sido citado en el Norte de España.

3) El Coniaciense medio del Norte de Alemania está caracterizado por numerosos inocerámidos involutos, como *Inoceramus* (*Volviceramus*) *koeneni* Müller e *I. (Vol.) involutus* Sowerby, mientras que ninguno de ellos ha sido reconocido en el Norte de España.

4) En el Norte de Alemania se han reconocido numerosos ejemplares de *Inoceramus* (*Sphenoceramus*), lo que ha permitido establecer una zonación, en base a este subgénero, desde el Coniaciense superior hasta el Santoniense superior. Mientras que este subgénero no ha sido reconocido en el Norte de España.

#### AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Dr. Ricardo Martínez su dirección durante la realización de la Tesis Doctoral (López, 1990b), que constituye la base de este trabajo. Al Dr. Marcos A. Lamolda y al Dr. Robert Santamaría por su colaboración y ayuda en muchas salidas de campo. Así como a los revisores del presente trabajo por su labor en la mejora del mismo.

Al Director y personal del Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hannover, R.F.A.), del British Museum (Natural History, Londres) y del Sedgwick Museum (Cambridge), así como al Prof. Dr. Jost Wiedmann (Tübingen) y al Dr. W.J. Kennedy (Oxford) por haber permitido estudiar las colecciones que se encuentran bajo su cargo. Asimismo, al Prof. Dr. Jake Hancock por su hospitalidad durante una estancia en Londres.

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la DGICYT dentro del proyecto PB87-0748-C02, y es una contribución al proyecto 262 del IGCP de la UNESCO.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AMIOT, M. (1982): El Cretácico superior de la Región Navarro-Cántabra. In: *El Cretácico de España. Univ. Complutense. Madrid*. 88-111.
- BAILEY, H.W.; GALE, A.S.; MORTIMORE, R.N.; SWIECICKI, A., & WOOD, C.J. (1983): The Coniacian-Maastrichtian stages of the United Kingdom, with particular reference to southern England. *Newsl. Stratigr.*, 12 (1): 29-42.
- BAILEY, H.W.; GALE, A.S.; MORTIMORE, R.N.; SWIECICKI, A., & 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. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33: 31-39.
- BIRKELUND, T.; HANCOCK, J.M.; HART, M.B.; RAWSON, P.F.; REMANE, J.; ROBASZYNSKI, F.; SCHMID, F., & SURLIK, F. (1984): Cretaceous stage boundaries-Proposals. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33 (1-2): 3-20.

- CECH, S. (1989): Upper Cretaceous *Didymotis* Events from Bohemia. In: Wiedmann, J. (ed.) *Cretaceous of the Western Tethys. proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 657-676.
- CIRY, R. (1940): Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 74 (4): 1-528.
- FEUILLÉE, P. (1967): Le Cénomaniens des Pyrénées Basques aux Asturies. Essai d'analyse stratigraphique. *Mém. Soc. Géol. France* (n.s.), 46 (108): 1-343.
- FLOQUET, M. (1987): Contrôle tectonique, sédimentaire et eustatique des transgressions et régressions marines sur la plate forme nord-castillane (Espagne) au Crétacé supérieur. *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 11: 69-77.
- FLOQUET, M.; ALONSO, A., & MELÉNDEZ, A. (1982): Cameros-Castilla. El Cretácico superior. In: *El Cretácico de España*. Univ. Complutense. Madrid. 387-456
- HEINZ, R. (1928a): Das Inoceramen Profil der oberen Kreide Lüne burg mit Anführung der neuen Formen und deren Kennzeichnung (Inoceramen I). *Jb. Nieder. geol. Ver.*, 21: 64-81.
- HEINZ, R. (1928b): Über Cenoman und Turon bei Wuntorf westlich von Hannover zugleich. Beiträge zur Kenntnis der oberkreide zwischen (Inoceramen II). *Jb. Nieder. geol. Ver.*, 18: 1-38.
- HEINZ, R. (1936): Inocerámidos de Alicante, Valencia y Baleares. Contribución al conocimiento de los inocerámidos XV. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 36: 91-99.
- KAUFFMAN, E.G.: (1978a). British Middle Cretaceous inoceramid biostratigraphy. *Ann. Mus. Hist. Nat. Nice*, 4: IV.1-IV.9.
- KAUFFMAN, E.G. (1978b): An outline of middle Cretaceous marine history and inoceramid biostratigraphy in the Bohemian Basin, Czechoslovakia. *Ann. Mus. Hist. Nat. Nice*, 4: XIII.1-XIII.12.
- KAUFFMAN, E.G.; COBBAN, W.A., & EICHER, D.L. (1978): Albian through Lower Coniacian Strata, biostratigraphy, and principal events, Western Interior United States. *Ann. Mus. Hist. Nat. Nice*, 4: XXIII.1-XXIII.52.
- KELLER, S. (1982): Die Oberkreide der Sack-Mulde bei Alfeld (Cenoman-Unterceniac). Lithologie, Biostratigraphie und Inoceramen. *Geol. Jb.*, A. 64: 1-154.
- KÜCHLER, T. & ERNST, G. (1989): Integrated Biostratigraphy of the Turonian-Coniacian Transition Interval in Northern Spain with Comparison to NW Germany. In: Wiedmann, J. (ed.) *Cretaceous of the Western Tethys. proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 145-159.
- LAMOLDA, M.A.; LÓPEZ, G., & MARTÍNEZ, R. (1989): Turonian integrated Biostratigraphy in the Estella Basin (Navarra, Spain). In: Wiedmann, J. (ed.), *Cretaceous of the Western Tethys. proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 145-159.
- LAMOLDA, M.A.; RODRÍGUEZ-LÁZARO, J., & WIEDMANN, J. (1981): Excursions to Coniacian-Maastrichtian of basque-cantabric basin (Field guide). -WGCM 3rd working session in Tremp. *Pub. Geol. U.A.B.*, 14: 1-53.

- LÓPEZ, G. (1986a): Inocerámidos del Cretácico superior de los alrededores de St. Corneli (prov. Lleida). *Pub. Geol. U.A.B.*, 22: 1-121.
- LÓPEZ, G. (1986b): Distribución de Inocerámidos (Bivalvia) en la zona sudpirenaica central. *Paleontologia i Evolució*, 20: 235-239.
- LÓPEZ, G. (1987): Los inocerámidos (Bivalvia) del Santoniense y Coniaciense del valle de Losa (Burgos y Alava). *III Jor. Pal., Resúmenes*. 216.
- LÓPEZ, G. (1990a): Los inocerámidos (Bivalvia) del Turoniense de Ganuza (Navarra, España). In: J. Civis Llovera & J.A. Flores (eds.) *Actas de Paleontología. (Actas de las IV Jornadas de Paleontología). Acta Salmanticensis. Biblioteca de las Ciencias*, 68: 189-209.
- LÓPEZ, G. (1990b): Inocerámidos (Bivalvia) del Cretácico superior de la Cuenca Navarro-Cántabra y de la Plataforma Nord-Castellana. Paleontología y Bioestratigrafía. *Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. (Inédita)*. 551 pp.
- 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. *Bol. Geol. y Min.*, 103 (5): 837-892.
- MARTÍNEZ, R. (1982): Ammonoideos Cretácicos del Prepirineo de la provincia de Lérida. *Pub. Geol. U.A.B.*, 17: 1-197.
- MATSUMOTO, T. & NODA, M. (1986): Some inoceramids (Bivalvia) from the Cenomanian (Cretaceous) of Japan-I. New or little known four species from Hokkaido and Kyushu. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, 143: 409-421.
- MENNESSIER, G. & SORNAY, J. (1978): Repartition des Inocérames dans la craie de Picardie occidentale (Cénomanien supérieur-Campanien). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 286 D: 1555-1557.
- RODRÍGUEZ-LÁZARO, J.M. & LAMOLDA, M.A. (1983): Essai de biostratigraphie quantitative du Sénonien inférieur du Valle de Losa, Basin basco-cantabrique. *Géol. Médit.*, 10(3-4). 155-162.
- SANTAMARÍA, R. (1991): Ammonoideos del Cretácico superior de la Plataforma Nord-Castellana y parte de la Cuenca Navarro-Cántabra. Paleontología y Bioestratigrafía. *Tesis Doctoral, Univ. Autónoma de Barcelona (Inédita)*, 397 pp.
- SEIBERTZ, E. (1979): Biostratigraphie im Turon des SE-Münsterlandes und Anpassung an die internationale Gliederung auf grund von Vergleichen mit anderen Oberkreide-Gebieten. *Newsl. Stratigr.*, 8 (2): 111-123.
- SEITZ, O. (1921): Die stratigraphisch wichtigen Inoceramen der norddeutschen Turons. *Zeits. Deutsch. geol. Gesell.*, 73: 99-108.
- SEITZ, O. (1961): Die Inoceramen des Santon von Nordwestdeutschland. I Teil. *Platyceramus, Cladoceramus* und *Cordiceramus*. *Beihefte zum Geol. Jb.*, 46: 3-186.
- SEITZ, O. (1965): Die Inoceramen des Santon und Unter-Campan II von Norwestdeutschland. II Teil. *Beihefte zum Geol. Jb.*, 69: 3-194.
- SORNAY, J. (1966): Idées actuelles sur les Inocérames d'après divers travaux récents. *Ann. Paléont. (Invert.)*, 52(1): 57-92.
- SORNAY, J. (1978a): Étude Paléontologique. In: Sornay, J. & Bilotte, M. *Faunes*

- d'Inocérames du Campanien et du Maestrichtien des Pyrenees. *Ann. Pal. (Inv.)*, 64 (1), 27-45.
- SORNAY, J. (1978b): Inocérames. In: Amedro, F. *et al.*, Echelles biostratigraphiques dans le Turonien du Cap Blanc-Nez (Pas de Calais, F.). *Bull. Inf. Geol. Bassin Paris*, 15: 3-20.
- SORNAY, J. (1980): Inocérames. In: Robazynski, F. *et al.*, Synthèse biostratigraphique de l'Aptien ou Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques: Foraminifères, Nannoplancton, Dinoflagellés et Macrofaunes. *Rev. Micropal.*, 22 (4): 259-260.
- SORNAY, J. (1983): Etude biostratigraphique des faunes d'Inocerames du Sénonien français. *Geol. Medit.*, 10 (3-4): 193-198.
- SORNAY, J. (1984): Inocérames. In: Philippe *et al.* Synthèse géologique du sud-est de la France. *Mem. B.R.G.M. Crétacé supérieur*. 125: 343-345.
- TRÖGER, K.A. (1967): Zur Paläontologie, Biostratigraphie und faziellen Ausbildung der unteren Oberkreide (Cenoman bis Turon, I). *Abhandl. staatl. Mus. Miner. Geol. Dresden*, 12: 13-207.
- TRÖGER, K.A. (1972): Zur Biostratigraphie der Ober-Turon bis Unter-Santon aus dem Schachtaufschluss der Zeche Grimberg IV bei Bergkamen (BRD). *Freib. Forsch. Hc*, 298: 109-138.
- TRÖGER, K.A. (1981): Zu Problemen der Biostratigraphie der Inoceramen und der Untergliederung des Cenomans und Turons in Mittel- und Osteuropa. *Newsl. Stratigr.*, 9 (3): 139-156.
- TRÖGER, K.A. (1989): Problems of Upper Cretaceous Inoceramid Biostratigraphy and Paleobiogeography in Europe and Western Asia. In: Wiedmann, J. (ed.) *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 911-930.
- WIEDMANN, J. (1979): Mid Cretaceous Events. Iberian Field Conference 77. Guide II Partie. Itinéraire géologique à travers le crétacé moyen des Chaînes Vasco-gothiques et Celtibériques (Espagne du Nord). *Cuad. Geol. Ibérica*, 5: 127-214.
- WIEDMANN, J. y KAUFFMAN, E.G. (1978): Mid-Cretaceous biostratigraphy of northern Spain. *Ann. Mus. d'Hist. Nat. de Nice. IV. Mid-Cretaceous events reports on the biostratigraphy of key areas*. 4: III.1-III.34.
- WOOD, C.J.; ERNST, G., & 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. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33: 225-238.
- WOODS, H. (1904-13): A monograph of the Cretaceous lamellibranchia of England. *Palaeont. Soc.*, 2: 262-340.

*Recibido: 5 de Septiembre de 1991.*

*Aceptado: 21 de Marzo de 1994.*