

Período vital y ciclos de crecimiento en *Praeradiolites ciryi* e *Hippurites quintanalomensis* (Hippuritacea, Bivalvia, Cretácico Superior de Gredilla de Sedano, Norte de Burgos, España)

Life-span and growth cycles in Praeradiolites ciryi and Hippurites quintanalomensis (Hippuritacea, Bivalvia, Upper Cretaceous of Gredilla de Sedano, Northern Burgos, Spain)

I. Regidor-Higuera, F. García-Garmilla, M.C. Zuluaga y J. Elorza

Dpto. de Mineralogía y Petrología, Universidad del País Vasco, Ap.644, 48080-Bilbao (Spain),
E-mail: npbrehii@lg.ehu.es

ABSTRACT

Several specimens of *Praeradiolites ciryi* FLOQUET (1991) and *Hippurites quintanalomensis* FLOQUET (1991), taken from the Quintanaloma Formation sediments (Upper Campanian-Lower Maastrichtian) at Gredilla de Sedano section (Burgos, Northern Spain) have been studied for determination of their growth velocity, life-span and different types of cyclicity. *H. quintanalomensis* has a mean growth velocity of 0.30-0.45 cm/year, with a maximum of 0.79 cm/year and having a life-span of 20 years. On the contrary, *P. ciryi* shows more variable growth velocities, usually between 0.2 and 0.8 cm/year, with a maximum of 1.52 cm/year, varying the life-span from 9 to 13 years. Daily, tidal, monthly and annual cycles have been detected into sclerochronological profiles of these rudist shells. Fortnightly tidal cycles currently show an incomplete number of daily cycles (8-9 for *H. quintanalomensis*; 10-15 for *P. ciryi*) represented by an alternance of clear/obscure laminae couples. Monthly cycles enclose a pair of tidal «doublets» and annual cycles (megarhythms) may include up to 25 «doublets» limited by densely-condensed obscure growth-lines. Annual cycles are more easily observable when *P. ciryi* develops «honeycomb» microstructures. This cellular microstructure tends to disappear coinciding with the wintry limit between years.

Key words: Rudists, life-span, growth cycles, Gredilla de Sedano, Upper Cretaceous, Spain

Geogaceta, 34 (2003), 187-190
ISSN: 0213683X

Introducción y metodología

En trabajos anteriores, estudiamos el período vital, microestructura y grado de alteración diagenética de las conchas de rudistas de los géneros *Bournonia* y *Radiolites* (Radiolitidae) presentes en la sección de Gredilla de Sedano (Burgos), perteneciente a la Formación de Quintanaloma, de edad Campaniense sup.-Maastrichtiense inf. (Regidor-Higuera *et al.*, 2002a, b, c). Sin embargo, otros rudistas radiolíticos (*Praeradiolites*), así como algunos hipurítidos que se encuentran en dicha unidad, muestran tamaños, formas y ornamentación de sus conchas esencialmente diferentes de las de los primeros, por lo que parece interesante llevar a cabo algunas estimaciones acerca de su período vital y ciclicidad de crecimen-

to antes de entrar en consideraciones sobre su composición geoquímica final como resultado del balance entre alteración diagenética y efecto vital remanente.

A Floquet (1991, 1998) se debe la definición de las dos especies estudiadas en este trabajo: *Praeradiolites ciryi* e *Hippurites quintanalomensis*, así como un conocimiento profundo de la microestructura de sus conchas. Las valvas derechas de *P. ciryi* (Fig.1, ejemplares 2-13) poseen una gran variabilidad morfológica, en ocasiones con formas entrelazadas de manera compleja, importante curvatura del eje de crecimiento y ornamentación externa muy diversa. Los tamaños de los ejemplares recogidos oscilan entre 4.5 y 8 cm. En la opinión de este autor, factores ligados al ambiente, tales como el espacio disponible para su

crecimiento dentro del biostromo y la naturaleza del sustrato, pueden condicionar la forma y tamaño de la concha, modificando sustancialmente el factor filogenético. No obstante su carácter polimórfico, persisten algunos rasgos morfológicos determinantes; por ejemplo, las fuertes proyecciones hacia el exterior de las láminas de crecimiento, como sucede en los ejemplares 9 y 10 de la Fig.1. En cuanto a su microestructura, la aparición de celdillas («honeycomb») entre capas compactas es muy variable (Fig.2A), e, incluso, algunos ejemplares, como los 2, 3 y 4 de la Fig.1, pueden carecer de ellas. Por su parte, *H. quintanalomensis* (Fig.1, ejemplar 1) posee una forma típicamente cónica de su valva derecha. Dado el grado de fragmentación mecánica de sus conchas, hemos escogido sólo un par de individuos cuyo

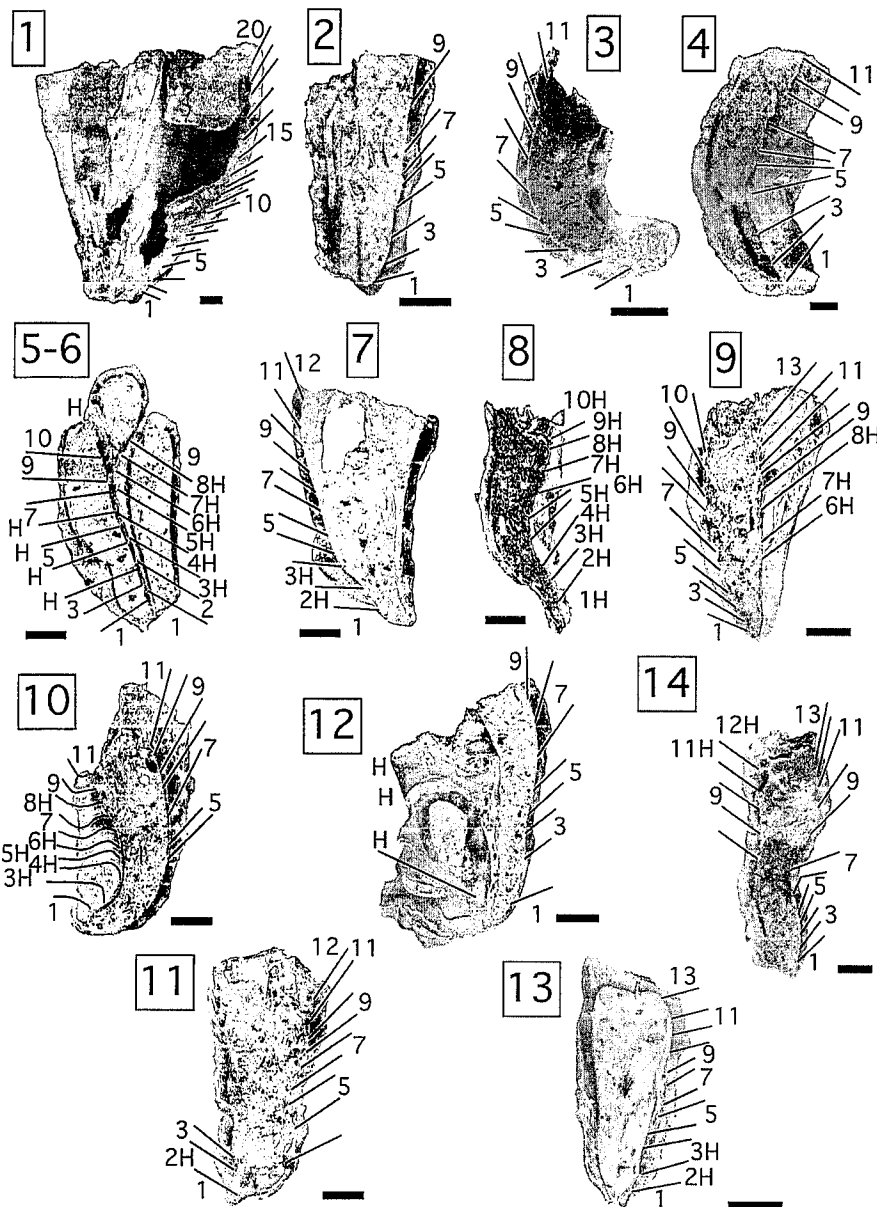


Fig. 1.- Secciones longitudinales de un par de individuos de *H. quintanalomensis* (1) y quince de *P. ciryi* (2-13), mostrando los períodos vitales calculados. Los intervalos con estructura «honeycomb» han sido señalados con una H. La barra de escala es 1 cm.

Fig. 1.- Longitudinal sections of a pair of individuals of *H. quintanalomensis* (1) and fifteen of *P. ciryi* (2-13), showing the estimated life-span. The «honeycomb» intervals are marked with H. Scale bar is 1 cm.

tamaño es de 9-10 cm. Su microestructura es totalmente compacta con finos «sets» de líneas de crecimiento muy apretadas (Fig.2B).

Quince ejemplares de *P. ciryi* y un par de *H. quintanalomensis*, fueron seccionados, pulidos y escaneados con un Agfa Studioscan para una mejor visualización de su microestructura. Las observaciones de detalle se llevaron a cabo con un microscopio óptico Olympus BH2 y una lupa binocular Leica Wild M8. El material gráfico fue procesado mediante el programa Adobe

Photoshop 5.0.

Microestructura de las conchas

Amico (1978) aplicó a los rudistas radiolítidos un sistema de cálculo de edades vitales basado en «megarritmos» de carácter anual, delimitados por líneas de crecimiento más apretadas correspondientes a la estación de invierno, que dan paso a líneas más separadas formadas durante el verano. En algunos ejemplares de *P. ciryi* se observa un mayor desarrollo de la textura «honeycomb» (celular) precisamente durante el período de máximo cre-

cimiento (estío), cuando se genera un mayor volumen de concha sin incremento aparente de la producción de carbonato cálcico, lo que también se traduce en una horizontalización de las líneas de crecimiento o «planchers» (Masse y Philip, 1972). A escala de un ciclo anual, la textura «honeycomb» comienza con celdillas muy aplastadas, sin continuidad lateral y siempre con la convexidad hacia abajo (Figs.2A y 3A). Cada «doublet», es decir, el espacio comprendido entre dos líneas de crecimiento consecutivas, contiene 10-15 «microrritmos», que se interpretan como ciclos día/noche representados por pares de finas laminillas claras/oscuras. Esto sugiere que un «doublet» podría representar un ciclo de mareas vivas; por lo tanto, un año de vida puede suponer, «a priori», un conjunto de 24-25 «doublets». Schumann (1995) trabajó con éxito sobre premisas similares a éstas para el cálculo de los períodos vitales de rudistas radiolítidos del Cretácico Superior de Omán (Península Arábiga).

La aplicación de la metodología anterior a los hippuritidos y las zonas compactas de las conchas de *P. ciryi* puede encontrar algunas dificultades para el cálculo de la edad vital de los individuos. Sin embargo, los límites anuales suelen aparecer bien delimitados por líneas de crecimiento («planchers») más oscuras y apretadas, como sucede en *H. quintanalomensis* (Fig.2B), quedando los «doublets» reducidos a espesores comprendidos entre 0.07 y 0.1 mm. Cuando aparece la estructura «honeycomb» en *P. ciryi*, el cálculo se hace más fácil, resultando viable seguir lateralmente las líneas de crecimiento desde las zonas celulares hasta las compactas. Con nicoles cruzados, la estructura prismática característica de *P. ciryi* se superpone a las líneas de crecimiento (Fig.3B), pudiendo obstaculizar las observaciones en algunos casos. En ambas especies, pero sobre todo en las capas compactas de *P. ciryi*, se aprecian numerosas perforaciones orgánicas («borings») rellenas de micrita (Fig.1, ejemplar 2), que no han supuesto mayor obstáculo para nuestras determinaciones.

Velocidad de crecimiento y período vital

La velocidad de crecimiento de las conchas puede variar de forma notable en función de su forma, grado de recumbencia, y tipo y morfología del sustrato. El crecimiento anual se ha medido siguiendo el contacto miostracum/

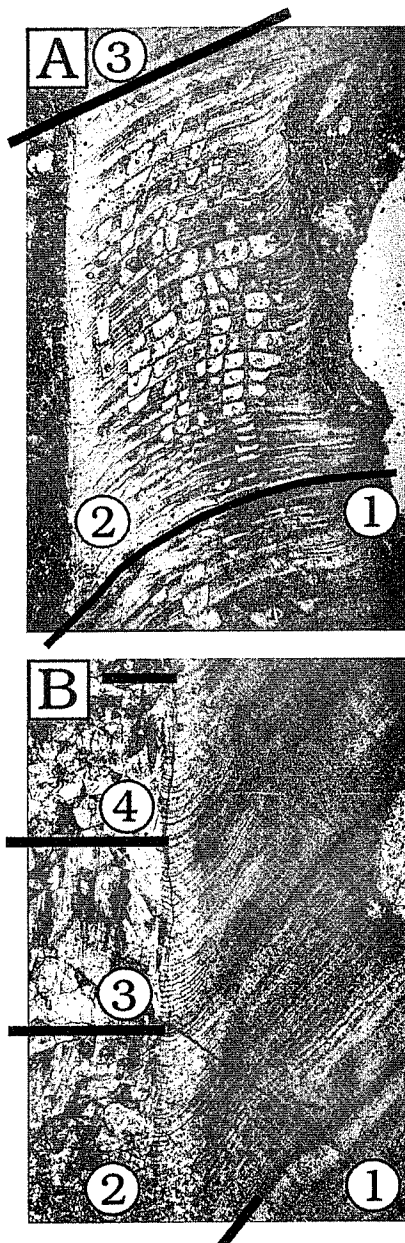


Fig. 2.- A) *P. ciryi*. Detalle de la microestructura «honeycomb». Las líneas trazadas separan períodos anuales (1-3). Anchura de la foto: 2.4 mm.; B) *H. quintanalomensis*. Aspecto de la concha compacta. Las líneas trazadas separan períodos anuales (1-4). Anchura de la foto: 1.2 mm.

Fig. 2.- A) *P. ciryi*. Close-view of the «honeycomb» microstructure. Traced lines separate annual periods (1-3). Photo width: 2.4 mm.; B) *H. quintanalomensis*. Close-view of the compact shell. Traced lines separate annual periods (1-4). Photo width: 1.2 mm.

hipostracum, debido a que, hacia la parte externa del miostracum, las líneas de crecimiento pueden verticalizarse, reduciéndose aparentemente el espesor de perfil esclerocronológico. De hecho, los ángulos que forman las líneas de crecimiento con el plano horizontal pueden variar en-

tre 45° y 59° para *H. quintanalomensis*, y 1° y 74° para *P. ciryi*. Los contajes realizados sobre la microestructura de las conchas revelan edades y velocidades de crecimiento bien distintas para ambos géneros. Así, en *H. quintanalomensis* la velocidad de crecimiento es normalmente de 0.3-0.45 cm/año, con un máximo de 0.79 cm/año. Su período vital, estimado en la parte mejor preservada de la concha, es de 20 años (Figs.1 y 4A). Por el contrario, *P. ciryi* muestra velocidades de crecimiento más variables, generalmente comprendidas entre 0.2 y 0.8 cm/año, con máximos de hasta 1.52 cm/año. Su período vital varía entre 9 y 13 años (Figs.1 y 4B).

Perfil esclerocronológico y ciclicidad

Una cuestión de indudable interés es saber cómo responde la microestructura de la concha ante los ciclos diarios, mareales, mensuales y anuales. Si bien la morfología externa es función en gran medida de su relación con el sustrato, el agrupamiento de líneas de crecimiento en su interior, en cambio, puede reflejar diferentes tipos de ritmicidad temporal. Es asumible que el cambio estacional entre verano e invierno no debió traducirse en variaciones importantes en la temperatura de las cálidas aguas de las plataformas del Cretácico Superior en el dominio Norcastellano. En efecto, la macroflora de la época parece indicar un clima persistentemente cálido y húmedo (Alvarez-Ramis *et al.*, 1982). Además, el relieve del Macizo Ibérico occidental debió proteger la zona de los vientos húmedos procedentes del oeste (Floquet, 1991). Ello hace pensar que los factores estacionales pudieron haber influido tan sólo levemente en la diferenciación de megarritmos anuales en las conchas de los rudistas. De hecho, algunos géneros también recogidos en Gredilla de Sedano, como *Bournonia*, llegan a presentar hasta cinco ciclos anuales (126 «doublets») consecutivos sin separaciones detectables en su perfil esclerocronológico (Regidor-Higuera *et al.*, 2002 b, c, d).

En el caso de *H. quintanalomensis* y *P. ciryi*, la separación entre ciclos anuales se localiza, en el mejor de los casos, por la condensación de «doublets» (concentración de líneas de crecimiento oscuras), en ocasiones, acompañada del cese de la estructura celular. Cada «doublet» es interpretable como resultado de un ciclo de mareas vivas (14 días en la actualidad); por tanto, dos «doublets» se corresponden con un mes lunar, que actualmente

comprende una media de 29.53 días, lo que supone 12.37 meses lunares al año (House, 1995). El promedio de días por mes lunar no debió ser significativamente mayor en el Mesozoico (30), mientras que en el Cámbrico llegó a ser de cerca de 31.5. Ello implica que un año completo debiera contener 25 «doublets» en el perfil de crecimiento de un rudista. El hecho de encontrar ciclos anuales con menor número de «doublets» podría atribuirse a un enmascaramiento por causas medioambientales y/o reproductoras (Amico, 1978).

A su vez, dentro de cada «doublet», debieran encontrarse 14-15 pares de láminas clara/oscura (*pellucida/obscura*), si bien muchas veces encontramos «doublets» aparentemente incompletos, o bien en los que se hace difícil distinguir tal microrritmicidad, particularmente cuando los «doublets» se localizan en estructuras compactas y tienen muy pequeño espesor. En *H. quintanalomensis* se pueden contar hasta 8-9 ciclos día/noche («nycthémeraux») (Fig.5); es posible, que algunos de ellos se hayan perdido por

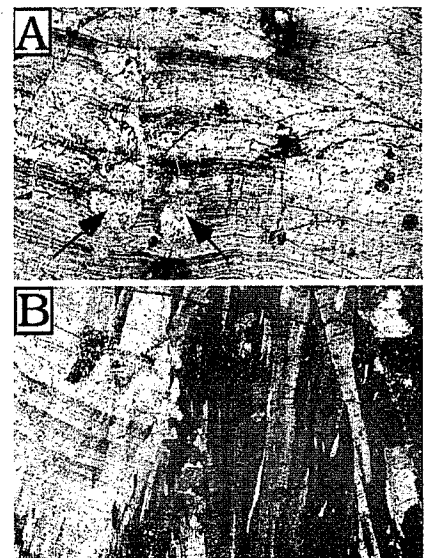


Fig. 3.- *P. ciryi* (especimen 10 en Fig.1). A) Sección longitudinal en la que se aprecian celdillas incipientes (señaladas con flechas). Luz transmitida. Anchura de la foto: 0.6 mm.; B) A menor aumento, la sección con nícoles cruzados muestra claramente la microestructura prismática. Anchura de la foto: 1.2 mm.

Fig. 3.- *P. ciryi* (specimen 10 in Fig.1). A) Longitudinal section showing incipient cells of the «honeycomb» microstructure (arrowed). Transmitted light. Photo width: 0.6 mm.; B) To a lesser augmentation, the section under crossed polars clearly shows the prismatic microstructure. Photo width: 1.2 mm.



Fig. 4.- Detalle de dos «doublets» de *H. quintanalomensis*. En el inferior (M1) se cuentan hasta ocho microrritmos (pares de láminas clara/oscura); y, en el superior (M2), nueve. Anchura de la foto: 0.15 mm.

Fig. 4.- Close-view of two «doublets» of *H. quintanalomensis*. The lower one (M1) contains eight microrhythms (pairs of clear/obscure laminae), whereas the upper (M2) shows nine microrhythms. Photo width: 0.15 mm.

recristalización diagenética de la concha, pues las *laminae pellucidae* son comparativamente mucho más gruesas que las *laminae obscurae*.

Por lo tanto, y con las consiguientes limitaciones, hemos reconocido ciclos diarios, mareales, mensuales y anuales en las conchas de los rudistas estudiadas en este trabajo. Otros ciclos a mayor escala, como «El Niño» (entre 1 y 9.9 años) o el ciclo de actividad solar («sunspots», ca. 11 años) no han podido ser detectados con certeza en estas conchas, en parte debido a la limitada longevidad de los individuos, particularmente *P. ciryi*.

Agradecimientos

Al Dr. Peter Skelton (Open University, UK) por sus orientaciones morfológicas y taxonómicas de las conchas. A la Universidad del País Vasco por la financiación de este trabajo a través de los Proyectos de Investigación UPV 130.310-EB034/99 y 9/UPV00130.310-14596/2002. Al Gobierno Vasco por la concesión de la Beca Predoctoral del primer firmante de este trabajo.

Referencias

Alvarez-Ramis, C.; Fernández-Marrón, M.T. y Gómez-Porter, P. (1982): *107ème Congrès Nat. Soc. Savantes. Sciences*, I, 85-95.

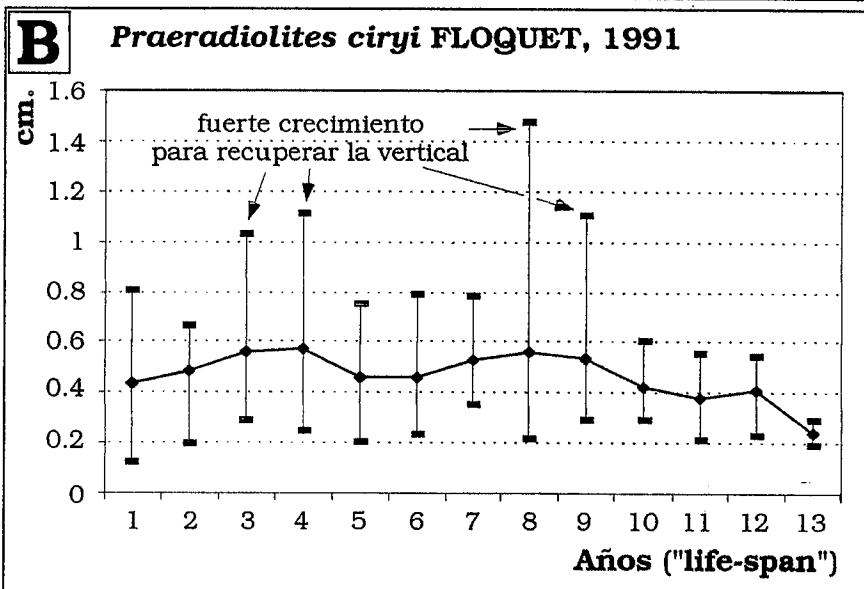
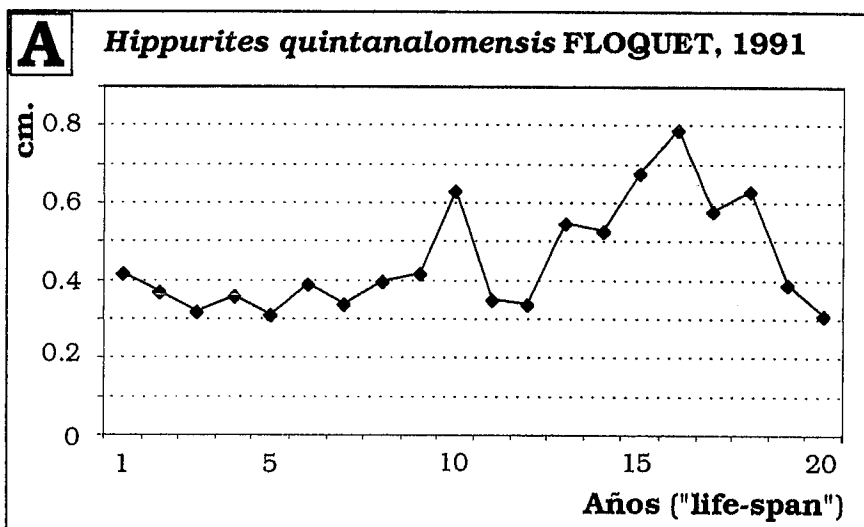


Fig. 5.- A) Velocidad de crecimiento (cm/año) y período vital de un ejemplar de *H. quintanalomensis*; B) Valores máximos, mínimos y medios de la velocidad de crecimiento (cm/año) y período vital de 13 ejemplares de *P. ciryi*.

Fig. 5.- A) Growth velocity (cm/year) and life-span for one individual of *H. quintanalomensis*; B) Maximum, minimum and mean values of the growth velocity (cm/year) and life-span for 13 individuals of *P. ciryi*.

Amico, S. (1978): *Travaux Lab. Géol. Historique et de Paléont. Univ. de Provence*, 8, 1-131.
 Floquet, M. (1991): *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 14, 1-925.
 Floquet, M. (1998): *Geobios. Mém. Spec.*, 22, 111-123.
 House, M.R. (1995): *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 85, 1-18.
 Masse, J.-P. y Philip, J. (1972): *C. R. Acad. Sc. Paris*, 274, 3202-3205.
 Regidor-Higuera, I; García-Garmilla, F. y Elorza, J. (2002a): *Geogaceta*, 32, 285-288.
 Regidor-Higuera, I; García-Garmilla, F. y Elorza, J. (2002b): *Geogaceta*, 32, 289-292.
 Regidor-Higuera, I; García-Garmilla, F. y Elorza, J. (2002c): *Geogaceta*, 32, 293-296.
 Regidor-Higuera, I; García-Garmilla, F. y Elorza, J. (2002d): *6th International Congress of Rudists. Rovinj (Croatia). Abstracts Book*: 57-58.
 Schumann, D. (1995): *Facies*, 32, 189-202.