Microestructuras, diagénesis y evidencias estacionales en las valvas de *Crassostrea* sp. del Albiense superior-Cenomaniense inferior en la playa de Somocuevas (Liencres, Cantabria)

Microstructures, diagenesis and seasonal evidences in* Crassotrea *sp. valves from Upper Albian-Lower Cenomanian in the Somocuevas beach (Liencres, Cantabria)

R. Higuera-Ruiz(*) y J. Elorza

Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco, Apdo. 644; 48080 Bilbao
(*) npbhirur@lg.ehu.es

ABSTRACT

The microstructural and cathodoluminescence (CL) study of Crassotrea sp. shells of Somocuevas, Cantabria (Upper Albian-Lower Cenomanian) has allowed to determinate that the dominant diagenetic process involved in the shells has been freatic meteoric, with cementación process in the pores and preservation of the initial microstructure of the oysters. The main microstructures are: Regular simple prismatic (RSP), Regular foliated (RF) and Complex cross foliated (CCF). These microstructures present a variable luminescence. The RSP exhibits a yellow-bright luminescence. The RF is not luminescent or presents a dull red luminescence, and the CCF has a medium to bright yellow luminescence. It is also observable the presence of dark growth lines with yellow bright luminescence in the RF, that are related with fractures in the umbo zone. It is proposed that these zones indicate anual growth lines that can be used to determinate seasonality.

Key words: *Crassotrea sp., cathodoluminescence, diagenesis, Albian-Cenomanian, Cantabria.*

Geogaceta, 38 (2005), 111-114
ISSN: 0213683X

Introducción

El análisis petrológico y geoquímico de las conchas de bivalvos fósiles (rudistas e inocerámidos) recogidos en la Cuenca Vasco Cantábrica (CVC), está siendo empleado para determinar los mecanismos de diagénesis, el grado de modificación de la microestructura y la preservación de la señal geoquímica original del organismo (Regidor-Higuera *et al.*, 2002; Jiménez-Berrocoso *et al.*, 2004; Gómez-Alday *et al.*, 2004). Esta última es el resultado del ambiente físico-químico en el que vivía y los controles biológicos ejercidos durante su formación esqueletal (Dodd y Stanton, 1981). Con el presente trabajo, iniciamos una línea de investigación complementaria a las ya consolidadas, al utilizar las valvas de la ostra *Crassostrea* sp. (Malchus, comunicación personal), localizadas en materiales de edad Albiense superior-Cenomaniense inferior y pertenecientes a la Formación de Suances (Fig.1). El objetivo prioritario ha sido reconocer con precisión las diferentes microestructuras preservadas en las valvas y el grado de alteración diagenética alcanzado, que nos permitirá determinar evidencias de un crecimiento estacional. Para ello, hemos comparado las ostras fósiles (*Crassostrea* sp.) con ostras actuales *Crassotrea gigas* (Thunberg) ya estudiadas, y recogidas en estuarios próximos, como los de la Bahía de San Vicente de la Barquera, Bahía de Santander y Marismas de Santoña (Higuera-Ruiz y Elorza, 2004).

Contexto geológico y descripción del biohermo

Las ostras *Crassostrea* sp. estudiadas, se presentan agrupadas formando un único y potente biohermo englobado en materiales del Albiense superior-Cenomaniense inferior, que afloran en la zona oriental de la CVC. Los materiales, asignados a la Formación de Suances (Heredia *et al.*, 1990), se disponen en el flanco norte del sinclinal de San Román, en la sección localizada en la playa de Somocuevas (Liencres, Cantabria; latitud/longitud 43º28.10´N/003º56.60W) (Fig.1). La Formación Suances se inicia a partir de un contacto brusco con la Formación Reocin subyacente, de facies urgoniana. En su parte basal son dominantes los ca-

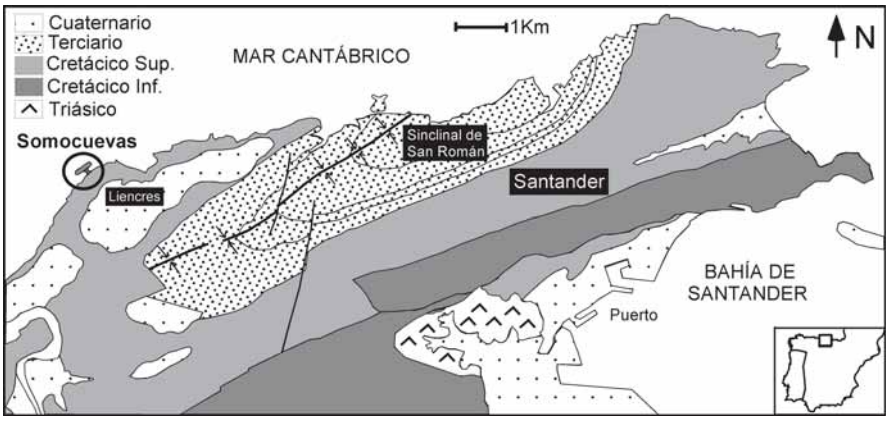

Fig. 1.- Localización geográfica y geológica del área estudiada (Somocuevas).

Fig. 1.- Geographic and geological location of the studied area (Somocuevas).

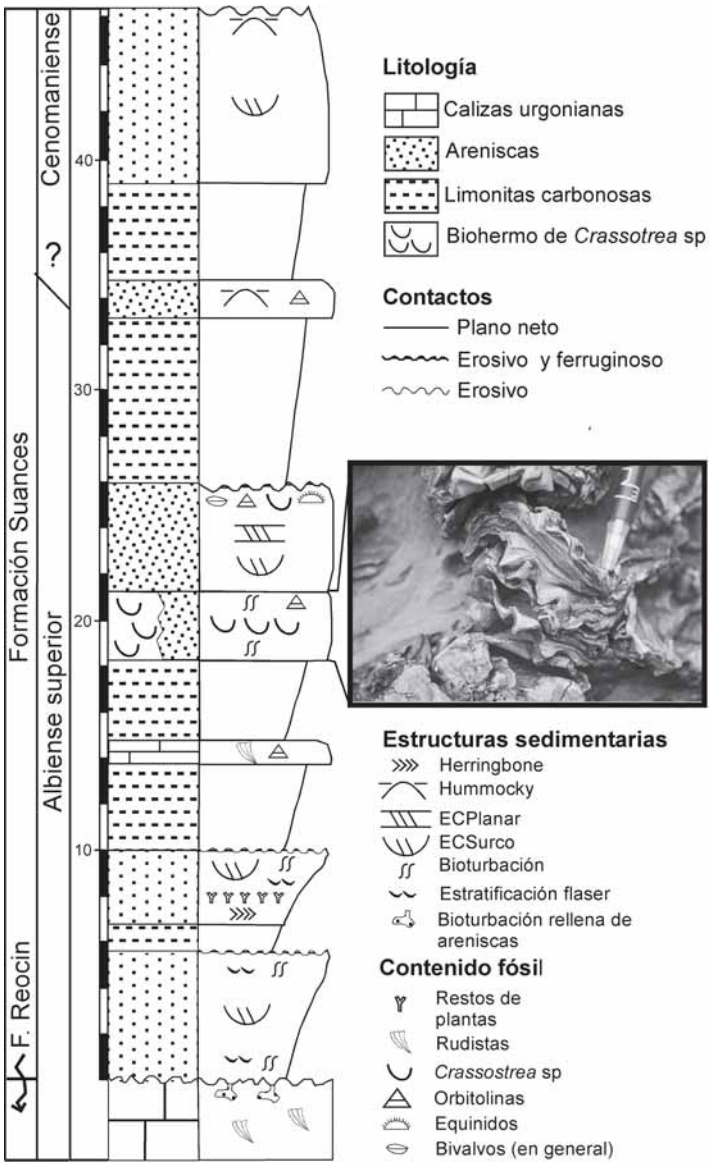

Fig. 2.- Columna estratigráfica en la playa Somocuevas, con la posición del biohermo de *Crassostrea* sp.

Fig. 2.- Stratigraphic column of Somocuevas beach, with the location of the* Crassotrea *sp. bioherm.

nales areniscosos y limonitas carbonosas con eflorescencias de azufre y abundante estratificación «flaser»; más arriba se destacan areniscas con estratificaciones cruzadas bidireccionales, limonitas carbonosas con eflorescencias de azufre, inter a submareales de estuario, y a techo areniscas y calcarenitas con megarriples, interpretadas como barras construidas por las mareas (Fig. 2). Según las zonas examinadas, la potencia es muy variable (50 a 200 m), dado que parece estar controlada por los activos procesos diapíricos. La columna estratigráfica establecida (46 m de potencia), sitúa el biohermo de *Crassotrea* sp. en su parte central (18 m), que corresponde con una edad Albiense superior o Cenomaniense inferior (Wilmsen, 1997), difícil de fijar dado que no existen dataciones paleontológicas precisas. El ambiente de depósito del biohermo es de zona mixta de estuario, donde llegan aportes detríticos areniscosos y limosos, en la que se observan canales submareales erosivos de 4 a 8 metros de longitud, que por la falta de espacio se encajan unos con otros.

Las ostras se encuentran orgánicamente instaladas unas sobre otras, formando un biohermo de 3m de potencia máxima, y sin síntomas de transporte respecto a la posición de vida original. La mayoría conservan ambas valvas unidas, sin rasgos de desarticulación, fracturación ni erosión por arrastre. En algunos ejemplares se detectan perforaciones redondeadas (< 2mm de diámetro), posiblemente generadas por esponjas o anélidos. La valva derecha tiene una clara tendencia planar, mientras que la izquierda presenta un hábito cóncavo-convexo característico. En ambas valvas se conservan abundantes costillas y bordes aserrados. El biohermo se compone de organismos mayoritariamente adultos, que alcanzan tamaños de hasta 12 cms. La posterior compactación y plegamiento ha deformado algunos ejemplares próximos a fracturas. También se detecta la presencia de fragmentos de pectínidos y numerosas bioturbaciones.

Metodología

Las ostras se han seccionado con una sierra de precisión Buehler (Isomet 2000) en el sentido longitudinal según el eje de crecimiento. Para el análisis microestructural se han utilizado 15 láminas delgadas, que fueron examinadas mediante un microscopio triocular LEICA DMLD. Las observaciones por catodoluminiscencia (CL) se realizaron con un microscopio Olympus BH-2 y un equipo Technosyn Cold Cathode Luminescence 8200 MKII, en las mismas condiciones descritas por Gómez-Alday *et al.* (2004). El análisis ultraestructural fue realizado con microscopio electrónico de barrido (Scaning Electrón Microscope, SEM), modelo JEOL JSM-T 220A.

Microestructura y catodoluminiscencia de las valvas

En los ejemplares de *Crassotrea* sp. se han reconocido tres microestructuras calcíticas principales (terminología de Carter y Clark, 1985): Regular simple prismática (RSP), Regular foliada (RF) y Foliada cruzada compleja (CCF), esta última presente en la zona denominada «chalk». Además de estas microestructuras, se observa la presencia de cámaras originariamente vacías, ahora rellenas de calcita espática (Figs. 3 A-C, E, G).

Microestructura RSP: Está presente en la parte más externa de ambas valvas, en contacto con la roca (Fig. 3E). Se compone de pequeñas unidades prismáticas, cuya longitud varía de 25 a 30 micras. Su anchura fluctúa de 8 a 10 micras. Se trata de unidades adyacentes y mutuamente paralelas, reclinadas sin llegar a interdigitarse unas con otras. Presenta una luminiscencia de amarillo medio a intenso (Figs. 4A-B). *Microestructura RF*: Formada por multitud de lamelas alargadas de tamaños variables que delimitan las cámaras vacias, ahora rellenas de calcita (Fig. 3C). También contactan con la RSP y CCF con diferentes ángulos (Figs. 3E, G). Es la microestructura predominante en volumen, que por su competencia forma el armazón de la concha. En ella quedan marcadas las líneas de crecimiento, diferenciadas por

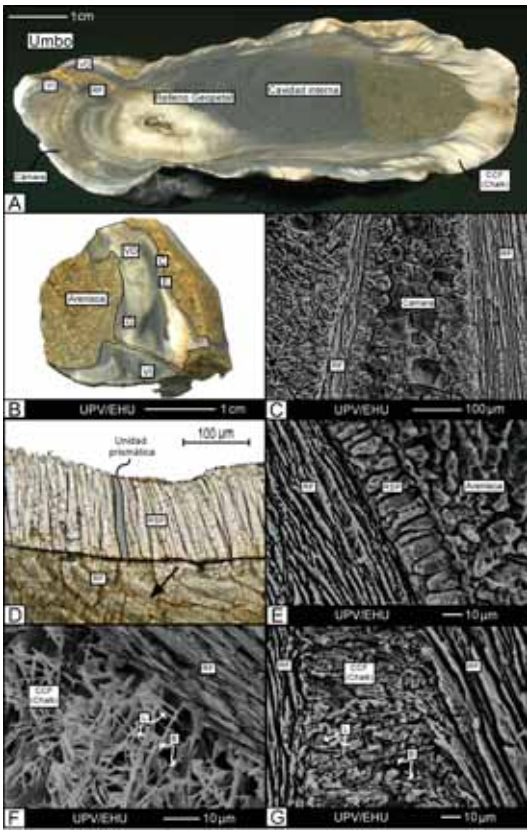

Fig. 3.- A) Sección longitudinal de un ejemplar de *Crassostrea* sp., VD: valva derecha; VI: valva izquierda; RF: Microestructura regular foliada; CCF: microestructura foliada cruzada compleja (chalk). B) Sección de ostra estudiada mediante SEM y posición de las fotomicrografias C, E y G. C) Cámara rellena con calcita «drusy» y microestructura RF. D) Microestructuras Regular simple prismática (RSP) y RF en *Crassotrea gigas* actual, la flecha indica el sentido de crecimiento. E) Microestructuras RSP y RF en *Crassotrea* sp. F) Microestructuras CCF y RF en *Crassotrea gigas* actual. B: «blade»; L: «leaflet» G) Microestructuras CCF y RF en *Crassostrea* sp.

Fig. 3.- A) Longitudinal section of a sample of* Crassostrea *sp. VD: right valve; VI: left valve; RF: regular foliated microstructure; CCF: complex cross foliated microstructure (chalk). B) Studied under SEM oyster section and location of the photomicrographs C, E and G. C) Chamber filled with «drusy» type calcite and RF microstructure. D) Regular simple prismatic (RSP) and RF microstructures in actual* Crassostrea gigas*, the arrow indicates sense of growth. E) RSP and RF microstructures in* Crassotrea *sp. F) CCF and RF microstructures in actual* Crassotrea gigas*. B: «blade»; L: «leaflet» G) CCF and RF microstructures in* Crassostrea *sp.

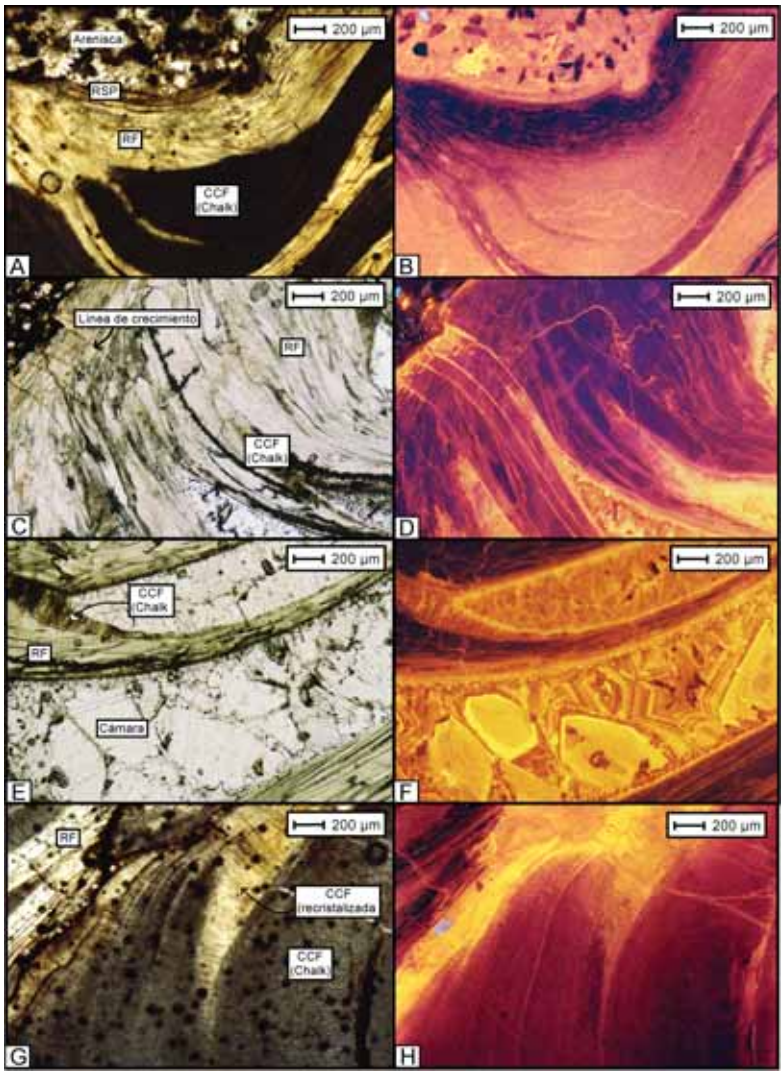

Fig. 4.- A) Microestructuras RSP, RF y CCF (chalk) con luz transmitida (T.L). B) Fotomicrografía A en CL. C) Líneas de crecimiento y microestructuras RF y CCF en T.L. D) Fotomicrografía C en CL. E) Cámaras rellenas de calcita «drusy» y microestructuras RF y CCF en T.L. F) Fotomicrografía E en CL. G) Microestructura CCF con signos de recristalización en T.L. Las burbujas son defectos de la lámina. H) Fotomicrografía G en CL.

Fig. 4.- A) RSP, RF and CCF (chalk) microstructures under transmitted light (T.L.). B) CL photomicrograph of A. C) Growth lines and RF, CCF microstructures under T.L. D) CL photomicrograph of C. E) Chambers filled with «drusy» type calcite and RF, CCF microstructures under T.L. F) CL photomicrograph of E. G) CCF microstructure with recristalization evidences under T.L. The bubbles are defects of the thin section H) CL photomicrograph of G.

la alternancia de líneas oscuras entre intervalos claros; las primeras tienen un espesor aproximado de 10 micras, y coinciden con la presencia de depresiones/roturas en la zona del umbo. El comportamiento de la RF frente a la CL, varía de no luminiscente a una luminiscencia roja con baja intensidad «dull». En la zona del umbo, se observan cómo las líneas de crecimiento oscuras responden con una luminiscencia amarilla intensa, que contrasta con la luminiscencia rojiza del resto (Figs. 4C-D). Delgadas fracturas, de trazado irregular sin continuidad lateral, cortan a las anteriores y son detectadas por su luminiscencia amarilla brillante.

Microestructura CCF: conforma la llamada «chalk». Sus unidades fundamentales son los «blades» y los «leaflets», tal y como se pueden reconocer en las ostras actuales *Crassostrea virginica* (Gmelin) y *Crassostrea gigas* (Carriker *et al*., 1980; Higuera-Ruiz y Elorza, 2004). Los «blades» son unidades alargadas, con forma de filo de espada, y tamaños variables, aunque siempre superiores a los «leaflets»; aparecen orientados perpendicularmente respecto a la microestructura RF. Los «leaflets» forman ángulos variables con los «blades», dando lugar a un entramado poroso y claramente diferenciado de la microestructura RF (Fig. 3G). Presenta una fuerte luminiscencia que varía de amarilla intensa a media. Los tonos amarillos brillantes característicos de la CCF permiten diferenciar los contactos netos o graduales con la RF y siempre netos con los cementos de calcita, que ocupan las primitivas cámaras vacías (Figs. 4A-F). Ocasionalmente, en las zonas cercanas a la arenisca, se observan evidencias de recristalización (Figs. 4G-H), dando lugar a una zona de luminiscencia amarilla muy intensa.

Cámaras y cavidad interna: Las cámaras, originariamente vacías, aparecen en ambas valvas rellenas por varias generaciones de

calcita «drusy». Este es un cemento en mosaico, formado por cristales anhedrales o subhedrales que crecen desde las paredes hacia el centro de la cavidad. Presentan uniformidad en luz polarizada y extinción no ondulante. Los límites de los cristales son planos y en ocasiones se observan maclas mecánicas. Pequeñas inclusiones de pirita son habituales, principalmente en la zona de contacto entre la RF y el cemento «drusy». En CL muestran una secuencia de cementos con alternancia de zonas luminiscentes, amarillo intenso, medio y bajo hasta no luminiscentes (Figs. 4C-F). Desde las paredes de la cámara, comienza con una primera etapa de cristales de pequeño tamaño, con una luminiscencia amarilla intensa, seguida de una serie de etapas con cristales de luminiscencia «dull». Las dos últimas etapas son de luminiscencia amarilla intensa y media. Este patrón no se cumple en todas las cámaras. Respecto a la cavidad interna, está siempre ocupada por sedimento consolidado de composición semejante a la roca encajante. En algunos ejemplares se aprecian rellenos con estructuras geopetales. (Fig. 3A).

Discusión

Similitudes microestructurales con Crassostrea gigas actuales

Ha resultado de gran ayuda la comparación de las microestructuras fósiles con las actuales de *Crassostrea gigas*, recogidos en diferentes estuarios de la costa cántabra (Higuera-Ruiz y Elorza, 2004). Así, son perfectamente equiparables las RSP, RF y CCF de la «chalk» observadas en ambas especies de ostras, además del desarrollo de cámaras en las valvas izquierda y derecha (Figs. 3A-H; 4E-F). Los tamaños de las unidades menores, como prismas y lamelas, son de un orden de magnitud similar en ambos tipos de ostras. En la actual *Crassostrea gigas*, las cámaras están vacías o incluso ocupadas por un sedimento detrítico; en las fósiles las cámaras también estuvieron vacías o parcialmente ocupadas por la «chalk», durante el crecimiento de la concha. Posteriormente, durante el enterramiento y diagénesis temprana, se produjeron una serie de etapas de cementación por calcita tipo «drusy», remarcadas por los diferentes comportamientos luminiscentes observables por CL (Figs. 4E-F).

Detección de líneas de crecimiento anuales

Es conocido cómo en las conchas de diferentes bivalvos, las bandas con máxima intensidad de emisión de luminiscencia amarilla están relacionadas con líneas oscuras de crecimiento anual, caracterizadas por una baja velocidad de desarrollo (Barbin *et al*., 1991; Barbin *et al*., 1995). En el umbo del ejemplar fósil de *Crassostrea* sp. escogido se delimitan 4 bandas con luminiscencia amarilla intensa y un apretado espaciado entre sí (Figs. 4C-D). Estas bandas coinciden con zonas deprimidas/fracturadas en el contacto de roca-umbo, y con las líneas oscuras observadas con nícoles paralelos (NP). Según Milner (2001), a partir de sus trabajos con *Ostrea edulis* Linné, recogidas en estuarios del sur de Inglaterra con fuerte estacionalidad, estas líneas representan un crecimiento anual, formadas entre marzo y abril. Kirby *et al.* (1998), en sus trabajos con *Crassostrea virginica*, también detecta que en la zona externa del umbo, pueden existir elevaciones y depresiones que implican una periodicidad anual, de manera que un par elevación/depresión representa un año. Teniendo en cuenta estas consideraciones, parece evidente que el ejemplar fósil de *Crassotrea* sp. mencionado, corresponde a un individuo adulto, donde todavía se conservan evidencias de un desarrollo estacional. La edad aproximada, en función de los pares elevación/depresión y de las líneas de crecimiento, resulta ser superior a los 3 años. Debemos tener presente, que las ostras de cultivo actuales *Crassostrea gigas*, alcanzan su pleno desarrollo en menos de dos años.

Ambiente diagenético

El ambiente en el que se produjo la interacción diagenética ostras-sedimento fue posiblemente meteórico freático, esta afirmación se fundamenta en la abundancia de cámaras rellenas con cemento «drusy». El aspecto limpio y bandeado bien marcado, al contrario que los cementos vadosos, en los cristales de relleno de las cámaras, confirma este ambiente a lo largo del enterramiento temprano progresivo. Este proceso diagenético ha sido fundamentalmente constructivo, definido por una cementación de espacios vacíos. Excepcionalmente, en la CCF («chalk»), dada su alta porosidad, hemos observado un proceso de recristalización incipiente, confirmado también por los cambios de luminiscencia en CL (Figs. 4G-H). Por todo ello, consideramos que la diagénesis fue meteórica freática temprana, sin llegar a ser intensa, capaz de conservar los diferentes tipos de microestructura generados inicialmente, y con indicios de una ligera recristalización en la microestructura más favorable para el cambio (CCF).

Conclusiones

Se ha estudiado el único «biohermo», construido completamente por ostras *Crassotrea* sp. en la serie detrítica de la Formación Suances (Albiense superior-Cenomaniense inferior), localizado en los acantilados de la playa de Somocuevas (Liencres, Cantabria). El análisis petrográfico de ejemplares fósiles de *Crassotrea* sp. y la comparación con ejemplares actuales de *Crassostrea gigas* ha permitido reconocer todas las microestructuras (RSP, RF, CCF) y el desarrollo de cámaras vacías, ahora rellenas con varias generaciones de cemento «*drusy*» luminiscente. La diagénesis meteórica freática sufrida, es considerada temprana y de poca intensidad, confirmada por las variaciones en la luminiscencia de cada una de las microestructuras establecidas. El tamaño de los individuos y las líneas de crecimiento de desarrollo estacional, conservadas en los umbos, permiten afirmar que el biohermo estuvo formado mayoritariamente por individuos adultos, con edades superiores a los tres años, en un ambiente estuarino mixto favorecido por un clima estacional.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de la Tesis Doctoral de R. Higuera-Ruiz y ha sido financiado por los proyectos de investigación 9/UPV 00130.310-14596/2002 y BTE2003-00733.

Referencias

Barbin, V., Ramseyer, K., Debenay, J.P., Schein, E.S., Roux, M. y Decrouez, D. (1991). *Geological Magazine*, 128, 19-26.

Barbin, V., Brand, U., Hewitt, R.A. y Ramseyer, K. (1995). *Geobios*, 28, 701-710.

Carriker, M.R., Palmer, R.E. y Prezant, R.S. (1980). *Proceedings of the National Shellfisheries Association*, 70, 139-183.

Carter, J.G. y Clark, G.R. (1985). En: *Molluscs, Notes for a Short Course* (D.J. Bottjer, C.S Hickman, P.D. Ward y T.W. Broadhead, Eds). Univ. Tenessee, 50-71.

Dodd, J.R. y Stanton, R.J. (1981). *Paleoecology, conceps and applications*. John Willey and Sons, 559 p.

Gómez-Alday, J.J., López, G. y Elorza, J. (2004). *Cretaceous Research*, 25, 649-668.

Heredia, N., Robador, A. y Rodríguez, L.R. (1990). *Mapa geológico-minero de Cantabria 1:100.000*. Diputación Regional de Cantabria e IGME.

Higuera-Ruiz, R. y Elorza, J. (2004). *Geogaceta*, 36, 147-150

Jiménez-Berrocoso, A., Zuluaga, M.C. y Elorza, J. (2004). *Facies*, 50, 35-60

Kirby, M.X., Soniat, T.M. y Spero, H. (1998). *Palaios*, 13, 560-569.

Milner, N. (2001). *Journal of Archaeological Science*, 28, 861-873.

Regidor-Higuera, I, García-Garmilla, F., Zuluaga, M.C. y Elorza J. (2003). *Geogaceta*, 34, 183-186.

Wilmsen, M. (1997). *Das Oberalb und Cenoman im Nordkantabrischen Becken (Provinz Kantabrien, Nordspanien): faziesentwicklung, bio- und sequenzstratigraphie*. Tesis Doctoral, Univ. de Berlin, 167 p.