

Resistencia a la alteración diagenética de conchas de *Chondrodonta* sp en las calizas rojas del Aptiense – Albiense inferior de Ereño (Bizkaia)

Resistance to diagenetic alteration in *Chondrodonta* sp shells from the Aptian – Lower Albian red limestones of Ereño (Bizkaia)

L. Damas Mollá, A. Aranburu Artano y F. García Garmilla

Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco. Ap. 644, 48080-Bilbao (Spain).
patxi.garmilla@ehu.es; arantza.aranburu@ehu.es

ABSTRACT

Chondrodonta sp. shells from Aptian – Lower Albian red limestones of Ereño (Bizkaia, northern Spain) have proved to be excellent indicators of a high resistance to the entrance of diagenetic fluids and further diagenetic alteration. *Chondrodonta* sp. shells, when compared to their coeval rudist shells, show higher Sr^{+2} and Na^{+} contents, together with very dull or even null luminescence. For this reason they could be very appropriate for further C, O and Sr isotopic studies as a tool for reconstruction of palaeotemperatures and palaeoenvironmental conditions.

Key words: *Chondrodonta* sp., Middle Cretaceous, geochemical behaviour, diagenetic degree.

Geogaceta, 40 (2006), 195-198
ISSN: 0213683X

Introducción y metodología

Dentro del variado contenido fósil de las calizas de Ereño (Aptiense – Albiense inferior), se encuentran bien representados los *Chondrodonta* sp. Aunque son abundantes y fácilmente reconocibles en el campo, siguen siendo fósiles relativamente desconocidos, ya que no existen muchos trabajos relacionados con su atribución taxonómica y aún menos con sus características geoquímicas. Stenzel (1971) los consideró dudosamente relacionados con los ostreidos en base a su elongación dorsoventral, su ángulo umbonal muy agudo y su área ligamental relativamente similar a la de *Ostrea*.

En trabajos más antiguos, como los de Stanton (1947) y Freneix y Lefèvre (1967) se asocian los *Chondrodonta* sp. a la familia Pectinacea. Estudios más recientes (Woo, 1987) consideran los *Chondrodonta* sp. como pertenecientes a la superfamilia Ostreoidea (Rafinesque, 1815), formando la familia Chondrodontidae y el género *Chondrodonta* sp., no existiendo, por el momento, divisiones menores.

Podemos considerar los *Chondrodonta* sp. como moluscos inequivalvos, con una distribución que va desde el Albiense al Campaniense, con valvas finas y alargadas, que pueden alcanzar varios metros de

longitud. Son formas monomariarias (un músculo de inserción) (Dhont y Dieni, 1993) que viven cementadas al sustrato mediante su valva izquierda y semienterradas en él, (Carter, 1990). Presentan una capa interna aragonítica que generalmente se encuentra recristalizada (Malchus, 1998). Su microestructura es característicamente compacta fibrosa formada por calcita baja en Mg (Low – Mg Calcite = LMC). Precisamente debido a este último rasgo, las conchas de *Chondrodonta* sp. parecen ser lo suficientemente herméticas ante la acción de los fluidos diagenéticos como para poder preservar en gran medida su composición y textura orgánicas.

Una de las líneas de investigación de nuestro grupo se centra en el estudio comparativo de ostras, tanto fósiles como actuales; observando la microestructura compacta fibrosa de la concha de *Chondrodonta* sp. se ve claramente la similitud con la estructura regular foliada, presente tanto en conchas de ostras actuales como fósiles. Sin embargo, en *Chondrodonta* sp. no encontramos otros tipos de microestructuras presentes en Ostreidae, como son la regular simple prismática y la foliada cruzada compleja, ni hay evidencias de la existencia de cámaras internas (Higuera Ruiz y Elorza, 2005).

La metodología de catodoluminiscencia (CL) y analítica mediante microsonda electrónica ha sido descrita por Damas Mollá *et al.* (2004 a, b).

Catodoluminiscencia en conchas de *Chondrodonta* sp.

Debido a la microestructura compacta, las conchas de *Chondrodonta* sp. sólo permiten el acceso de fluidos diagenéticos de forma ocasional, y siempre a favor de fracturas o zonas de debilidad microestructural. La luminescencia es muy intensa en las microperforaciones orgánicas (“borings”) que se encuentran rellenas de una micrita con colores de CL rojos “dull”, así como en los dos sistemas de fracturas (Fig. 1, A, B). El primero (f1) presenta un color naranja brillante, que se propaga a lo largo de las líneas de crecimiento (L) y se atenúa lateralmente a medida que nos alejamos de la fractura (Fig. 1 C, D). El segundo sistema de fracturas (f2) corta claramente a f1 y aparece con colores de luminescencia menos intensos, rojos y naranjas apagados (en el caso de fracturas abiertas), tal y como se observa en las fotos A, B, C y D de la figura 1. El resto de la concha es no luminiscente. La foto B de la figura 1 ha sido obtenida utilizando una técnica mixta de CL/ luz transmitida, con lo que hemos consegui-

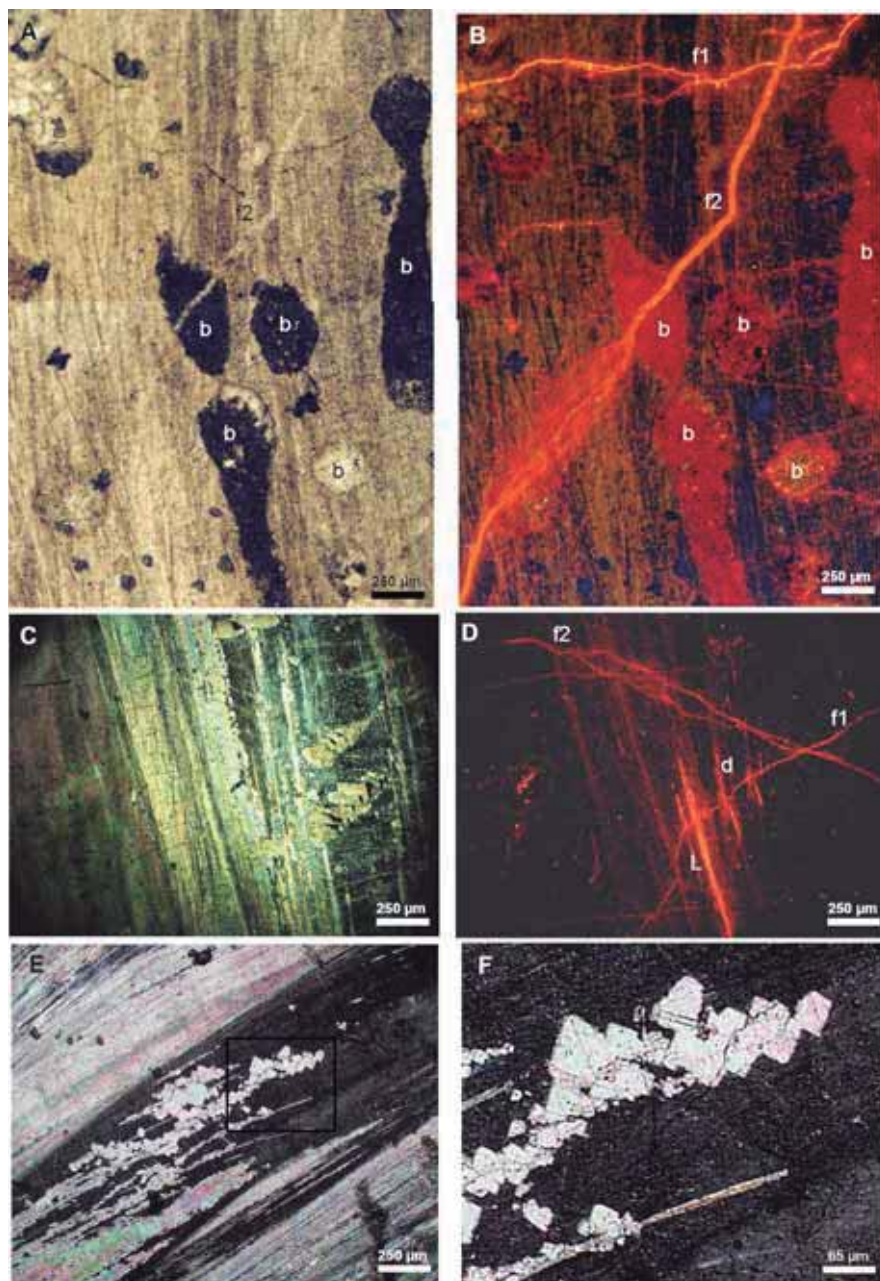


Fig. 1.- Microfotografías de la concha de *Chondrodonta* sp.: A,B) “borings” rellenos de micrita luminiscente (b) y sistemas de fracturas tardías (f1, f2) (PPL y CL); C,D) Fracturas con relleno luminiscente (f1 y f2) y segregación de la luminiscencia a favor de las líneas de crecimiento (L) (XPL y CL); E, F) rombos de dolomita precipitados a favor de las líneas de crecimiento (XPL). La figura F es una ampliación de la E.

Fig. 1.- *Chondrodonta* sp. shell microphotos: A, B) Luminescent micrite filled borings (b) and late fracture systems (f1, f2) (PPL y CL); C, D) luminescent fractures (f1, f2) showing luminescence dispersion following growth lines (L) (XPL y CL); E, F) Dolomite rhombs precipitated following growth lines (XPL). F figure is an enlarging of square in E.

do resaltar el color luminiscente de la imagen resultante.

Son destacables algunos procesos dolomitizantes desarrollados a pequeña escala, siguiendo las líneas de crecimiento (Fig. 1 E); a mayor aumento, se aprecia mejor cómo los cristales rómbicos son euhedrales, con caras y aristas bien formadas (Fig. 1 F).

Descripción del transecto.

El análisis geoquímico se ha llevado a cabo siguiendo un corte transversal respecto a las líneas de crecimiento de la concha de un *Chondrodonta* sp. desde la parte exterior de la misma (estadios más juveniles de crecimiento) hasta la parte interior (estadios más maduros). El

transecto tiene un total de 1043 puntos, con un espaciado entre ellos de 15 mm; por tanto, la longitud total del mismo es de 15,45 mm (Fig. 2). Debido a la homogeneidad microestructural de la concha el transecto no ha sido dividido en tramos.

En general, destaca la ausencia de luminiscencia en la concha, sólo interrumpida por fracturas o por luminiscencias muy parciales en líneas de crecimiento. En las imágenes con nícoles cruzados (XPL), se observan claramente las zonas dolomitizadas que atraviesa el barrido, así como la microestructura fibrosa de la concha.

Geoquímica de la concha

En general, destaca el carácter constante de los distintos valores geoquímicos analizados. Dentro de este marco, la relación Sr^{+2}/Ca^{+2} de las conchas de *Chondrodonta* sp. se presenta muy constante en torno a un valor medio de 1,58 mmol/mol constatándose descensos puntuales que coinciden con las zonas de mayor luminiscencia. La relación Na^{+}/Ca^{+2} , con un valor medio: 2,74 mmol/mol, muestra una tendencia muy similar a la anterior. En cuanto a la relación Mg^{+2}/Ca^{+2} también es muy constante (valor medio: 16,53 mmol/mol); sólo se observan valores altos en la primera zona del barrido, que coincide con la zona dolomitizada, y algún pico esporádico a lo largo del transecto, que podría explicarse por la presencia de cristales de dolomita dispersos en otras partes de la concha.

Si nos fijamos en los niveles de la relación Fe^{+2}/Ca^{+2} y Mn^{+2}/Ca^{+2} (cationes diagenéticos), se ve claramente que son muy bajos y sólo tienen pequeñas subidas puntuales que coinciden con las zonas luminiscentes y con los niveles bajos de Sr^{+2}/Ca^{+2} y Na^{+}/Ca^{+2} .

Discusión y conclusiones

La ausencia generalizada de luminiscencia en la concha del ejemplar de *Chondrodonta* sp. estudiado nos hace pensar en un bajo grado de alteración diagenética. Solamente en algunas líneas de crecimiento, así como en fracturas esporádicas, se detecta un incremento de la CL. Las fracturas constituyeron una vía real de entrada de fluidos diagenéticos, pero la rápida amortiguación lateral de la luminiscencia siguiendo las líneas de crecimiento hace pensar que la estructura de la concha fue siempre lo suficientemente compacta como para atenuar la circulación en distancias muy cortas (del orden

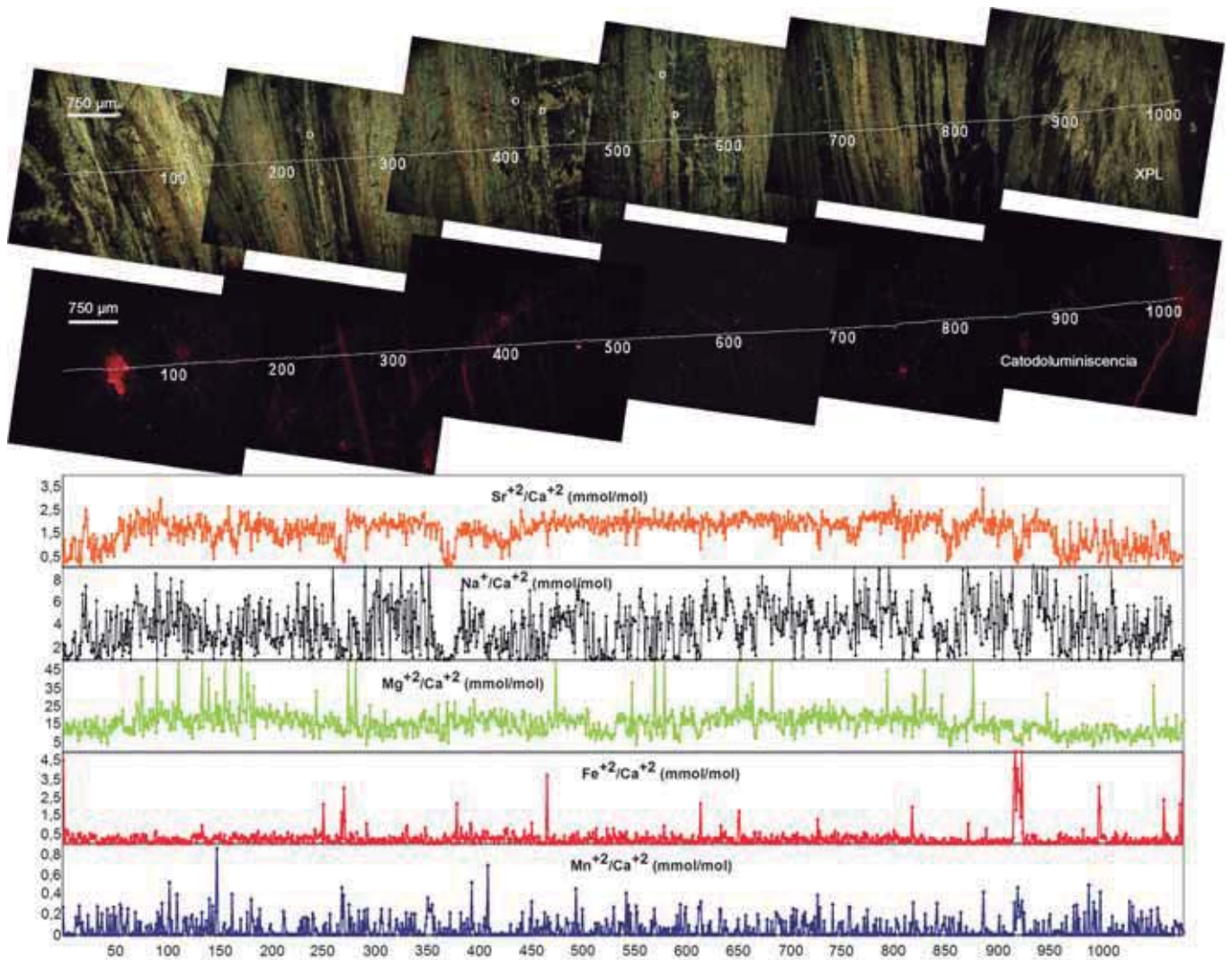


Fig. 2.- Transecto a través de la concha de un *Chondrodonta* sp., mostrando las variaciones de las relaciones Sr^{+2}/Ca^{+2} , Na^{+}/Ca^{+2} , Mg^{+2}/Ca^{+2} , Fe^{+2}/Ca^{+2} y Mn^{+2}/Ca^{+2} en mmol/mol. (XPL y CL). D: zonas dolomitizadas.

Fig. 2.- Transect performed through a *Chondrodonta* sp. shell, showing the variation in Sr^{+2}/Ca^{+2} , Na^{+}/Ca^{+2} , Mg^{+2}/Ca^{+2} , Fe^{+2}/Ca^{+2} and Mn^{+2}/Ca^{+2} mmol/mol values (XPL y CL). D: dolomitized zones.

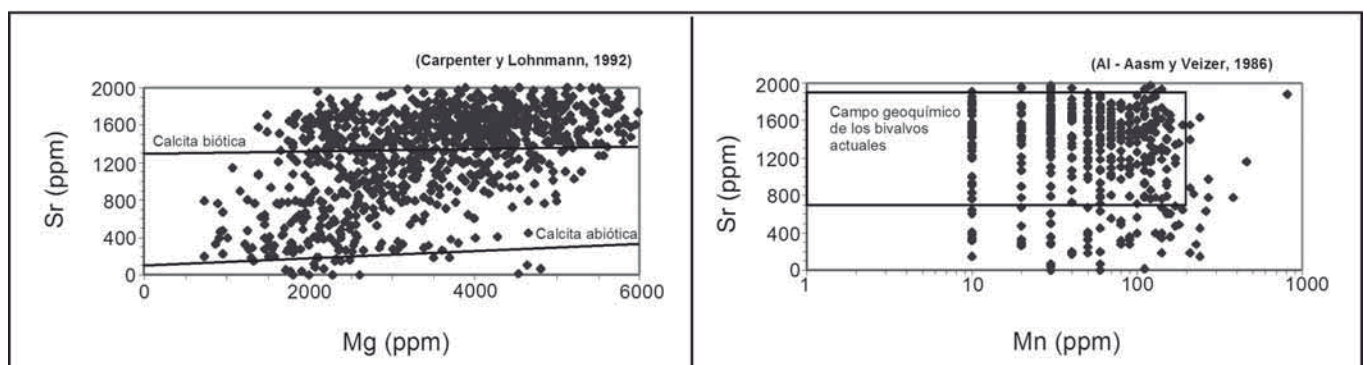


Fig. 3.- A) Valores medios de Sr^{+2}/Mg^{+2} de la concha de un *Chondrodonta* sp. proyectados frente a las líneas de regresión de la calcita biótica y abiótica de Carpenter y Lohmann (1992); B) Valores medios de Sr^{+2}/Mn^{+2} de la concha de un *Chondrodonta* sp. proyectados frente al campo geoquímico de los bivalvos actuales de Al-Aasm y Veizer (1986).

Fig. 3.- Sr^{+2}/Mg^{+2} mean values for a *Chondrodonta* sp. shell plotted against the regression lines of biotic and abiotic calcite of Carpenter and Lohmann (1992); B) Sr^{+2}/Mn^{+2} mean values of a *Chondrodonta* sp. shell plotted against the geochemical field of extant bivalves of Al-Aasm and Veizer (1986).

VALORES MEDIOS	Sr ⁺² /Ca ⁺² (mmol/mol)	Na ⁺ /Ca ⁺² (mmol/mol)	Mg ⁺² /Ca ⁺² (mmol/mol)	Fe ⁺² /Ca ⁺² (mmol/mol)	Mn ⁺² /Ca ⁺² (mmol/mol)
CONCHAS					
Chondrodonta	1,58	2,74	16,53	0,24	0,05
Requiénidos	1,47	1,38	3,10	0,31	0,05
Caprotínidos	0,66	2,36	19,76	0,55	0,35
Monopléuridos	0,54	1,94	13,93	3,51	0,33

Tabla I.- Comparación de los valores medios de las relaciones Sr⁺²/Ca⁺², Na⁺/Ca⁺², Mg⁺²/Ca⁺², Fe⁺²/Ca⁺² y Mn⁺²/Ca⁺² de conchas de *Chondrodonta* sp. y de rudistas de diferentes familias.

Table I.- Comparison between Sr⁺²/Ca⁺², Na⁺/Ca⁺², Mg⁺²/Ca⁺², Fe⁺²/Ca⁺² y Mn⁺²/Ca⁺² mean values of *Chondrodonta* sp. shells and those of rudist shells from different families.

de 400 mm). En cuanto a los cationes diagenéticos, las relaciones Fe⁺²/Ca⁺² y Mn⁺²/Ca⁺² son muy bajas, más que las del requiénido, lo que concuerda con un alto grado de preservación de la concha. Esta conclusión se ve reforzada por los gráficos de la figura 3 donde se proyectan los valores de Sr⁺² frente a los de Mg⁺² sobre las líneas de regresión de la calcita, tanto biótica como abiótica (Carpenter y Lohmann, 1992) (Fig. 3, A) y de Sr⁺² frente a Mn⁺² sobre el campo geoquímico de los bivalvos actuales de Al-Aasm y Veizer, (1986) (Fig. 3, B). Vemos claramente cómo los valores del primer gráfico se localizan en la parte superior, sobre la línea de regresión de las calizas bióticas, y en el segundo se disponen, en su mayor parte, dentro del campo de los bivalvos actuales. Todo ello sugiere que las conchas de *Chondrodonta* sp. ofrecieron una elevada resistencia a la entrada de fluidos diagenéticos. Este hecho refuerza la teoría de que, sufriendo un mismo grado de alteración diagenética, la respuesta de las conchas de distintos organismos es diferente.

En cuanto al análisis geoquímico, si comparamos los valores medios del transecto realizado en la concha de *Chondrodonta* sp., con los obtenidos en las partes mejor conservadas (miostracum) de las conchas de rudistas de diferentes familias (Tabla I) podemos observar cómo la relación Sr⁺²/Ca⁺² presenta valores medios muy similares a los del requiénido, y al igual que en éste, tiende a bajar en los bordes de la concha, justo en el contacto con la matriz micrítica (Damas Mollá *et al.*, 2004 b)

Las relaciones Sr⁺²/Ca⁺², Na⁺/Ca⁺² y Mg⁺²/Ca⁺² presentan perfiles muy homogéneos; sólo descienden en las fracturas, por lo que pueden aproximarse en gran medida a los valores originales de la concha. La relación Mg⁺²/Ca⁺² presenta valores medios similares a los que encontra-

mos en monopléuridos y caprotínidos, pero significativamente mayores que los de los requiénidos.

Si comparamos los valores medios de los cationes primarios (Sr⁺², Na⁺ y Mg⁺²) de *Chondrodonta* sp. con los de *Crassostrea* sp. (Ostreidae. Albiense Superior - Cenomaniense) de Liencres (Cantabria), vemos que el valor medio de la relación Sr⁺²/Ca⁺² de este último se encuentra en torno a 1 mmol/mol, algo menor que en el caso de *Chondrodonta* sp. En cuanto a la relación Na⁺/Ca⁺², el valor medio de *Crassostrea* sp. se encuentra entre 4 y 8 mmol/mol, claramente mayor que el de *Chondrodonta* sp. Por último, la relación Mg⁺²/Ca⁺² de la zona foliada de *Crassostrea* sp. presenta valores medios entre 4 y 8 mmol/mol, sensiblemente menores que los de *Chondrodonta* sp. (Higuera Ruiz y Elorza, 2006 a). Mientras que el Sr⁺² arroja valores similares en ambos casos, las diferencias de comportamiento en Na⁺ y Mg⁺² podrían obedecer a causas distintas. En el caso del Na⁺ puede explicarse por el propio efecto vital del organismo, y en el del Mg⁺² a los procesos de dolomitización parcial ya referidos. Higuera Ruiz y Elorza (2006 b), documentan valores de Mg⁺² en ostreidos actuales del orden de 14 -15 mmol/mol, muy parecidos a nuestro valor medio, lo que indicaría que los valores de Mg⁺² en *Chondrodonta* sp. se aproximan bastante a los metabólicamente esperables, y que sólo suben a máximos del orden de casi 300 mmol/mol en las zonas dolomitizadas.

A partir de los resultados obtenidos en éste trabajo, un siguiente paso podría ser la obtención de valores isotópicos de C, O y Sr en las conchas de *Chondrodonta* sp., que, sin duda, serán los mejores indicadores de referencia de las condiciones paleoambientales originales de las plataformas marinas someras de Ereño durante el Cretácico Medio.

Agradecimientos

Gracias a la concesión de los Proyectos BTE 2003 - 00733 (Ministerio de Ciencia y Tecnología) y la Subvención General a Grupos de Investigación 9/UPV 00130.310 - 15027 / 2002 (Universidad del País Vasco) este trabajo ha podido ser financiado. Agradecemos al Dr. Jean - Luc Devidal (Université Blaise Pascal, Clermont - Ferrand, Francia) la atención que nos prestó durante el trabajo con la microsonda electrónica.

Referencias

- Al - Aasm, I. y Veizer, J. (1986). *Journal of Sedimentary Petrology*, 56, 138 - 152.
- Carpenter, S. y Lohmann, K. (1992). *Geochimical Cosmochimical Acta*, 56, 1837 - 1849.
- Carter, J. G. (1990). *Skeletal Biomineralization, Patterns, Processes and Evolutionary Trends*. Van Nostrand Reinhold, New York, 136 - 296.
- Carter, J. G. (1998). *Paleobiological Studies Honoring Norman D. Newel*. Univ. of Calgary Press, 393 - 407.
- Damas Mollá, L., Aranburu Artano, A. y García Garmilla, F. (2004 a). *Geogaceta*, 36, 159-162.
- Damas Mollá, L., Aranburu Artano, A. y García Garmilla, F. (2004 b). *Geogaceta*, 36, 163-166.
- Dhondt, A. V. y Dieni, I. (1993). *Memorie di Scienze Geologiche*, 45, 165 - 241.
- Freneix, S y Lefèvre, R. (1967). *Société Géologique de France Bulletin*, 9, 762 - 776.
- Higuera Ruiz, R y Elorza, J. (2005). *Geogaceta*, 38, 111 - 114.
- Higuera Ruiz, R y Elorza, J. (2006 a). *Geogaceta*, 39, (en prensa).
- Higuera Ruiz, R y Elorza, J. (2006 b). *Revista de la Sociedad Geológica*. (en prensa)
- Malchus, N. (1998). En: *Bivalves: an eon of evolution* (P. A. Johnston y J. W. Haggart, Eds.). Univ. of Calgary press, 393 - 401.
- Stanton, P.W (1947). *U.S. Geological Survey*. Paper 211, 256 p.
- Stenzel (1971). *Treatise on Invertebrate Paleontology Part N. Vol. 3*, Univ. of Kansas. *Geological Society of America*, 1197 - 1199.
- Woo, K.S (1987). *Journal of Science and Technology, Kangwon National Univ.*, 26, 105 - 108.