

CONTRIBUCIÓN DEL ANÁLISIS ISOTÓPICO DE CARBONATOS EN EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA UNIDAD LACUSTRE CALIZAS DE TORRENTE DE CINCA (CUENCA DEL EBRO)

D. RODRÍGUEZ, M.J. MAYAYO, A. LUZÓN, B. BAULUZ Y A. YUSTE

Dpto. de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 50009. Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

La Unidad calizas de Torrente de Cinca (Cabrera, 1983; Luzón, 2001) (Fig. 1) pertenece al sistema lacustre de los Monegros (cuenca del Ebro), y representa la sedimentación en un lago carbonatado somero de baja energía que experimentó varias fases de expansión-retracción y evolucionó en el tiempo siguiendo una tendencia clara a la somerización (Luzón y González, 2000; Luzón, 2001). La unidad está constituida por materiales predominantemente carbonatados, fundamentalmente calizas y margas en proporciones aproximadamente equivalentes, con intercalaciones ocasionales de areniscas y yesos y, muy esporádicas, de lignitos. A partir de criterios paleontológicos (Cabrera, 1983; Cuenca et al., 1992) y magnetoestratigráficos (Barberá et al., 1994; Gomis et al., 1999) se ha deducido que la unidad se depositó durante el tránsito Oligoceno-Mioceno (Chattiense-Aquitaniense).

En la mayor parte de los afloramientos de esta unidad es posible identificar dos tramos (Luzón y González, 2000; Luzón, 2001). El tramo inferior se caracteriza por la presencia de niveles calcáreos laminados y masivos generalmente tabulares. El tramo superior se caracteriza por el predominio de niveles calcáreos tabulares o lenticulares, masivos y/o con intensa bioturbación vertical, siendo poco frecuentes los niveles laminados. Además, en el tramo superior es característico que los cuerpos calcáreos contengan nódulos de yeso y/o de sílex. La parte inferior de la unidad ha sido interpretada como resultado del depósito en un sistema lacustre con una parte interna en la que no se desarrolló vegetación enraizada capaz de bioturbar el sedimento del fondo lacustre. Las características que presentan los materiales no reflejan emersiones ni variaciones importantes de profundidad en la lámina de agua (dominan las secuencias de somerización integradas, en el caso de las más completas, por tres términos: margas, calizas laminadas, calizas masivas). En cambio, la parte superior de la unidad se depositó en relación con un sistema lacustre más somero y con gran desarrollo de vegetación enraizada, que experimentó frecuentes oscilaciones de la lámina de agua, e incluso algunos episodios de emersión. Todo ello se pone de manifiesto por la existencia de secuencias de somerización integradas (de base a techo) por margas, calizas masivas y bioturbadas (e incluso brechificadas), así como por el crecimiento intersticial de yeso en relación con las facies bioturbadas. La evolución vertical del

sistema lacustre hacia la somerización pudo ser el resultado de un incremento en los aportes terrígenos desde las áreas aluviales circundantes, controlado fundamentalmente por factores tectónicos, de un descenso de la cantidad de agua en relación con causas climáticas, o una combinación de ambas situaciones.

El estudio de la composición isotópica ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de la calcita permitirá determinar si existieron variaciones en el balance hídrico de la cuenca. Así mismo se pretende caracterizar las distintas facies sedimentarias identificadas en el campo de las que hasta el momento no existen estudios mineralógicos ni geoquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha estudiado la composición mineralógica, las características texturales y la composición isotópica ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de las calizas (n=15) muestreadas en una de las secciones mejor expuestas de la Unidad calizas de Torrente de Cinca, la sección de Candanos. (Figs. 1 y 2). Las muestras se tomaron con el objeto de caracte-

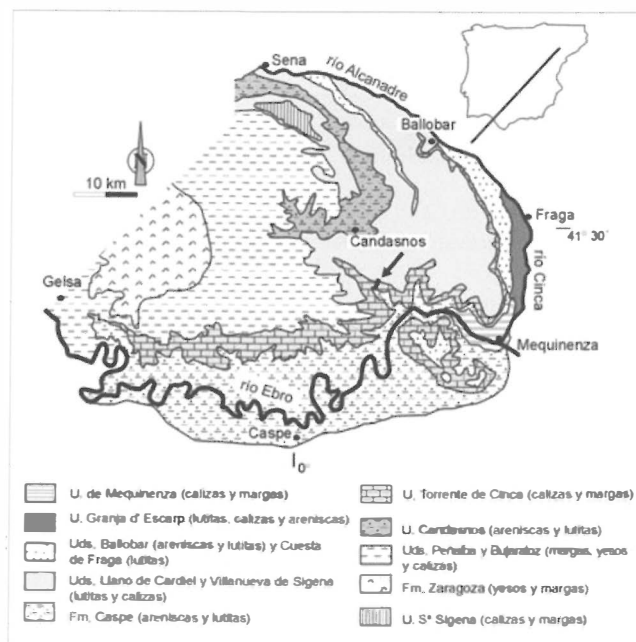


Figura 1: Cartografía de las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona central de la Cuenca del Ebro (sector centro-oriental). Se indica la localización del perfil de Candanos de la figura 2.

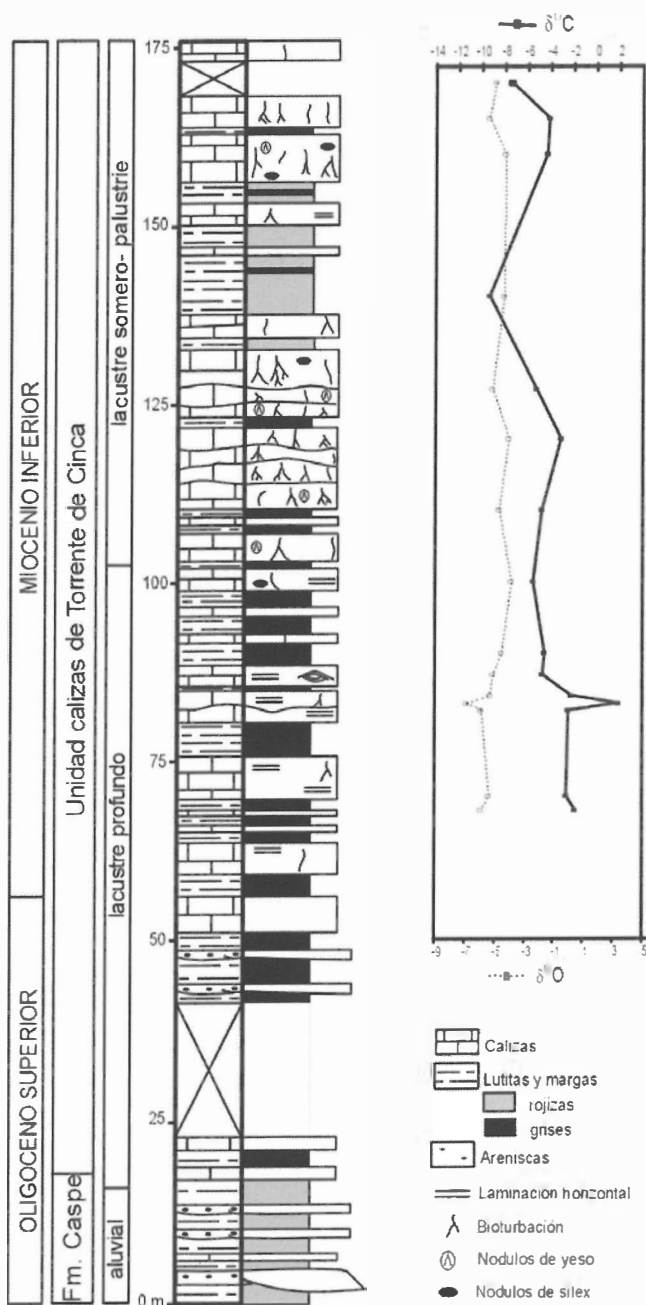


Figura 2: Perfil de Candasnos y valores de $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ (‰) de las calcitas analizadas referidos al estándar PDB.

rizar tanto las distintas facies diferenciadas en campo (calizas laminadas, calizas masivas y calizas bioturbadas), como la tendencia vertical en la serie. La composición mineralógica de las muestras y el contenido en MgCO_3 de los carbonatos se determinó por difracción de rayos-X (DRX) con un difractómetro Phillips PW 1729. Se estudió la muestra global en polvo desorientado. El estudio de la microfábrica se llevó a cabo por microscopía de luz transmitida y microscopía electrónica de barrido. La composición isotópica ($\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$) de la calcita se determinó siguiendo las técnicas convencionales de extracción en un espectrómetro de masas SIRA II del Servicio de Isótopos Estables de la Universidad de Salamanca. Los datos se presentan referidos al estándar internacional PDB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las muestras analizadas están constituidas casi exclusivamente (>85%) por calcita con bajo contenido en Mg (<3%), acompañada por porcentajes bajos de cuarzo, presente en casi todas las muestras, y dolomita y minerales de la arcilla presentes sólo en algunas de las muestras. No se observan variaciones de las proporciones entre las distintas fases minerales detectadas ni en la vertical ni entre las distintas facies diferenciadas, lo que implica que la hidroquímica del lago no debió variar significativamente en el tiempo.

Las calizas laminadas son fundamentalmente wackestones-packestones con laminación difusa y en ocasiones irregular, marcada por diferencias en el tamaño de grano del carbonato y la orientación preferente de los bioclastos presentes, o por la presencia de láminas ricas en materia orgánica y/o de bandas de carácter más detrítico. Pueden observarse algunas cavidades parcialmente rellenas por esparita y nódulos micríticos también cubiertos de esparita. Las calizas masivas y bioturbadas son mayoritariamente mudstones-wackestones en las que se pueden observar, especialmente en las bioturbadas, conductos, huecos irregulares y cavidades móldicas parcial o totalmente rellenas de esparita. En ambas se ha detectado yeso relleno de huecos o dispuesto en agregados radiales formando nódulos. Los rasgos texturales observados parecen indicar que las muestras estudiadas han sufrido escasas transformaciones diagenéticas tempranas.

La composición isotópica de las calcitas estudiadas (Figs. 2 y 3) cubre un rango relativamente amplio de valores del $\delta^{13}\text{C}$, de 1,9‰ a -9,4‰, y un rango más estrecho para los valores del $\delta^{18}\text{O}$, de -6,8‰ a -3,9‰. En cualquier caso, los valores obtenidos se encuentran dentro de los habitualmente registrados para calcitas primarias de sistemas lacustres de agua dulce (Platt 1989, Calvo et al., 1995, Arenas et al., 1997; Alonso Zarza y Calvo, 2000). Los valores obtenidos muestran en general una correlación negativa, tendente en la vertical hacia valores ligeramente mayores de $\delta^{18}\text{O}$ y menores valores de $\delta^{13}\text{C}$. Esta correlación es especialmente significativa ($r=-0.93$) en la mitad inferior de la secuencia. Tendencias similares han sido descritas como el resultado de la precipitación de carbonatos en sistemas lacustres cerrados con un alto influjo de agua dulce y alta productividad orgánica, tendentes en el tiempo hacia una disminución del influjo de agua dulce junto con una disminución en la productividad orgánica (Valero Garcés et al., 1995; Utrilla et al., 1998). Los valores isotópicos relativamente constantes para el oxígeno que se registran en la parte superior de la unidad sugieren una composición isotópica del agua relativamente fija lo cual es interpretado habitualmente como el resultado del depósito en un sistema lacustre abierto (Talbot, 1990). Los valores obtenidos sugieren que aunque la cuenca del Ebro fue endorreica, pudieron haber existido momentos en los que no existiría un único lago sino varios que pudieron estar interconectados, actuando como un sistema lacustre abierto. Por otra parte, las ligeras desviaciones del $\delta^{18}\text{O}$ que se observan parecen estar relacionadas también con el tipo de facies sedimentaria. Así, las muestras masivas y bioturbadas presentan valores del $\delta^{18}\text{O}$ similares (Figura 3), en torno a -4,7‰ de media y más pesados que el valor medio de las facies laminadas, $\delta^{18}\text{O} = -5,9$ ‰, por lo que el depósito de estas últimas debió tener lugar en relación con aguas más ligeras. El relativamente amplio rango de variación del $\delta^{13}\text{C}$ que se observa de base a techo de la

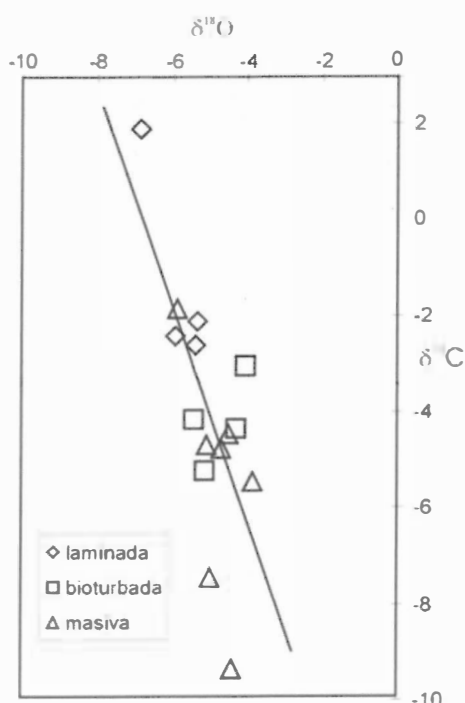


Figura 3: $\delta^{13}C$ vs. $\delta^{18}O$ de las calcitas analizadas correspondientes a las tres facies diferenciadas.

secuencia, refleja la contribución de C procedente de distintas fuentes. La tendencia hacia valores más ligeros, puede reflejar una disminución de la actividad fotosintética y/o un aumento del carbono procedente de la descomposición de materia orgánica (fuente principal de ^{12}C) al sedimento. Por otra parte, las muestras masivas y bioturbadas presentan, además de un mayor rango de variación, valores más ligeros que las laminadas.

La combinación de los datos sedimentológicos previos, mineralógicos e isotópicos, permite interpretar que la somerización del sistema lacustre en el que se depositó la U. calizas Torrente de Cinca pudo estar ligada a un cambio en el tiempo hacia condiciones con menor balance hídrico (precipitación/evaporación), más que a una variación en el volumen de aporte de materiales detríticos desde el área fuente. En este sentido se ha establecido a partir de criterios fundamentalmente estratigráficos, sedimentológicos y paleontológicos, que desde el Oligoceno superior al Mioceno inferior tuvo lugar en la Península Ibérica un cambio a condiciones de mayor aridez (Calvo et al., 1993) que podría ser la causa de la evolución descrita. El estudio de nuevas muestras permitirá precisar, por una parte, si existe alguna variación mineralógica significativa en la vertical entre las distintas

facies, no detectada con este muestreo inicial y, por otra, si el depósito tuvo lugar en un sistema lacustre cerrado o abierto y en qué medida influye el tipo de facies en la composición isotópica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos IBE2004-CIE-10 y IBE2005-CIE-O6 de la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS

- Alonso Zarza, A.M. y Calvo, J.P. (2000). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Paleoecol.*, 160, 1-21.
- Arenas, C. Casanova, J. y Pardo, G. (1997). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Paleoecol.*, 128, 133-155.
- Barberá, X., Parés, J.M., Cabrera, L. y Anadón, P. (1994). *Physics of Earth and Planetary Interiors*, 85, 181-193.
- Cabrera, L. (1983). Tesis Doctoral Universidad de Barcelona, 443 p. (Inédito)
- Calvo, J.P., Daams, R., Morales, J., López-Martínez, N., Agustí, J., Anadón, P., Armenteros, I., Cabrera, L., Civis, J., Corrochano, A., Díaz-Molina, M., Eliazaga, E., Hoyos, M., Martín-Suárez, E., Martínez, J., Moissenet, E., Muñoz, A., Pérez-García, A., Pérez-González, A., Portero, J.M., Robles, F., Santisteban, C., Torres, T., Van der Meulen, A.J., Vera, J.A. y Mein, P. (1993). *Rev. Soc. Geol. Esp.* 6(3-4), 29-40.
- Calvo, J.P., Jones, B.F., Bustillo, M., Fort, R., Alonso Zarza, A.M. y Kendall, C. (1995). *Chem. Geol.*, 123, 173-191.
- Cuenca, G., Canudo, J.I., Laplana, C. y Andrés, J.A. (1992). *Acta Geológica Hispánica*, 27, 127-144.
- Gomis, E., Parés, J.M. y Cabrera, L. (1999). *Acta Geol. Hisp.*, 32(3-4): 185-199.
- Luzón, A. (2001). Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza, 465 pp. (inédito)
- Luzón, A. y González, A. (2000). *Sedimentology and Evolution of a Paleogene-Neogene Shallow Carbonate Lacustrine System, Ebro Basin, Northeastern Spain*. En: «Lake basins through space and time», Gierlowski-Kordesch, E.H. y Kelts, K.R., eds., AAPG Studies in Geology 46, 407-416.
- Platt, N.H. (1989). *Sedimentology*, 36, 665-684.
- Talbot, M. R. (1990). *Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sect.)*, 80, 261-279.
- Utrilla, R., Vázquez, A. y Anadón, P. (1998). *Sedim. Geol.* 121, 191-206.
- Valero Garces, B.L., Kelts, K. y Ito, E. (1995). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Paleoecol.*, 117, 253-278.