

# Origen diagenético de cementos carbonatados en nódulos de areniscas (Plioceno de Lebrija, Sevilla)

*Diagenetic origin of carbonate cements in sandstone nodules (Pliocene of Lebrija, Seville)*

I. Sánchez y J. Aguirre (\*)

Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias. Fuentenueva s/n. Universidad de Granada, 18071 Granada.  
(\*) Dirección actual: Dpto Earth Sciences of University of Wales, Cardiff, P.O. Box, 914, CF1 3YE.

## ABSTRACT

The origin of carbonate cements of sandstone nodules from Pliocene deposits of Lebrija (Seville, SW Guadalquivir Valley) has been studied. The nodules are included in densely bioturbated fine-grained sandstones and contain mould of fossil molluscs. The cement is micritic calcite with minor proportion of dolomite. Content in authigenic cement decreases outwards the nodules related to the supply rate of carbonate and the porosity of the rocks. The nucleation and the distribution of nodules into the sediment depend on the shells distribution. The cement-forming component come from the dissolved of aragonitic shells. They growth until the source of carbonate is consumed. The dolomitization affected both the hosted sediment and the nodules, thus it is inferred that this process occurred during late diagenesis.

**Key words:** Sandstone nodules, diagenesis, geochemistry, mineralogy, carbonate cements, Pliocene.

Geogaceta, 20 (3) (1996), 674-676  
ISSN:0213683X

## Introducción

En los depósitos pliocenos al pie de las ruinas del castillo de Lebrija (Sevilla) (Fig. 1) se encuentran unos nódulos de areniscas dispersos en arenas finas bioturbadas (Fig. 2). Aguirre y Ferriz (1993), en base a datos exclusivamente paleontológicos y sedimentarios, propusieron que el carbonato cálcico de los nódulos procede de la disolución de las conchas aragónica contenidas en su interior.

En este trabajo hemos realizado un estudio geoquímico y mineralógico que aportan nuevos datos para discernir el origen de este carbonato. Una descripción litológica e interpretación sedimentaria detallada de la sección estudiada (Fig. 2) se puede encontrar en Gavala (1959), Viguier (1974), Benkhelil (1976), Gutiérrez Mas *et al.*, (1991) y Aguirre y Ferriz (1993). Por consiguiente, en este trabajo nos centraremos en la exposición de los resultados mineralógicos y geoquímicos.

## Metodología

Los análisis se han realizado en cuatro muestras de la roca encajante (le-0 a le-3; Fig. 2) y en cinco nódulos (nod.1-nod.5), de cada uno de los cuales se han tomado tres muestras: en el interior

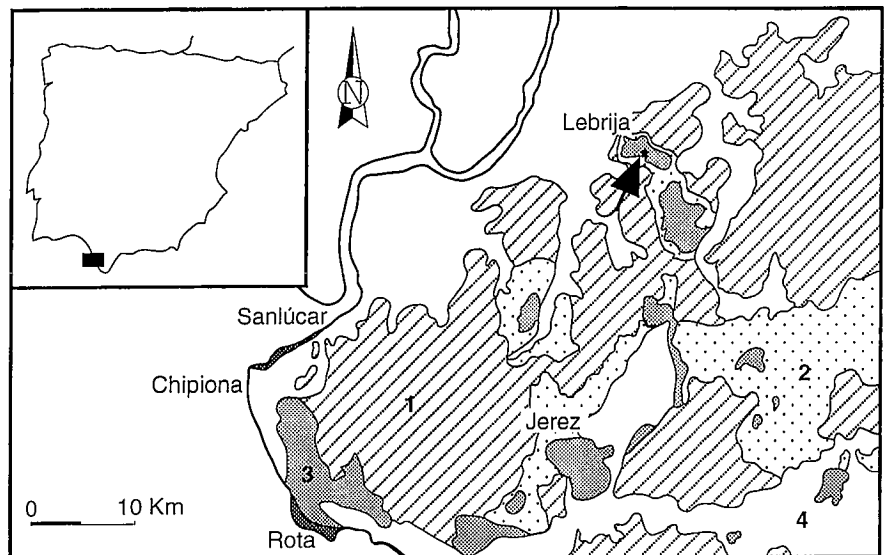


Fig. 1.- Localización geográfica y contexto geológico de la sección estudiada. 1: Materiales preneógenos; 2: Mioceno superior; 3: Plioceno; 4: Cuaternario (tomado de Gutiérrez Mas *et al.*, 1991).

Fig. 1.-Geographical location and geological context of the studied section.

(int.), centro (med.) y exterior (ext.). La mineralogía de todas estas muestras se ha analizado con un difractor de polvo y se han semicuantificado las fases minerales presentes con un error del 10%.

El estudio geoquímico se ha realizado en la fracción carbonatada de las mues-

tras. Se han medido el Ca y elementos trazas (Mg, Fe y Mn). Los elementos trazas han sido determinados en un ICP-OES y se obtuvieron con un error del 5%. El Ca y Mg han sido medidos con Absorción Atómica. El error para estos elementos es del 2%.

## Resultados

La morfología de los nódulos varía desde esférica a irregular y pueden alcanzar hasta 30 cm de diámetro máximo. En su interior hay moldes de fósiles, algunos de los cuales conservan restos de la concha. En el sedimento circundante los fósiles son muy escasos y exclusivamente de concha calcítica. Se diferencian dos tipos de nódulos en función del contenido fosilífero, monotípicos y politépicos (Aguirre y Ferriz, 1993). Para este trabajo sólo han sido muestreado los nódulos politépicos.

Los nódulos están constituidos casi exclusivamente por cuarzo, calcita y dolomita (Tabla 1). La calcita es el principal constituyente del cemento, de naturaleza micrítica, con pequeñas cantidades de dolomita. La tendencia general es de disminución de calcita y aumento en el contenido de cuarzo y dolomita hacia el exterior (Tabla 1). Sólo en el nódulo 4 el contenido en calcita disminuye en la zona

interna con respecto a la media aunque los valores siguen siendo muy superiores en ambas partes con respecto a la zona externa. Considerando que la proporción en carbonatos es la suma de las proporciones de calcita y dolomita la tendencia general sigue siendo de disminución hacia el exterior (Fig. 3). La mineralogía de la roca encajante es muy diferente a la de los nódulos, con un predominio en el cuarzo seguido por dolomita y calcita (Tabla 1). Sólo la muestra le-0, correspondiente a las margas de la base (Fig. 2), contiene mayor proporción de calcita que de dolomita.

La relación Mg/Ca alcanza su valor máximo en los sedimentos encajantes y mínimos en las zonas internas y medias de los nódulos (Fig. 4a). El contenido de Mg y Ca depende de la mineralogía de las fases carbonatadas presentes en las muestras. La relación Mn/Fe decrece hacia la periferia de los nódulos y cae bruscamente en las arenas (Fig. 4b).

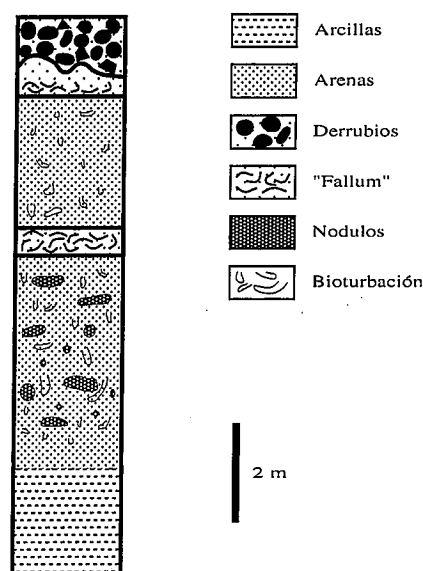


Fig. 2.- Columna estratigráfica (tomada de Aguirre y Ferriz, 1993)

Fig. 2.- Stratigraphy column.

Muestras	Calcita	Cuarzo	Dolomita	Feldespatos	Filosilicatos	Carbonatos	Detríticos
nod1-ext	43	41	17	—	—	60	41
nod1-med	64	26	10	—	—	74	26
nod1-int	68	26	6	—	—	74	26
nod2-ext	49	40	11	—	—	60	40
nod2-med	58	31	11	—	—	69	31
nod2-int	64	29	7	—	—	71	29
nod3-ext	48	24	28	—	—	76	24
nod3-med	74	22	4	—	—	78	22
nod3-int	80	19	1	—	—	81	19
nod4-ext	40	47	13	—	—	53	47
nod4-med	74	22	4	—	—	78	22
nod4-int	65	24	11	—	—	76	24
nod5-ext	58	29	14	—	—	76	29
nod5-med	63	28	9	—	—	72	28
nod5-int	71	22	8	—	—	78	22
le-0	50	31	8	—	11	58	42
le-1	18	62	21	—	—	39	62
le-2	11	58	31	—	—	42	58
le-3	22	43	26	9	—	48	52

Nota: los datos están dados en % del total de la mineralogía

Tabla 1.- Mineralogía.

Table 1.- Mineralogy.

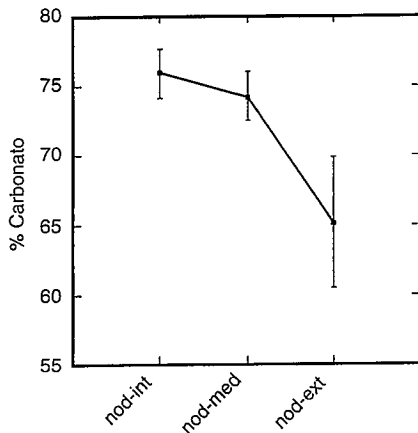


Fig. 3.- Variación en el contenido de carbonato de los nódulos. Las barras y puntos indican la media y desviación estándar respectivamente de cinco muestras analizadas.

Fig. 3.- Variation of the concretions carbonate contents. Bars and points indicate the mean and standard deviation respectively within five analyzed samples.

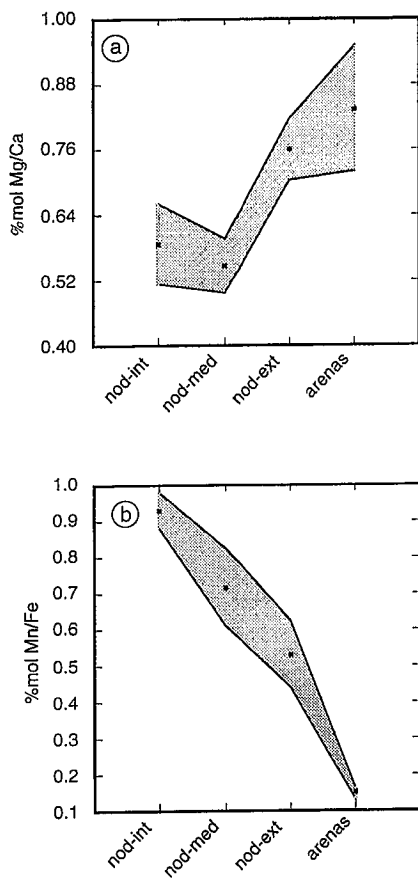


Fig. 4.- Variación de %mol Mg/Ca (a) y de %mol Mn/Fe (b) en las diferentes zonas de los nódulos y en roca encajante. El area sombreada representa la desviación estándar de cinco muestras analizadas.

Fig. 4.- Variation of mol% Mg/Ca (a) and mol% Mn/Fe (b) among the selected nodule zones and hosted sediments. Dotted area for standard deviation within five analyzed samples.

**Modelo diagenético de cementación**

La distribución de los nódulos en las arenas de Lebrija está controlada por la distribución de conchas. La bioturbación genera concentración local de bioclastos que son enterrados rápidamente debido a tasa de sedimentación alta-media (Aguirre y Ferriz, 1993). La nucleación de los nódulos se inicia donde la concentración de los bioclastos es mayor como consecuencia de diferencias de solubilidades entre calcita y aragonito (Bjørkum y Walderhaug, 1990; Fleming, 1993). Una vez iniciada la precipitación de la calcita se crea un gradiente de difusión alrededor del núcleo por la disminución de la alcalinidad de las aguas intersticiales (discusión sobre el tipo de transporte de masa ver en Berner, 1980 y en Bjørkum y Walderhaug, 1990). El crecimiento continua hasta que todas las conchas aragoníticas son disueltas. El resultado final son moldes de restos esqueléticos aragoníticos que sólo se han preservado en el interior de los nódulos y sedimentos que conservan exclusivamente las conchas calcíticas resistentes a la disolución.

El contenido de carbonato en el interior de las concreciones (Tabla 1) sugiere una cementación en sedimentos poco compactados. El gradiente carbonatado (Fig.3) es consecuencia de la progresiva disminución del bicarbonato de la aguas a medida que las conchas son consumidas y la calcita precipita. Además, en las zonas externas de todos los nódulos analizados el volumen de cemento decrece rápidamente debido, probablemente, a la compactación de las arenas. La idea de un aumento en el enterramiento durante el crecimiento de las concreciones está apoyada por la tendencia negativa de la relación Mn/Fe (Fig. 4); decrece con el enterramiento (Curtis et al., 1986)

La dolomitización es un proceso posterior a la formación de los nódulos afectando tanto a las concreciones como a la roca encajante no siendo, por tanto, objetivo de nuestro estudio. En resumen, la secuencia diagenética deducida a partir

de los datos presentados en este trabajo sería la siguiente: 1) bioturbación intensiva del sedimento y enterramiento rápido de restos esqueléticos; 2) nucleación temprana de los nódulos favorecido por la concentración locales de conchas; 3) crecimiento hasta que la fuente de carbonato se agota, y 4) dolomitización de todo el conjunto del depósito.

**Agradecimientos**

Los análisis de elementos mayoritarios y trazas se han realizado en el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada. Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación de la DGICYT PB93-1113 y por el Grupo de Investigación 4076 de la Junta de Andalucía. I. Sánchez ha disfrutado de una beca predoctoral F.P.D.I. y J. Aguirre de una beca de perfeccionamiento en el extranjero, ambas del Ministerio de Educación y Ciencia, durante el curso del trabajo.

**Referencias**

Aguirre, J. y Ferriz, F.J. (1993). *IX Jor. Paleontol.*, Málaga, 55-59.  
 Benkhelil, J. (1976). *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*. Univ. Nice, 180 pp.  
 Berner, R.A. (1980). *Early diagenesis-A Theoretical Approach*. Princenton N.J., 241pp.  
 Bjørkum, P.A. y Walderhaug, O. (1990). *Earth-Science Reviews*, 29: 145-161.  
 Curtis, C.D.; Coleman, M.L. y Love, L.G. (1986). *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50: 2331-2334.  
 Fleming, N. (1993). *Geology Today*, 223-226.  
 Gavaña, J. (1959). *Mapa Geológico de España*. Explicación de la Hoja 1061, Cádiz. Inst. Geol. Min. España, 96 pp.  
 Gutiérrez Mas, J.M.; Martín Algarra, A.; Domínguez Bella, S. y Moral Cardona, J.P. (1991). *Introducción a la Geología de la Provincia de Cádiz*. Serv. Publ. Univ. Cádiz, 315 pp.  
 Viguier, C. (1974). *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*. Univ. Bordeaux, 449 pp.