

Paleosuelos con calcretas, rizolitos y *Microcodium* en ambientes fluviales y aluviales (Oligoceno, Prebético, provincia de Murcia)

Palaeosols with calcretes, rhizoliths and Microcodium in fluvial and alluvial environments (Oligocene, Prebetic, Murcia province)

José Miguel Molina y Luis M. Nieto

Departamento de Geología. Universidad de Jaén. Campus Universitario, Edf. B-3. 23071 Jaén. jmmolina@ujaen.es; lmnieto@ujaen.es

ABSTRACT

The Oligocene of the Prebetic in the Jumilla-Yecla area is mainly represented by fluvial and alluvial sediments. The elementary sequence observed in these materials is made up by conglomerates, sandstones and marlstones. Intercalated in this sequence continental carbonates appear. These carbonates are characterized by the presence of rhizoliths, laminar calcretes, glaebular or nodular textures and *Microcodium*. These carbonates are interpreted as calcretes and their features show the great importance of the vegetation in the pedogenic origin. Then, they could be the consequence of a warm to hot climates and low, seasonal rainfall conditions.

Key words: Palaeosol, calcrete, *Microcodium*, Oligocene, Prebetic.

Geogaceta, 48 (2010), 51-54
ISSN: 0213-683X

Fecha de recepción: 15 de febrero de 2010
Fecha de revisión: 21 de abril de 2010
Fecha de aceptación: 28 de mayo de 2010

Introducción

Los afloramientos analizados en este trabajo se sitúan al NE de la provincia de Murcia (Figs. 1A y B), en el paraje denominado Solana del Manco (NE de la hoja topográfica y geológica 891, Cieza). Se accede a ellos desde la carretera que une las localidades de Molina de Segura y Jumilla (Fig. 1C). Jerez-Mir *et al.* (1972) los atribuyeron al Prebético, concretamente a lo que denominaron Terciario y Cuaternario Autóctonos. Azéma *et al.*

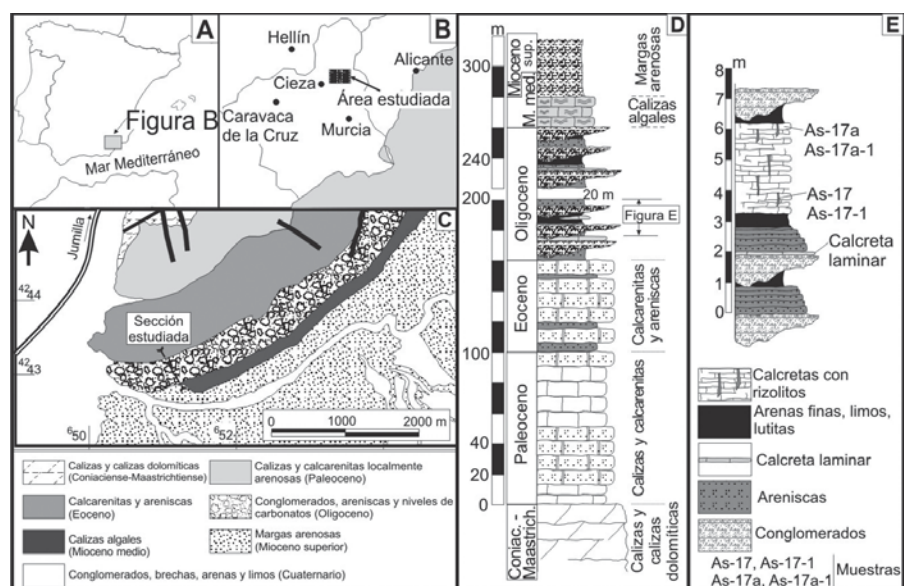
(1979) incluyeron estos afloramientos dentro del Prebético Interno. Más recientemente, Vilas *et al.* (2004) consideran que estos materiales pertenecen al Prebético Oriental, área de Jumilla-Yecla.

Las rocas más antiguas que afloran en el área estudiada (Figs. 1C y D) son calizas y calizas dolomíticas de edad Coniaciense-Maastrichtiense (Baena, 1979). Sobre ellas se disponen calizas y calcarenitas, del Paleoceno (Jerez-Mir *et al.*, 1972) y calcarenitas y areniscas del

Eoceno. Encima aflora la unidad litoestratigráfica estudiada en este trabajo, compuesta por conglomerados, areniscas, niveles de carbonatos y lutitas de tonos rosados. A esta unidad, Jerez-Mir *et al.* (1972) le atribuyeron una edad Oligoceno-Aquitaniense inferior. Gallego *et al.* (1981) asignaron a esta misma unidad, en función de su posición estratigráfica, una edad Oligoceno, que es la considerada en este trabajo. Por último, aparecen calizas algales atribuidas al Mioceno medio, discordantes sobre los

Fig. 1.- A. Situación geográfica del área estudiada en la Península Ibérica. **B.** Situación en la provincia de Murcia. **C.** Mapa geológico del área considerada con la situación de la sección estratigráfica analizada. **D.** Columna estratigráfica sintética regional. **E.** Secuencias elementales observadas en los materiales del Oligoceno con indicación de la posición estratigráfica de los niveles de paleosuelos con calcretas y rizolitos.

Fig. 1.- A. Geographic position of the studied area in the Iberian Peninsula. B. Situation in the province of Murcia. C. Geological map of the study area with the location of the analysed stratigraphic section. D. Regional stratigraphic section. E. Elementary sequences observed in the Oligocene sediments with indication of the stratigraphic position of the paleosols with calcretes and rhizoliths.



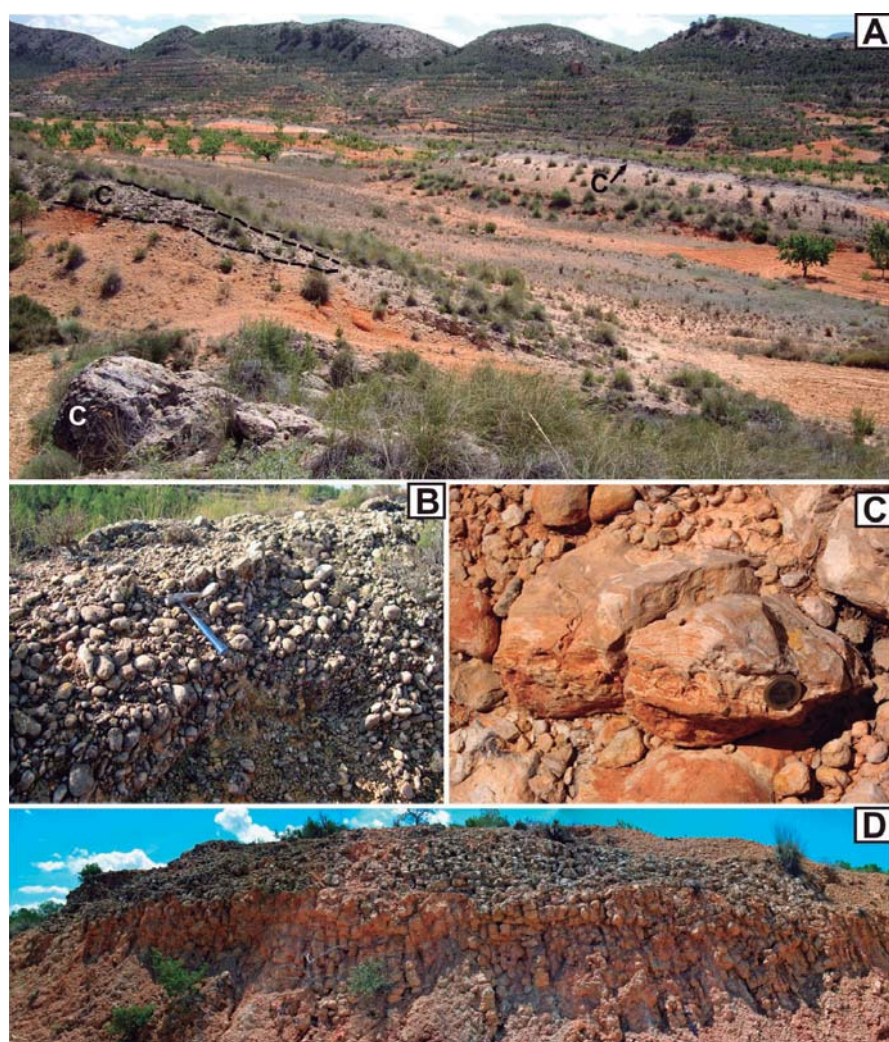


Fig. 2.- A) Vista panorámica de los materiales del Oligoceno. Se han marcado algunos niveles de conglomerados (C). B) Detalle de un lecho de conglomerados. C) Detalle de las calcretes que se sitúan sobre algunos niveles de conglomerados. D) Aspecto de los paleosuelos con calcretes y rizolitos.

Fig. 2.- A) Panoramic view of the Oligocene materials. Some conglomeratic levels (C) have been marked. B) Detail of a conglomerate level. C) Detail of the calcretes that are situated at the upper part of some conglomeratic levels. D) Field view of the palaeosols with calcretes and rhizolites.

anteriores materiales, y margas arenosas del Mioceno superior también discordantes sobre las calizas algales.

El objetivo de este trabajo es el estudio preliminar de los materiales del Oligoceno, que tienen un claro origen continental. Concretamente, se analizan paleosuelos carbonáticos con *Microcodium*, que afloran intercalados en el seno de los materiales detríticos fluviales y aluviales que constituyen la mayor parte de esta unidad estratigráfica.

Unidad de conglomerados, arenas y margas

Esta unidad fue descrita de modo informal por Gallego *et al.* (1981) en la Sierra del Carche. Su potencia en el sec-

tor estudiado es de 100 m (Fig. 1D). Está compuesta por secuencias elementales (Fig. 1E) de 1,5 m de espesor mínimo, constituidas en su base por un nivel de conglomerados con muro erosivo y morfología de canal (Figs. 2A y B), sobre el que se disponen lechos de areniscas, estrato- y grano- decrecientes. El término superior lo constituyen arenas muy finas, limos y lutitas.

Los conglomerados están constituidos por cantos con ejes mayores de dimensiones comprendidas entre 1 y 10 cm y presentan granoselección normal (Fig. 2B). La naturaleza de los cantos es fundamentalmente carbonática, con facies y microfacies propias de materiales del Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno. Algunos cantos son de cuarcitas. En algu-

nas secuencias, sobre el nivel de conglomerados puede observarse un nivel carbonático de 10 cm de espesor máximo, con laminación ligeramente ondulada (Fig. 2C).

Los niveles de areniscas muestran morfologías tabulares, con predominio de la laminación paralela. Los materiales finos (arenas finas, limos o lutitas) que se disponen sobre las areniscas, presentan una laminación paralela muy tenue y, de forma puntual, intercalaciones de niveles carbonáticos de 5 a 10 cm de potencia máxima y poca extensión lateral.

En el seno de estos materiales detríticos, hay un tramo de 3 m de potencia máxima (Figs. 1E y 2D), de morfología lenticular, compuesto por carbonatos de tonos rosados y estructura brechoide con cantos constituidos por carbonatos micríticos. Hay abundantes rizolitos, aproximadamente perpendiculares, en la mayoría de los casos, a la estratificación, a la que enmascaran. A continuación se describen algunos aspectos fundamentales de su microfacies, especialmente aquellos más interesantes para la interpretación sedimentaria.

Microfacies de los niveles carbonáticos

Los materiales carbonáticos estudiados presentan una microfacies dominante de mudstone. En ellos se observan algunos granos de cuarzo (en cantidades inferiores al 2 %) que tienen un diámetro comprendido entre 0,15 y 0,45 mm. También pueden encontrarse abundantes grietas irregulares, que delimitan clastos de carbonato micrítico, y que están rellenas por calcita esparítica xenomorfa.

Aparecen costras laminares muy bien desarrolladas en algunas muestras, aproximadamente verticales, horizontales o adaptándose a la disposición de clastos o nódulos micríticos. La laminación ligeramente ondulada, con un espesor comprendido entre 0,2 y 0,6 mm, viene marcada por una alternancia de niveles de color amarillento, por la presencia de óxidos de hierro y niveles de color grisáceo (Fig. 3A).

También hay estructuras nodulosas o globulares en las que se pueden diferenciar tres tipos de textura: a) micrita de color gris oscuro formando pequeños nódulos de diámetro milimétrico, b) microesparita de color gris claro y c) esparita relleno de pequeñas fracturas y grietas irregulares o circungranulares alrededor de los nódulos micríticos (Fig. 3B).

Otra textura muy característica y abundante es el *Microcodium* que aparece relleno de formas aproximadamente

cilíndricas y tiene aspecto típico de rosetas (Fig. 3C). Los prismas de *Microcodium* presentan una longitud aproximada de 0,4 a 0,5 mm de longitud y un diámetro de 0,05 a 0,1 mm. Son muy parecidos a los descritos por Molina y Nieto (2008) en el Eoceno de la Sierra de la Pila, también en el Prebético.

Por último, destacar en este apartado de microfácies, que son muy abundantes las grietas o cavidades de forma alargada o ramificada, rodeadas por una pátina fina (generalmente de menos de 0,01 mm de espesor) de óxidos de hierro y rellenas de esparita (Fig. 3D). Estas texturas parecen corresponder claramente a moldes de raíces o rizolitos.

Interpretación

La secuencia elemental descrita con anterioridad puede interpretarse como el resultado de la dinámica fluvial o aluvial. Los niveles de conglomerados corresponderían al relleno de canales por los que circularía un flujo de agua altamente energético. La existencia de una granoselección positiva podría significar una reducción de dicha energía conforme el canal se fuera colmatando, de forma que se pasaría de manera gradual a una llanura aluvial próxima al canal, donde se depositarían los niveles de areniscas con laminación paralela. En partes más alejadas del mismo, y en la llanura de inundación, se depositarían los materiales arcillosos más finos. De manera local, quedarían encharcados y se formarían, por decantación o precipitación, los niveles de carbonatos con un origen pedogénico. Estos materiales quedarían expuestos a condiciones subaéreas, de forma que se produciría su colonización por plantas, dando lugar a los rizolitos observados en ellos. De acuerdo con Alonso-Zarza (2003) y Pla-Pueyo *et al.* (2009), conforme aumenta el grado de edafización, la textura original se desfigura más. Así, las calcretas estudiadas debieron sufrir un importante grado de edafización de acuerdo con las texturas y estructuras presentes, descritas anteriormente.

El *Microcodium* es un rasgo común en paleosuelos, y aparte de la polémica acerca de su origen primario, a partir de bacterias, hongos de raíces o micorrizas, casi todos los autores coinciden en asignarle un origen edáfico siendo muy abundante en calcretas (por ej., Kosir, 2004; Wright, 2007). La abundancia de *Microcodium* y de huellas de raíces indica que la vegetación jugó un papel importante en la concentración del carbonato,

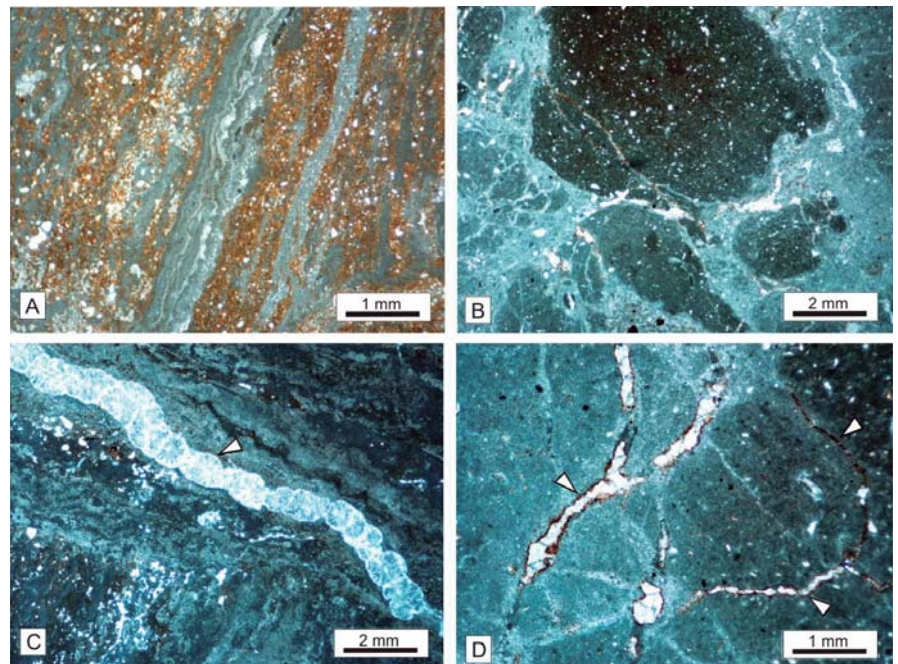


Fig. 3.- Detalles de la microfácies de los niveles carbonáticos estudiados. A. Costras laminares con laminación aproximadamente vertical marcada principalmente por diferencias de color y de composición. B. Estructura nodulosa o globular en la que se pueden diferenciar tres tipos de textura: a) micrita de color gris oscuro formando pequeños nódulos, b) microesparita de color gris claro y c) esparita de color blanco, rellenando pequeñas fracturas y grietas irregulares o circungranulares alrededor de los nódulos micríticos. C. Agregados de *Microcodium* en una sección longitudinal de formas cilíndricas correspondientes a huecos de raíces. El *Microcodium* tiene su aspecto típico de agregados prismáticos de forma de roseta. La flecha indica una de estas rosetas. D. Grietas de forma alargada, rodeadas por una pátina fina de óxidos de hierro y rellenas de esparita. Estas texturas, señaladas por flechas, parecen corresponder claramente a moldes de raíces o rizolitos.

Fig. 3.- Microfacies of the studied calcretas. A. Laminae crusts of approximately vertical slightly undulated carbonate laminae alternating in color and composition. B) Nodular or «glaebular» microfabric with three kinds of textures: a) dark gray micrite in small nodules; b) light gray microsparite and c) white sparite filling small irregular or circumgranular cracks around the micritic nodules. C. Microcodium aggregates in longitudinal section showing cylindrical shape corresponding to a root cast. Microcodium has the characteristic «rosette» morphology. The arrow marks some of these «rosettes». D. Cracks and voids in an elongated or branched way infilled with sparite and iron oxides. This texture marked by arrows is interpreted as root casts or rhizoliths.

de modo que estas calcretas tuvieron un importante componente rizogénico.

Las texturas nodulares descritas con anterioridad, caracterizadas por presentar abundantes grietas rellenas de calcita, a veces rodeando los nódulos micríticos, podrían haberse originado debido a procesos de contracción y expansión en suelos, inducidos por ciclos estacionales de humedad y sequía. La brechificación estuvo condicionada por la desecación, la cristalización con desplazamiento de calcita, la actividad de las raíces y/o por periodos extensos de disolución.

La diversidad de texturas y componentes observados, permite suponer que el origen de las calcretas estudiadas es poligenética y representa la suma de periodos de acumulación de carbonatos, con distintas tasas de producción, y periodos de removilización y erosión, de acuerdo

con los cambios en el clima, vegetación y la posición de la superficie del suelo.

La presencia de abundante vegetación permite considerar que el clima debió de ser cálido y húmedo, aunque tuvo que existir un déficit neto de humedad, de modo que el carbonato producido en la estación más seca no pudiera ser lixiviado durante la estación húmeda. La mayoría de las calcretas actuales se forman en áreas semiáridas a áridas con clima templado a cálido (temperaturas medias anuales de 16-20 °C) y precipitación baja (100-500 mm) y estacional, de modo que junto con otros criterios pueden ser buenos indicadores de paleoclimas (Alonso-Zarza, 2003; Wright, 2007).

Esto está en consonancia con lo propuesto por De Man y Van Simaey (2004) o Alegret *et al.* (2008), quienes estimaron que tras el enfriamiento que se

produjo en el tránsito Eoceno-Oligoceno, lo que llevó al desarrollo del casquete glacial de Antártida, a partir aproximadamente del límite Oligoceno inferior-superior, hubo un aumento de temperatura y la instalación de unas condiciones climáticas cálidas, especialmente en el hemisferio Norte.

Conclusiones

Los materiales carbonáticos estudiados afloran intercalados entre materiales detríticos (conglomerados, arenas y limos) fluviales y aluviales de edad Oligoceno. Se presentan en niveles discontinuos de unos 3 m de potencia máxima y se caracterizan a simple vista por su color rosado, su estructura brechoide y por la presencia de abundantes rizolitos.

En cuanto a su microfacies, las principales texturas y rasgos presentes son: a) costras laminadas, b) texturas nodulosas o globulares micríticas rodeadas por microesparita, y esparita rellenando fracturas y grietas, c) agregados de *Microcodium* en rosetas, rellenando cavidades de forma cilíndrica, y d) moldes de raíces (rizolitos) rellenos por esparita.

Las rocas estudiadas se interpretan como paleosuelos desarrollados en ambientes fluviales y aluviales donde se generarían las calcretas mediante procesos edáficos en los que tuvieron gran impor-

tancia las raíces de plantas. Se considera que estas calcretas, dadas sus características, tuvieron un origen poligenético, con distintas fases de acumulación y removilización del carbonato de acuerdo con los cambios en el clima, vegetación y en el propio nivel del suelo. Estos paleosuelos son buenos indicadores paleoclimáticos y tal vez estarían ligados a la instalación de unas condiciones climáticas más cálidas a partir, aproximadamente, del límite entre el Oligoceno inferior y superior.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el Grupo RNM-200 (Junta de Andalucía) y los Proyectos de Investigación CGL2005-06636-CO2-01/BTE y CGL2008-03007, ambos de la DGI, así como del Proyecto P08-RNM-03715 de la Junta de Andalucía. Se agradece la importante labor realizada por los revisores Ana M. Alonso Zarza y Jesús M. Soria.

Referencias

Alegret, L., Cruz, L.E., Fenero, R., Molina, E., Ortiz, S. y Thomas, E. (2008). *Sedimentary Geology*, 269, 94-102.
 Alonso-Zarza, A.M. (2003). *Earth-Science Reviews*, 60, 261-298.
 Azéma, J., Foucault, A., Foucarde, E., García Hernández, M., González Donoso,

J.M., Linares, A., Linares, D., López Garrido, A.C., y Vera, J.A. (1979). *Las microfacies del Jurásico y Cretácico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas*. Univ. de Granada, 83 p.

Baena, J. (1979). *Mapa geológico de España 1:50.000, hoja n° 869 (Jumilla)*. I.G.M.E.

De Man, E. y Van Simaey, S. (2004). *Netherlands Journal of Geosciences*, 83, 227-239.

Gallego Coiduras, C., García de Domingo, A. y López Olmedo, F. (1981). *Mapa geológico de España 1:50.000, hoja n° 845 (Yecla)*. I.G.M.E.

Jerez Mir, L., Jerez Mir, F., y García Monzón, G. (1972). *Mapa geológico de España 1:50.000, hoja n° 891 (Cieza)*. I.G.M.E.

Kosir, A. (2004). *Journal of Sedimentary Research*, 74, 845-847

Molina, J.M., y Nieto, L.M. (2008). *Geogaceta*, 44, 111-114

Pla-Pueyo, S., Gierlowski-Kordesch, E., Viseras, C. y Soria, J.M. (2009). *Sedimentary Geology*, 219, 97-114.

Vilas, L., Castro, J.M., Martín-Chivelet, J., Company, M., Ruiz-Ortiz, P.A., Arias, C., Chacón, B., Gea, G.A. de, y Estévez, A. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 361-363.

Wright, V.P. (2007). En: *Geochemical Sediments and Landscapes* (D.J. Nash y S.J. McLaren, Eds.). Blackwell, 10-45.