

Mineralogía y estratigrafía de los materiales terrígenos del Cretácico superior en la sección de Arrebatacapas (Torrelaguna, Madrid)

Mineralogy and Stratigraphy of the terrigenous sediments of the Upper Cretaceous in the Arrebatacapas outcrop (Torrelaguna, Madrid)

J. Gil(*), C. Domínguez(*) y M. Segura(**)

(*) Depto. de Quím. Agríc., Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 MADRID

(***) Área de Estratigrafía, Depto. de Geología. Universidad de Alcalá. 28871 Alcalá de Henares (MADRID) e-mail javier.gil@uah.es

ABSTRACT

A mineralogical analysis of the Upper Cretaceous terrigenous sediments in the Arrebatacapas section has been carried out. This study describes the compositional changes along the section and the relationships between mineralogy and depositional sequences. The mineralogy confirm the presence of four third order depositional sequences and clearly suggest the presence of the sequence boundaries in relation to the highest quartz values at the base of each sequences. It has been also recognized six 4^o order depositional parasequences characterized by cyclical variations in the clay mineralogy and carbonate rates. Illite and kaolinite are the only clay minerals present, with relatively high values for kaolinite though it is not the dominant. On the other hand, feldspar rates are very low, but with a slightly rising upwards trend. It is confirmed the presence of glaucony associated with the most marine terms of the succession.

Key Words: Mineralogic analysis, sequence stratigraphy, Utrillas Formation, Cretaceous, Central Range.

Geogaceta, 30 (2001), 151-154
ISSN:0213683X

Introducción

Dentro de la Comunidad de Madrid, la región de Torrelaguna (Fig. 1) muestra una estrecha franja de afloramientos cretácicos que se alinea según una dirección ENE-OSO, separando los materiales metamórficos del Sistema Central y los terrígenos continentales de la Cuenca de Madrid. El Cretácico forma parte de una estructura de plegamiento vergente al NO, dando lugar en el flanco meridional a un conocido relieve en cuevas, sobre las cuales se han encajado perpendicularmente varios arroyos definiendo angostos barrancos equidistantes entre sí en 1-2 Kms. Litológicamente, está formado por dos grandes conjuntos, uno inferior terrígeno y otro superior de naturaleza carbonatada.

En uno de estos barrancos, el Barranco de las Cuevas, se puede observar una excelente sección estratigráfica del conjunto carbonatado superior, en el que se han identificado en facies de borde, parcialmente dolomitizadas y con escasos fósiles, las unidades estratigráficas y se-

cuencias deposicionales definidas en el Cretácico de otros sectores más septentrionales de la Cordillera Ibérica (García *et al.*, 1996; Gil y García, 1996). Este afloramiento ha sido incluido como Punto de Interés Estratigráfico y Sedimentológico de la Comunidad de Madrid (Calvo y Ruiz, 1998; Gil *et al.*, 1999), y propuesta como Punto de Especial Protección Paleontológica (Segura *et al.*, 2000) por la presencia de rudistas (*Bournonia gardónica*) citados por primera vez en España.

El conjunto terrígeno puede observarse mejor en la sección de Arrebatacapas (UTM 452.931; 4.521.369), situada tan solo a 8 Km al OSO del Barranco de las Cuevas. Allí, las obras de mejora de la Ctra. M-131 han propiciado un buen afloramiento de estos materiales. Ambas secciones, permiten obtener una visión global y precisa de la sucesión sedimentaria del Cretácico en esta región.

La excepcional calidad del afloramiento de Arrebatacapas ha permitido levantar una detallada columna estratigráfi-

ca de los 55 m de sedimentos terrígenos que componen aquí la base del Cretácico, prestando especial atención a las estructuras sedimentarias, superficies de estratificación y espesor de los estratos, con una resolución mínima de 5 cms. Así mismo se ha realizado un muestreo de los tramos significativos, analizando mineralógicamente 26 muestras con el objetivo de precisar las variaciones composicionales de los materiales a lo largo de la sección y buscar una relación entre estas variaciones y las secuencias sedimentarias.

La caracterización mineralógica se ha realizado mediante difracción de rayos-X (DRX). La composición global de las muestras ha sido determinada mediante el método de polvo y para estudiar la fracción inferior a 20 micras se han realizado agregados orientados, solvatados con etilenglicol y calentados a 550 °C. En los casos que fue necesario, se eliminaron los carbonatos siguiendo el método recomendado por Moore & Reynolds (1989). La determinación cuantitativa se ha efectuado a partir de las áreas de los principales

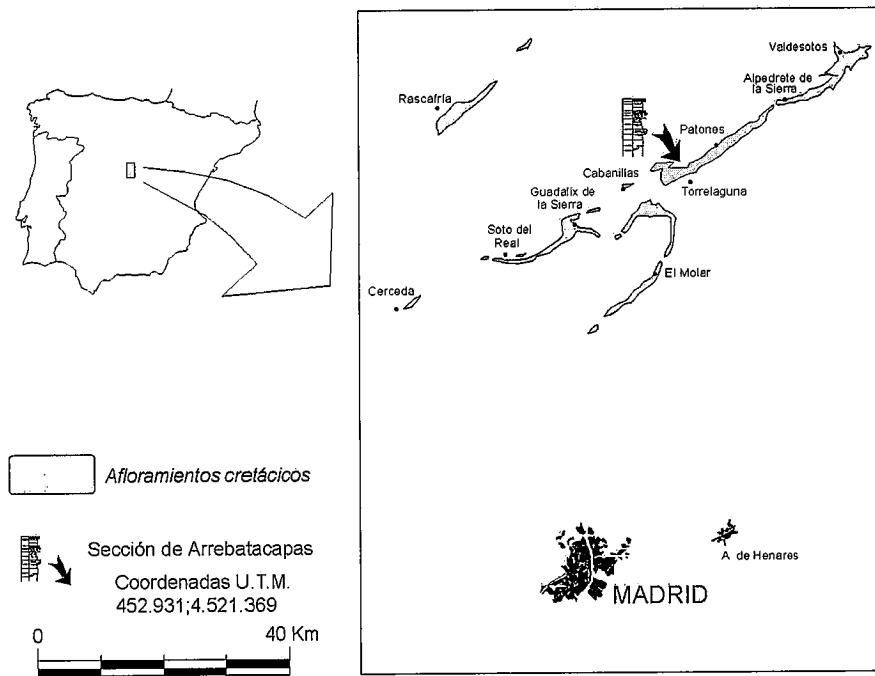


Fig. 1.- Localización geográfica del afloramiento de Arrebatacapas (Torrelaguna, Madrid)

Fig. 1.- Geographic setting of Arrebatacapas outcrop (Torrelaguna, Madrid)

efectos de difracción, utilizando el método de los poderes reflectantes. El equipo utilizado fue un difractómetro Philips PW 1130/90 con monocromador de grafito y radiación Ka del Cu. Los resultados de estos análisis se recogen en la Fig. 2.

Estratigrafía, mineralogía y análisis secuencial en la sección de Arrebatacapas

Desde un punto de vista litoestratigráfico, el conjunto terrígeno inferior se encuadra en la Fm. Arenas de Utrillas, dentro de la cual se reconocen cuatro unidades litológicas diferentes en base a sus diferencias de facies y diferente posición en el registro estratigráfico: Mb. Arenas de Atienza, solo representada en los primeros 4-6 m de la serie; Mb. Arenas de Patones, que constituye la mayor parte de la sucesión terrígena; Mb. Arenas del Molar situada por encima de la anterior; y miembro Arenas de Somolinos. Intercalados en estas unidades terrígenas se reconocen dos tramos dolomíticos de espesor muy reducido, que son los equivalentes laterales (cuñas de borde de plataforma) de la Fms. Dolomías de la Ciudad Encantada y de la Arenas dolomíticas de Tortuero. (Gil y García, 1996).

La presencia de varias discontinuidades estratigráficas de diferente tipo o jerarquía en el tramo arenoso estudiado en este trabajo ha permitido el establecimiento de cuatro secuencias deposiciona-

les asimilables a ciclos de 3^{er} orden, alguna de las cuales está organizada internamente en varias secuencias de 4^o orden o "set de parasecuencias", según a nomenclatura de Vail *et al.*, (1991).

La primera secuencia deposicional, a la que se asigna una edad Cenomaniense en función de su posición estratigráfica, está formada por un pequeño tramo de cuarzoarenitas, limos y arcillas que descansan sobre un paleosuelo (75% Illita; 25% caolinita) bien desarrollado en las pizarras del Ordovícico. Localmente presentan unas brechas basales en las que se reconocen cantos angulosos de cuarcita y pizarras dentro de un cemento ferruginoso (Gil *et al.*, 2001). Los análisis mineralógicos realizados confirman la presencia de altos contenidos en cuarzo, que alcanza el 90 ó 100 % en los términos arenosos de la base, para ir descendiendo proporcionalmente hasta un 25-30 % en los materiales limo-arcillosos situados por encima, al mismo tiempo que se incrementan los filosilicatos (70-75 %). Éstos son exclusivamente illita y caolinita, observándose como en aquellas muestras con una alta proporción de filosilicatos, el porcentaje de caolinita iguala o supera al de illita. Esta secuencia está limitada a su techo por una discontinuidad sedimentaria, representada por un horizonte de óxidos de hierro y rizolitos muy generalizado en la zona, reconociéndose en la región desde el Barranco de Valdentesales (10 km al E) hasta más al O de la sección estudiada.

Sedimentológicamente, se interpretan como depósitos de ambientes costeros con secuencias de relleno y abandono de pequeños canales (Gil *et al.*, 2001).

La segunda secuencia deposicional se atribuye al Cenomaniense terminal - Turoniense inferior por correlación con las margas que afloran en la zona de Tamañón, que contienen abundante fauna marina (Segura y Wiedmann, 1982), y a las cuales pasan por cambio lateral de facies. Está formada en su mayor parte por arenas finas y arcillas entre las que se intercalan algunos delgados bancos de dolomías, y por un banco de calizas dolomíticas arenosas hacia techo. Tiene un espesor de 35 m y su límite superior es una suave discordancia que se reconoce a escala regional y que se manifiesta en este afloramiento como una superficie erosiva. Se interpretan como depósitos de plataforma abierta parcialmente afectada por oleaje o tormentas (García-Hidalgo *et al.*, en prensa). Internamente está organizada en cuatro secuencias de 4^o orden limitadas por superficies ferruginosas y rupturas sedimentarias menores.

Los análisis mineralógicos resaltan en ella la existencia de varios ciclos menores. El cuarzo está presente en todas las muestras, adquiriendo un valor máximo del 100% en el banco de la base (cuarzoarenita) para ir disminuyendo en general en el resto de la secuencia, compensando sus valores con los de los filosilicatos. En general esta secuencia presenta un contenido medio de cuarzo (31%) inferior al del resto de las secuencias. Los filosilicatos están presentes en casi todas las muestras, a excepción de la cuarzoarenita de la base y de aquellas que presentan unos altos contenidos en carbonatos, mostrando con ellos una relación inversa. La proporción de arcillas tiende a disminuir hacia los niveles carbonatados por encima de los cuales se produce un incremento brusco que marca un cambio de tendencia, reconociéndose varios de estos cambios a lo largo de la secuencia. Las arcillas también presentan una relación inversa con el cuarzo debida a la procedencia externa de ambos elementos (alógenicos). En general, el contenido en filosilicatos es mayor en esta secuencia que en el resto, estando representados al igual modo que en la secuencia anterior por illita (55-70%) y caolinita (30-45%). Se ha confirmado la presencia de glauconita en muestras correspondientes a la mitad superior de la secuencia, en porcentajes ligeramente ascendentes que varían del 5% al 15%, apareciendo generalmente asociadas a los carbonatos. La presencia de feldespatos es casi testimonial apare-

ciendo en 6 de las 17 muestras analizadas, con valores que nunca superan el 10% siendo lo habitual un 5%. Es significativo mencionar la relación entre los feldespatos y la caolinita, ya que cuando el primero aparece la caolinita nunca supera el 30% de las arcillas totales, aumentando dicha proporción cuando no hay feldespatos.

Los carbonatos (Calcita-Dolomita) varían a lo largo de las muestras analizadas en estrecha relación con la presencia de arcilla y en menor medida de cuarzo, de modo que en muestras ricas en éstos minerales, el contenido en carbonatos es nulo o muy bajo, incrementándose progresivamente hacia techo hasta alcanzar un valor máximo del 70-80% a medida que disminuyen aquellos. Sobrepasado este máximo, que coincide con los puntos de inflexión observados en las curvas de los filosilicatos, los carbonatos desaparecen debido al incremento notable en la proporción de arcillas. Este patrón se repite cíclicamente a lo largo de las muestras 99090604-17 ambas inclusive (Fig. 2), reconociéndose tres etapas de enriquecimiento en carbonatos, y se invierte en las muestras 99090618-20 donde se observa un alto contenido de carbonatos en la base, que disminuye rápidamente hacia techo debido al incremento de las arcillas y no de cuarzo, puesto que éste disminuye en el mismo sentido que los carbonatos. Los límites de estas cuatro etapas coinciden de manera general con las rupturas más importantes en la evolución de las facies, y por lo tanto, se consideran límites de 2º rango en la sucesión sedimentaria. Los cuerpos de roca limitados por ellos se les asigna el rango de set de parasecuencias, en el contexto de margen de plataforma en el que se sitúa la sucesión sedimentaria, al ser subdivisiones de secuencias reconocidas regionalmente y correlacionables a otros dominios. En cada uno de estos sets de parasecuencias, la relación Calcita/Dolomita disminuye progresivamente de base a techo, salvo en la tercera, en la que todas las muestras son de dolomita.

La tercera secuencia deposicional se atribuye también al Turoniense en función de su posición estratigráfica. Está formada por 10 m de arenas, limos y arcillas con intercalaciones de dolomías rojas en bancos delgados bien definidos, cuya abundancia y proporción crece hacia el techo. Se interpretan como depósitos marginales de una plataforma mixta con facies de ambientes submareales a intermareales altos (García-Hidalgo *et al.*, en prensa). El límite superior es una discontinuidad estratigráfica con hue-

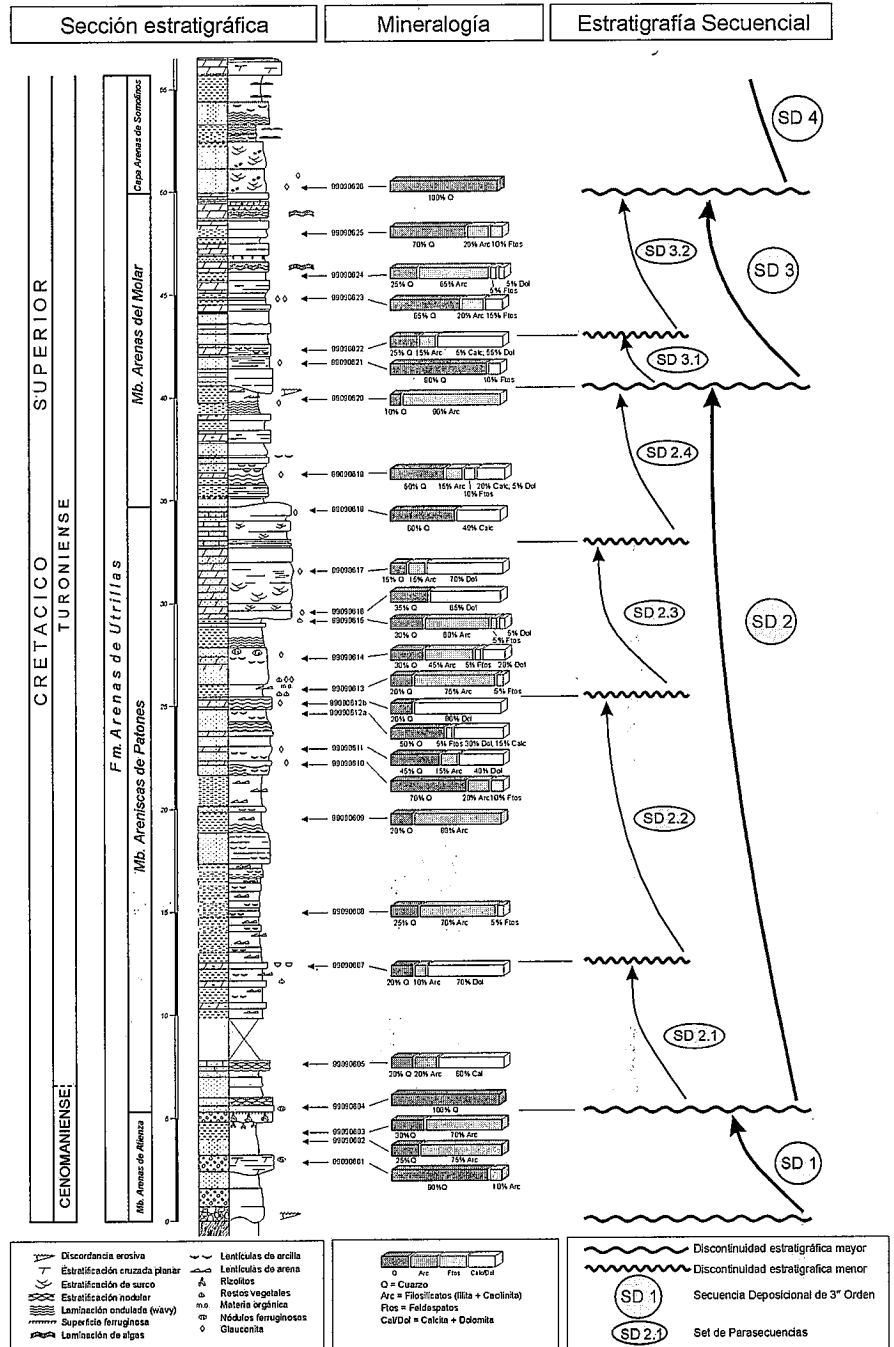


Fig. 2.- Sección de Arrebatapapas; unidades estratigráficas, análisis mineralógicos y secuencias deposicionales.

Fig. 2.- Arrebatapapas Section: Stratigraphic units, mineralogical analysis and depositional sequences.

llas de emersión generalizada, reflejo de un importante cambio en la evolución sedimentaria del resto de la sucesión cretácica. Internamente está organizada en dos sets de parasecuencias de diferente desarrollo separadas por una superficie ferruginosa, dentro de los cuales se reconoce una ciclicidad de orden menor. Ambos sets están formados al igual que en la secuencia anterior por arenas en la base y dolomías a techo.

Aunque en ésta ocasión, la recogida de muestras no ha sido tan sistemática, los resultados mineralógicos en combinación con los estratigráficos realzan la existencia de dichos ciclos. El cuarzo aparece en todas las muestras analizadas, alcanzando unos valores medios totales (55%) superiores a los de la secuencia precedente. En la base mantiene la tendencia ya observada, definiendo un máximo de un 90 % (cuarzoarenita), mientras

que en el resto de muestras no presenta una evolución clara hacia techo, variando su proporción (25% - 70%) en función inversa a la de las arcillas. Los filosilicatos aparecen en todas las muestras excepto en la cuarzoarenita basal. Sus proporciones oscilan entre el 15% y 65% dependiendo del contenido en otros elementos como cuarzo y carbonatos. La illita sigue siendo el mineral de la arcilla mayoritario, alcanzando valores de hasta un 75% frente a la caolinita, que le sigue en abundancia. Existen indicios de clorita, y se ha confirmado la presencia de glauconita aunque muestra una tendencia a disminuir a lo largo de la secuencia. El contenido en feldespatos aumenta ligeramente con respecto a la secuencia precedente, ya que aunque se mantiene en bajas proporciones, alcanza valores de un 15%, registrándose en 4 de las 5 muestras analizadas.

En cuanto a los carbonatos, únicamente se ha analizado un banco carbonatado (muestra 99090622) de los que aparecen en la secuencia, debido a que por criterios secuenciales, el límite de los dos sets de parasecuencias se sitúa a techo de dicho banco. Los resultados mineralógicos obtenidos muestran un 60% de carbonatos totales de los que más del 90% es dolomita, avalando la posición del límite entre ambos ciclos de 4º orden. Dentro del segundo set de parasecuencias, la naturaleza dolomítica del resto de los niveles carbonatados es evidente, los cuales al concentrarse hacia la parte superior del ciclo generan una vez más, un incremento de los carbonatos totales en el mismo sentido.

La *cuarta secuencia deposicional* está formada por un tramo basal de 6 m de arenas blancas y arcillas versicolores, sobre las que descansa 25 m de dolomías y margas dolomíticas tableadas amarillas (Fm. Tranquera). El análisis mineralógico realizado en las arenas de la base confirma su naturaleza cuarzoarenítica, con valores del 100% de cuarzo.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten afirmar que, en el marco de la estratigrafía secuencial, los análisis mineralógicos son una herramienta muy útil en el reconocimiento de secuencias deposicionales de diferente rango en sucesiones terrígenas de borde de cuenca. En la sección de Arrebatacapas, los resultados mineralógicos confirman las secuencias deposicionales de 3º orden establecidas para el tramo estudiado (García *et al.*, 1996; Gil *et*

al., 2000), precisan sus límites y delatan la presencia de ciclos de 4º orden sobreimpuestos a los anteriores.

Se han identificado tres secuencias de 3º orden (Fig. 2; SD 1, 2 y 3) de naturaleza terrígena y mixta, y una cuarta secuencia (Fig. 2; SD 4) formada por arenas en la base y por una homogénea sucesión dolomítica en el resto. Todas ellas se encuentran limitadas por discontinuidades estratigráficas. Mineralógicamente estos ciclos quedan caracterizados por presentar en todos los casos, altos contenidos de cuarzo (90-100%) en los sedimentos situados por encima de la discontinuidad basal, interpretándose éstos como depósitos asociados a la caída eustática que genera dicha discontinuidad, pudiendo ser removilizados durante una posterior etapa transgresiva.

En las secuencias deposicionales SD 2 y SD 3 se han reconocido varios ciclos de 4º orden (Fig. 2; SD 2.1; 2.2; 2.3; 2.4; y SD 3.1; 3.2 respectivamente), cuya evolución mineralógica (arcillas en la base y carbonatos a techo) muestra un carácter retrogradante, reflejando un contexto transgresivo que está organizado en varios eventos menores, salvo en la SD 2.4 en la que dicha relación se invierte, mostrando una tendencia progradante propia de un cortejo de alto nivel del mar. La presencia de glauconita (objeto de un estudio regional específico) apoya esta idea.

Los filosilicatos y el cuarzo muestran entre sí una relación inversa, que está controlada por factores externos a la cuenca de sedimentación, como pueden ser la naturaleza del área madre, procesos de alteración y dinámica sedimentaria entre otros. Considerados en conjunto (cuarzo y filosilicatos) como elementos alogénicos muestran también una relación inversa con los carbonatos, estando en este caso gobernada por factores internos a la cuenca de sedimentación tales como el incremento creciente en la tasa de producción de carbonatos hacia techo de cada ciclo menor, que representan los momentos de mayor estabilidad y marinidad dentro de un contexto transgresivo, y por lo tanto, de mayor extensividad de las plataformas carbonatadas hacia el margen de cuenca.

Independientemente del carácter progradante o retrogradante de los ciclos de 4º orden se observa que la relación calcita/dolomita disminuye progresivamente hacia techo. Este hecho sugiere que los procesos de dolomitización están asociados a la discontinuidad estratigráfica del techo de cada ciclo.

Por último, otro elemento considerado son los feldespatos, que en combinación con la caolinita aporta información sobre los procesos de alteración supergénica. En general, y suponiendo que el área fuente no cambia, la baja proporción de feldespatos y la alta de caolinita es reflejo de una intensa meteorización que tiende a disminuir ligeramente a lo largo de las secuencias deposicionales estudiadas, y que es característica de climas cálidos y húmedos.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al Proyecto de Investigación PB96-0676. Nuestro agradecimiento a D. Gilberto Herrero y Dña. Isabel Sevillano por la realización de los difractogramas de rayos-X, y al Dr. García Quintana por la lectura crítica del manuscrito, que ha contribuido a mejorar la versión final.

Bibliografía

- Calvo, J.P. y Ruiz, P. (1998): In. *El Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid*. (Durán, J.J. ed.) Soc. Geol. Esp. y Asamb. Madrid. 59-76.
- García, A.; Gil, J. y Segura, M. (1996): In. *Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares* (M. Segura *et al.*, Eds.) *IV Con. Geol. Esp.* 247-269
- García-Hidalgo, J.F.; Gil, J. y Segura, M. (2001): *Geotemas* 3.
- Gil, J. y García, A. (1996): *Est. Geol.* 52. 37-49
- Gil, J.; Segura, M. y García-Hidalgo, J.F. (1999): In. *Towards the balanced management and conservation of the Geological Heritage in the new millenium*. (Barettino, D., Vallejo, M. y Gallego, E. Eds.) Soc. Geol. Esp., ITGE y Europ. Assoc. Conserv. Geol. Heritage. 166-171.
- Gil, J.; Segura, M. y García-Hidalgo, J.F. (2001): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sección Geológica)* 96 (3-4)
- Moore, D.M. & Reynolds, R.C. Jr. (1989): *Oxford University Press*, Nueva York, 332 pp.
- Segura, M.; Gil, J. y Pons, J.M. (2000): *Geotemas* 1 (2). 321-324
- Segura, M. y Wiedmann, J. (1982): *Cuad. Geol. Ibérica*, 8, 293-307.
- Vail, P.R.; Audemard, F.; Bowman, S.A.; Eisner, P.N. & Pérez Cruz, C. (1991): In: *Cycles and Events in Stratigraphy* (G. Einale, W. Ricken & A. Seilacher, Eds.), Springer - Verlag, Berlín. 617-659.