

## Sedimentología de la Formación Calizas con oncolitos de Higuieruelas (Malm) en la región de Muel-Belchite (Provincia de Zaragoza)

M. AURELL y A. MELÉNDEZ

Cátedra de Geología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza

### RESUMEN

El estudio sedimentológico de la Formación Higuieruelas (Malm) en la región de Muel-Belchite, permite definir un ciclo regresivo con gran variedad de facies y ambientes, con desarrollo en la plataforma interna de montículos algales y coralinos, y sedimentación oolítica litoral.

*Palabras clave:* Malm. Ibérica. Plataforma. Shoal. Mound.

### ABSTRACT

A detailed sedimentological study of the Higuieruelas Formation (Malm) in Muel-Belchite region, reveals a regressive cycle characterized by a rich assortment of facies and environments. A well development of algal and coralline mounds has found to be taking place in the inner shelf, whereas oolitic sedimentation occurs in coastal bars.

*Key words:* Malm. Iberian Chain. Shoal. Mound.

### INTRODUCCIÓN

El objeto del presente estudio es el análisis sedimentológico de las facies carbonatadas del Kimmeridgiense superior (Malm), perteneciente a la Formación calizas con oncolitos de Higuieruelas (Gómez y Goy, 1979), a través del análisis de facies, secuencias y sus asociaciones.

La zona de estudio se sitúa al Sur de la provincia de Zaragoza, y está limitada por las poblaciones de Muel y Belchite, entre los ríos Huerva y Aguasvivas (fig. 1). Se enmarca en las estribaciones más septentrionales del sector central de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica, donde aflora el Jurásico de manera disconti-

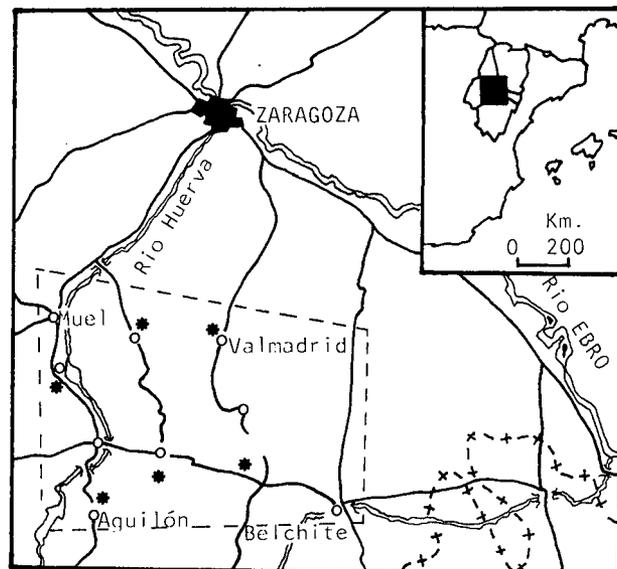


Figura 1.- Situación geográfica del área estudiada.

Figure 1.- Geographical location of the area on study.

nua, en forma de paleorelieves exhumados entre los materiales Terciarios y Cuaternarios de la Cuenca del Ebro.

El estudio más detallado de esta zona que disponemos es el de Bulard (1972), que establece una base bioestratigráfica bastante precisa. Los trabajos de Gómez (1979) y Giner (1980) estudian la sedimentología de esta formación en otros sectores de la Cordillera Ibérica.

rica. Benke *et al.*, (1981) estudian las formaciones arrecifales del Malm al NW de la zona de estudio. Giner y Barnolas (1979) analizan los arrecifes del Jurásico Superior en la Sierra de Albarracín. Martín y Fernández (1985) establecen una evolución sedimentológica para el Malm de la región de Teruel.

Se han analizado seis perfiles de detalle, que se indican en la fig. 1: Mezalocha, Jaulín, Aguilón, Valmadrid, Fuendetodos y Cruz, además de numerosos puntos de observación complementarios. La formación Higuieruelas tiene, en este sector, una potencia de 40 a 60 m, y pertenece al Kimmeridgiense superior. Se trata de un conjunto de calizas grises masivas o mal estratificadas en bancos gruesos, con gran cantidad y variedad de componentes aloquímicos: oncolitos, oolitos y peloides, con gran diversidad de fósiles (corales coloniales y solitarios, algas, foraminíferos, ostrácodos, bivalvos, braquiópodos, gasterópodos, espículas de esponjas, radiolas de equínidos). Son muy escasos los componentes silicoclasticos, que se hacen más abundantes a techo. Las dolomitizaciones son bastante frecuentes.

Está limitada, en su muro, por una importante ruptura sedimentaria a techo de la Formación rítmica calcárea de Loriguilla, que se manifiesta con el desarrollo, en algunos puntos, de niveles intensamente ferruginizados y bioturbados, y que implica un cambio muy brusco en las condiciones y tipo de la sedimentación. A techo pasa, en aparente continuidad sedimentaria, a las facies Purbeck-Weald de carácter continental y lagunar, que no han sido objeto de estudio.

## ANÁLISIS SECUENCIAL

El alto contenido en componentes aloquímicos y su variedad, provoca una importante diversidad de facies, que se han agrupado en ocho tipos generales: 1. *Boundstone* de corales, 2. *Grainstone* de oolitos, 3. *Packstone* de ostrácodos. 4. *Rudstone* de oncolitos. 5. *Floatstone* de oncolitos con peloides. 6. *Grainstone* de bioclastos. 7. *Wackestone* de fósiles bioturbado y 8. *Mudstone*. Estas facies se encuentran asociadas en distintas secuencias, que se presentan en la figura 2, y que estudiamos a continuación según su ambiente de aparición.

### *Secuencias de plataforma interna (agitada)*

Se trata de secuencias de somerización (James, 1979), desarrolladas en un medio de plataforma interna, con disminución de la profundidad en aguas someras e incremento de la energía hidrodinámica.

La secuencia 1 (fig. 2B) empieza con un término oolítico, con bioclastos y foraminíferos, y abundantes peloides, que pasan a otro de mayor energía y menor profundidad, con oncolitos y lavado más intenso de la micrita. La secuencia 2 se inicia con un término bioclástico bioturbado, con un alto contenido en lodo micrítico, que representa las condiciones más submareales, donde la profundidad y menor energía del medio inhiben la formación de oncolitos y oolitos. Respecto al término anterior que contiene oncolitos y oolitos la secuencia 3 es el paso directo a la facies oncolítica desde el término más submareal (*wackestone* de fósiles).

La secuencia 4 (fig. 2B) se desarrolla también en zonas de alta energía, y contiene términos de *boundstone* de corales correspondientes al crecimiento de *parches* coralinos de potencias métricas en zonas de menor agitación, que favorecen la colonización por parte de estos organismos. Un incremento energético provocado por una somerización, genera facies oncolíticas, oolíticas y bioclásticas similares a las anteriores.

Indican un ambiente submareal somero, agitado y bien oxigenado, con desarrollo de *shoals* oncolítico-oolíticos, cuya migración a lo largo de la plataforma queda reflejada en la geometría lenticular del depósito. Estas barras pueden ser de naturaleza oolítica dominante en ciertos sectores.

### *Secuencias de plataforma interna (protegida)*

Corresponden a las secuencias relacionadas con los montículos de fango (*mud mounds*) retenido por la actividad algal y por el efecto *baffle* de los corales coloniales. Entre éstos, que son bastante abundantes, dominan las formas ramosas sobre las planares, hemisféricas y globosas. El alto contenido en lodo micrítico no permite pensar en formación de estructuras resistentes al oleaje, con lo que no se puede hablar de auténticas barreras arrecifales.

Estas bioconstrucciones están muy frecuentemente dolomitizadas, con lo que las condiciones de observación suelen ser deficientes. En algunos casos se ha podido detectar cierta zonación ecológica, con predominio de corales de morfologías planares en la base del biohermo y de formas ramosas en su parte superior. La secuencia mostrada en la figura 2A es la más general y corresponde a desarrollos en medios submareales de muy baja energía; es el depósito de lodo micrítico en las zonas de sombra creadas por estos *mounds*.

El medio corresponde a zonas protegidas dentro de la plataforma interna, donde la intensidad del oleaje es muy baja y la penetración de la luz aceptable. Estos *mud mounds* y sus facies micríticas asociadas también

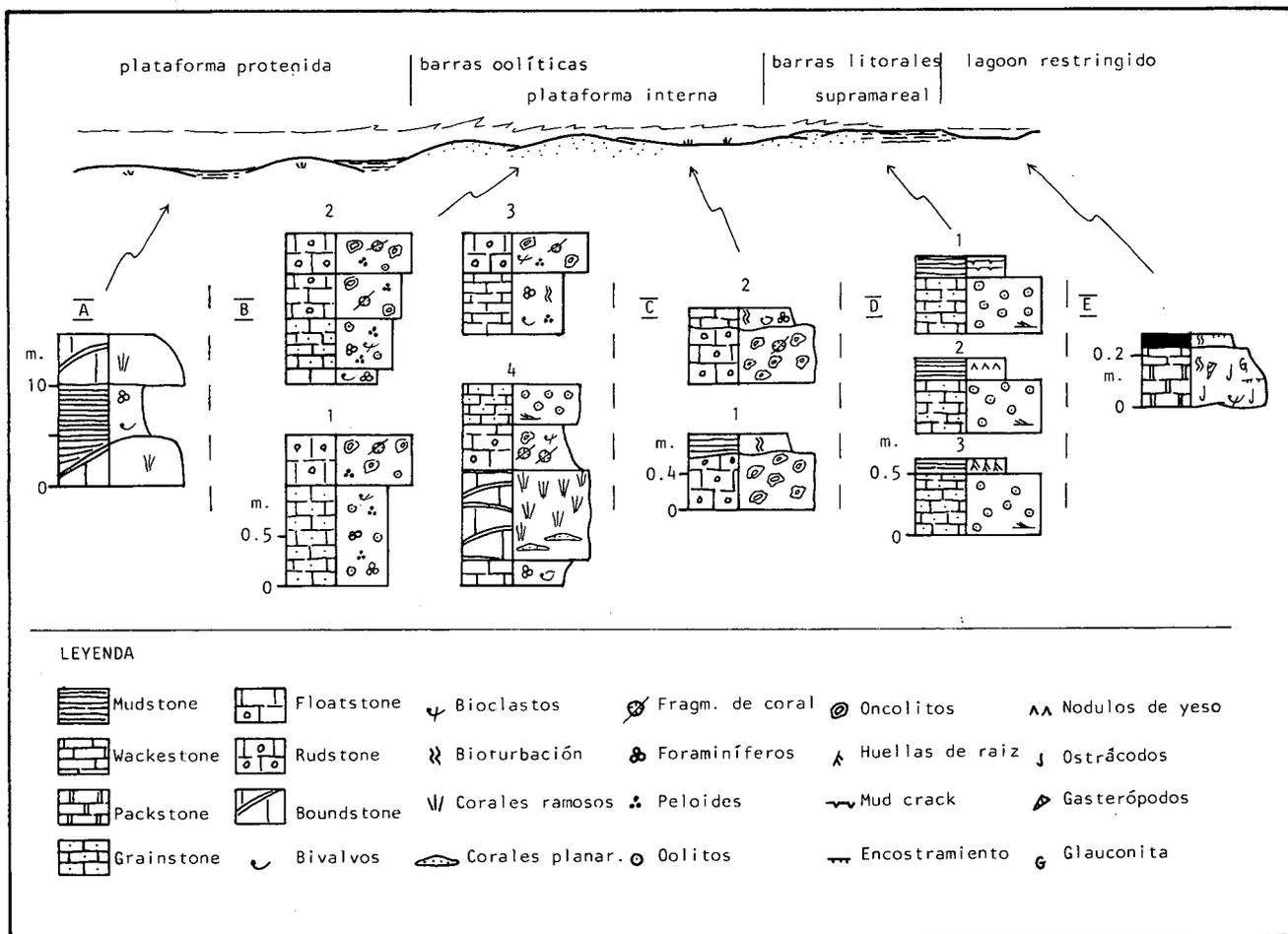


Figura 2.- Secuencias de facies

Figure 2.- Facies sequences.

podrían generarse en condiciones más distales, en zonas externas de la plataforma, bajo un régimen hidrodinámico bajo.

### Secuencias de lagoon algal

Están constituidas por un término inferior de alta energía de *rudstone* oncolítico, y otro superior de menor energía en facies de *mudstone* dolomitizado (secuencia 1, fig. 2C), o en facies de *wackestone* de fósiles intensamente bioturbado (secuencia 2, fig. 2C). Los términos de mayor contenido en lodo micrítico corresponden a las zonas de mínima agitación del medio, dentro del *lagoon*, intensamente colonizado por algas.

En este medio puede haber un importante crecimiento de *patch reef*, con génesis de secuencias similares a las descritas anteriormente (fig. 2B, 4), preferentemente en zonas próximas al desarrollo oolítico litoral.

### Secuencias litorales oolíticas

Contienen un término inferior de *grainstone* oolítico: los oolitos están bien clasificados (de 0.5 a 1 mm de diámetro), y a veces se encuentran agregados. Son abundantes los bioclastos y foraminíferos; la matriz está ausente, y el cemento es esparítico. Presentan acuñaientos de capas, formas lenticulares y estratificaciones cruzadas, a pequeña y gran escala. La secuencia 1 (fig. 2D) es el paso a *mudstone*, a veces afectado por *mud-cracks*, depositado en zonas de muy baja energía, entre las barras oolíticas. La secuencia 2 (fig. 2D) presenta nódulos de yeso de posible origen primario en el lodo micrítico, debido a la progradación de las áreas hipersalinas supramareales (*sebkhas*) por efecto de la somerización. La secuencia 3 (fig. 2D) intercala niveles de caliches, generadas por la restricción del medio.

El ambiente es litoral, con zonas batidas por el oleaje y las corrientes, y otras de sedimentación tranquila entre las barras oolíticas. Este *oolite shoal*, se generó en zonas muy someras de alta energía hidrodinámica, con formación de bajíos, playas y barras de marea (Wilson, 1975).

### Secuencias de lagoon restringido

Son secuencias de somerización y pérdida de energía (fig. 2E), que afectan a las facies de *wackestone* a *packstone* de ostrácodos. Son frecuentes las acumulaciones bioclásticas canalizadas en la base de estas secuencias, que son irregulares o canaliformes, por efecto de las marejadas. El techo está bioturbado y ferruginizado, con concentraciones de granos de glauconita, lo que muestra una disminución e incluso detención de la sedimentación. Corresponden a un medio de *lagoon* restringido, de condiciones salobres, como muestran además las asociaciones de fósiles presentes.

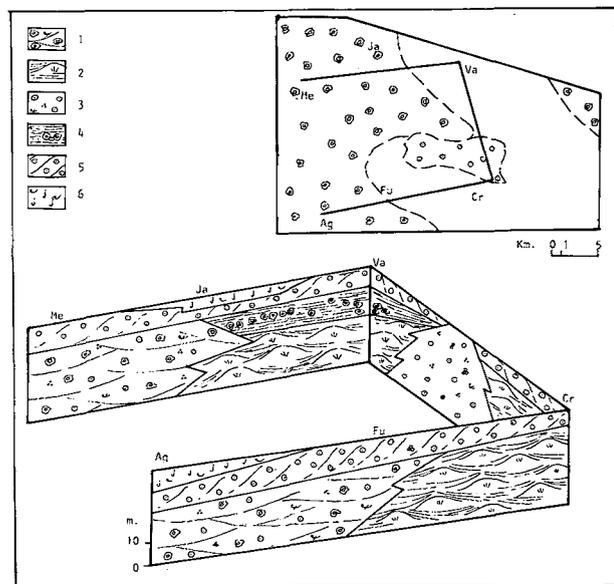


Figura 3.- Distribución espacial de facies. 1. Plataforma interna agitada. 2. Plataforma interna protegida. 3. Barrera oolítica. 4. Lagoon algal. 5. Litoral. 6. Lagoon restringido. Me: Mezalocha, Ja: Jaulín, Va: Valmadrid, Fu: Fuendetodos, Ag: Aguilón, Cr: Cruz.

Figure 3.- Facies distribution. 1. Inner shelf (high energy). 2. Inner shelf (low energy). 3. Oolitic barrier. 4. Algal lagoon. 5. Coastal. 6. Restricted lagoon. Me: Mezalocha, Ja: Jaulín. Va: Valmadrid, Fu: Fuendetodos, Ag: Aguilón, Cr: Cruz.

### DISTRIBUCIÓN DE FACIES

La figura 3, muestra un esquema general de distribución de facies y secuencias para la Formación Higuieruelas en el sector de estudio. La gran variedad de ambientes y subambientes en esta formación dificulta la elaboración de un esquema general que los distribuya correctamente. Estos esquemas se han realizado a partir de la correlación horizontal de los perfiles levantados, además de numerosos puntos de observación complementarios.

Los cinco ambientes definidos a partir del estudio secuencial se superponen, desde medios submareales a *lagoon* restringido. La parte inferior está dominada por la sedimentación en una plataforma interna submareal somera, bien oxigenada, con desarrollo de una intensa actividad biológica. En el sector occidental (fig. 3) dominan los montículos oncolíticos, en un medio de alta energía. En el sector oriental aparecen montículos de fango con corales, que indican una escasa agitación del medio: la protección del medio estaría condicionado por la aparición de depósitos oolíticos y peletoidales en el sector central (fig. 3), con potencias superiores a los 40 m. Estos actuarían de barreras, protegiendo el medio. También serían responsables de la creación del *lagoon* algal, desarrollado en el sector oriental.

### Las bioconstrucciones

Los montículos de fango, retenido por la actividad algal y efecto *baffle* de los corales, ocupan una gran extensión en la zona de estudio. La figura 4 muestra un resumen de sus características para distintos sectores.

En el sector oriental constituyen la mayor parte de la Formación Higuieruelas. Se trata de estructuras de tipo *mud mound*, desarrollados en zonas protegidas, de mínima energía. Se han estudiado con detalle en los perfiles de Valmadrid y de Cruz. En Valmadrid la geometría del depósito y la textura están bastante enmascaradas por la dolomitización. Sin embargo, es patente la presencia de masas lenticulares (biohermos) que se superponen, formando un conjunto masivo de hasta 40 m de potencia. El contenido en micrita es alto, y los corales son más abundantes en las partes superiores de los biohermos.

El perfil de Cruz ha permitido unas condiciones de observación más favorables. En la base, los biohermos de 10 a 20 m están superpuestos, mostrando una migración lateral del conjunto. Sobre ellos aparecen biohermos de gran continuidad lateral y potencias de hasta 10 m, inmersos en una sedimentación micrítica domi-

nante. La observación de los organismos constructores se ve favorecida, en algunos casos, por una silicificación y meteorización selectiva. En otros puntos, la dolomitización dificulta la observación de la textura. Domina el lodo micrítico, retenido en gran medida por la actividad algal, y los corales coloniales ramosos.

En el sector occidental, sobre las facies oncolíticas con que se inicia la Formación Higuieruelas, y antes de pasar a la sedimentación oolítica, es frecuente la observación de masas bioconstruidas, tipo biohermo o biostromo. A diferencia de los ejemplos anteriores, se trata de *patches* generados en medios de energía moderada a alta, con una intensa colonización coralina (*boundstone* de corales). Un buen ejemplo de biohermo se ha estudiado en el perfil de Aguilón. Se trata de una masa lenticular aislada de hasta 9 m de potencia, de escasa continuidad lateral. El techo y los flancos son altamente bioclásticos, con estratificación cruzada sobre el núcleo arrecifal. Los biostromos están bien representados en la parte terminal del perfil de Mezalocha, donde aparecen cuerpos estratiformes de 1.5 a 2 m de potencia, con una colonización muy alta de corales ramosos en posición de vida. Pasan directamente a bancos oolíticos con niveles de caliches.

#### La plataforma interna de alta energía

En un primer estadio, durante el crecimiento de *mud mounds* en el sector oriental, tiene lugar un intenso desarrollo algal y oolítico. La energía del medio debió de ser alta pero insuficiente para lavar, en muchos casos, todo el lodo micrítico. Se generan una serie de *shoals* oncolíticos, con migración lateral y superposición a lo largo de la plataforma, en condiciones submareales.

En el sector central, y en condiciones más someras, se desarrollan una serie de barras oolíticas, con un intenso lavado del lodo micrítico, generando posibles islas barrera, relacionadas con la protección del medio que supondría el desarrollo contemporáneo de biohermos coralinos en el sector oriental, a ambos flancos de esta barrera (fig. 3).

#### Estadio regresivo final

Sobre los sedimentos submareales someros con que se inicia la Formación Higuieruelas se depositan, sucesivamente, sedimentos de *lagoon* algal, litorales y, en algunos puntos, de *lagoon* restringido, que marcan el fin de la sedimentación marina carbonatada jurásica. Los sedimentos de *lagoon* algal en facies oncolíticas y de mudstone, tienen un máximo desarrollo en el sec-

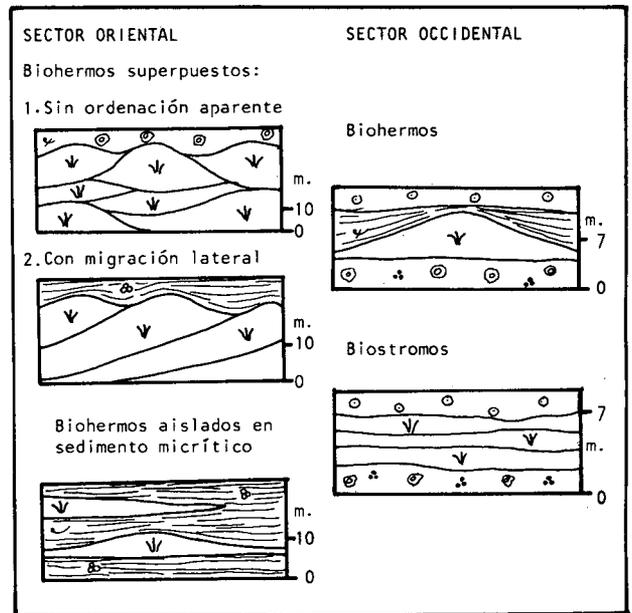


Figura 4.- Características de las bioconstrucciones

Figure 4.- Bioconstruction characteristics.

tor nororiental (fig. 3); contemporáneamente tiene lugar el crecimiento de biohermos y biostromos en el sector occidental, producto de un desplazamiento hacia el NW de las formaciones bioconstruidas, y de la barrera oolítica en el sector central, probablemente responsable de la creación del *lagoon*.

Es muy característica la presencia de barras oolíticas litorales a las que siguen, en algunos puntos, depósitos de *wackestone-packstone* de ostrácodos, depositados en un *lagoon* restringido discontinuo, creado a expensas de las barras oolíticas litorales, y con episodios de tempestades. En otros puntos se detectan desarrollos supramareales, con caliches y posibles nódulos de yeso, presumiblemente en un ambiente de *sebkha* costera.

#### CONCLUSIÓN: EVOLUCIÓN SEDIMENTOLÓGICA

Sobre la ruptura sedimentaria detectada a techo de la Formación Loringuilla se deposita la Formación Higuieruelas. Esta implica una reestructuración de la plataforma, con creación de nuevos ambientes y cambio muy neto en las condiciones y tipo de la sedimentación.

Constituye un ciclo regresivo, con desarrollo dentro de la plataforma interna. En primer lugar y en condiciones submareales, tiene lugar el desarrollo de *mud-mounds* coralinos en zonas protegidas, y de *mound oncolíticos-oolíticos* en zonas de alta energía. Estos *mounds* pueden crear ambientes de *lagoon*, con importantes colonizaciones algales. En zonas litorales tiene lugar un importante desarrollo oolítico (*oolite shoal*) que generan un *lagoon* discontinuo colonizado por ostrácodos. Se han identificado, a techo de esta formación, desarrollos supramareales (caliches, nódulos de yeso), presumiblemente en un ambiente de *sebkha* costera.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AURELL, M., 1986: *Sedimentología del Jurásico superior en facies carbonatadas en la región de Muel-Belchite*. Tesis de Licenciatura. Univ. de Zaragoza, 100 p. (Inédito).
- BENKE, K., DURKOOP, A., ERRENST, CH. y MENSINK, H., 1981: Die Korallenkalke im Oberjura der nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien). *Facies*, 4: 27-94.
- BULARD, P.F., 1972: *Le Jurassique Moyen et Superieur de la Chaîne Iberique sur la bordure du Bassin de l'Ebre (Espagne)*. These Doct. Fac. Sci. Univ. Nice, 352 p. (public. restring).
- GINER, J., 1980: *Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de los Catalánides, Maestrazgo y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral. Dpto. de Geología. Univ. de Barcelona. 316 p. (Inédito).
- GINER, J. y BARNOLAS, A., 1979: Las construcciones arrecifales del Jurásico Superior de la Sierra de Albarracín. *Cuad. Geol.*, 10: 73-82.
- GÓMEZ, J.J., 1979: El Jurásico en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Sem. Estrat., Ser. Monograf.* 4, 683 p.
- GÓMEZ, J.J. y GOY, A., 1979: Las unidades litoestratigráficas del Jurásico medio y superior del sector levantino de la Cordillera Ibérica. *Est. Geol.*, 35: 569-598.
- JAMES, N.P., 1979: Shallowing-upward Sequences in Carbonates. In Walker, ed. *Facies Models*, 10, pp. 145-157. Geoscience Canada, Ontario.
- MARTÍN, J.M. y FERNÁNDEZ, J., 1985: Desarrollo y evolución de un pequeño sistema de barras oolíticas en el Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica. Cortejo de facies asociada. *Trabajos de Geología*, 15: 115-126.
- WILSON, J.L., 1975: *Carbonate facies in Geologic History*. New York, Springer-Verlag, 471 p.