

# *Origen y desarrollo de los montículos de esponjas y algas del Bajociense superior de Ricla (Cordillera Ibérica Septentrional)*

ROMEO BERSÁN y MARCOS AURELL

*Dpto. Ciencias de la Tierra (Estratigrafía),  
Univ.de Zaragoza. 50.009 -Zaragoza.*

## RESUMEN

Los afloramientos del Bajociense de Ricla (Cordillera Ibérica septentrional) incluyen una amplia variedad de facies carbonatadas depositadas entre los dominios proximales-distales de una plataforma carbonatada. Dichas facies se disponen en secuencias estrato y granocrecientes, que se han interpretado como secuencias de somerización. A techo de algunas de ellas se han reconocido varios tipos de bioconstrucciones de esponjas y algas. Tras establecer la situación que ocupan las bioconstrucciones en la plataforma carbonatada, se han determinado las condiciones existentes en el medio que favorecieron su instalación. A partir del análisis detallado de las microfacies de los niveles bioconstruidos se ha evidenciado la existencia de una zonación interna de facies, que se ha empleado para modelizar la génesis y posterior crecimiento de cada montículo. Por otra parte, las variaciones observadas en el estudio geométrico de los niveles bioconstruidos, se han utilizado para interpretar su desarrollo e integrarlos en el contexto de somerización continuada que sufre la plataforma carbonatada al final del Bajociense.

**Palabras clave:** bioconstrucciones de esponjas y algas, secuencias de somerización, plataforma carbonatada, Bajociense, Cordillera Ibérica.

## ABSTRACT

The Bajocian outcrops located near Ricla (northern Iberian Chain) include a wide spectrum of carbonate facies, which were deposited between the proximal and the distal domains of a shallow carbonate platform. These fa-

cies are arranged in a set of coarsening and thickening upward sequences, i.e. shallowing-upward sequences. Different types of sponge and algae buildups occur at the top of some of these sequences. The sedimentological analysis of the Bajocian allows to locate the sponge-algal buildups into the carbonate platform, and enables to understand the dynamic conditions of the environment which involved the occurrence of these buildups. The facies analysis of the levels with buildups has shown a zonation, which allows to establish a genetic and growth buildup model. Furthermore, the geometry of the different types of buildups can be used to understand their evolution, and all these characteristics can be integrated in the regional shallowing continued trend in the basin at the Upper Bajocian.

**Key words:** sponge-algal reef-mound, shallowing-upward sequences, carbonate platform, Bajocian, Iberian Chain.

## INTRODUCCIÓN

La sedimentación durante el Bajociense (Jurásico medio) en la cuenca Ibérica fue muy irregular y tuvo lugar en una serie de cuencas intracratónicas, que generalmente estuvieron cubiertas por un mar epicontinental de escasa profundidad (Fernández López, 1985). En determinados sectores de la plataforma predominaron las facies con esponjas. Estos organismos, en asociación con las algas, promovieron el crecimiento de bioconstrucciones de dimensión variable. Las facies con esponjas del Bajociense han sido el objeto de diversos trabajos (Giner y Barnolas, 1980; Fernández López, Gómez y Ureta, 1988; Fernández López y Aurell, 1988; Deusch *et al.*, 1990; Friebe, 1995).

Las excelentes condiciones de afloramiento que presentan los materiales del Bajociense de las proximidades de Riela (provincia de Zaragoza), permiten estudiar en detalle una serie de bioconstrucciones de esponjas y algas a lo largo de un frente de más de 7 km de extensión. En la Fig. 1 se muestra la cartografía del nivel que incluye estas bioconstrucciones, así como los cuatro puntos donde se han realizado perfiles estratigráficos y sedimentológicos. El perfil más meridional, localizado en las proximidades del río Jalón, fue estudiado por Fernández López y Aurell (1988) y Aurell y Meléndez (1988). En estos trabajos, además de realizar una división bioestratigráfica del Bajociense basada en las diferentes asociaciones registradas de ammonoideos, se ofrecen unos primeros resultados sedimentológicos.

El propósito del presente trabajo es establecer las condiciones del medio de sedimentación que permitieron el emplazamiento y evolución de los montículos de esponjas y algas. Las columnas sedimentológicas realizadas y su correlación a partir del estudio de numerosos puntos intermedios, ha permitido definir la tendencia evolutiva de la sucesión bajociense y situar en un ambien-

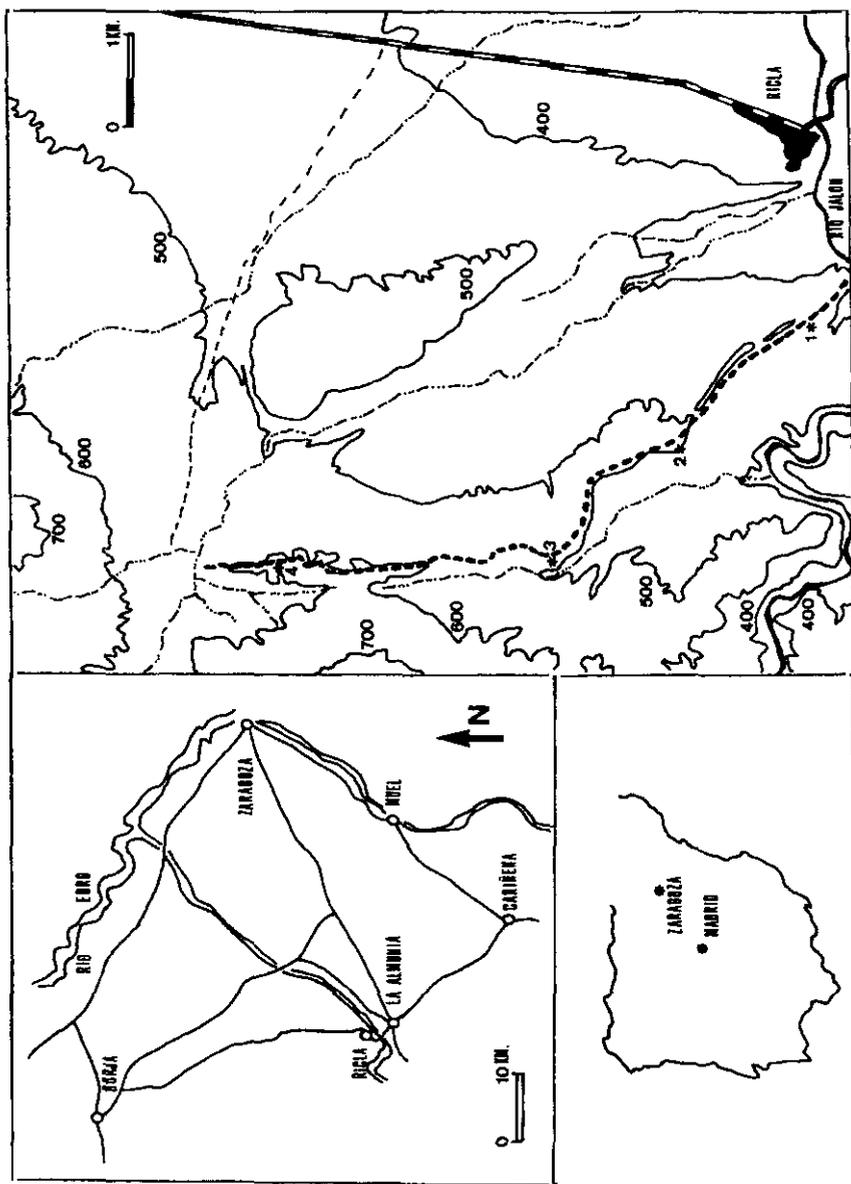


Fig. 1.—Situación geográfica con localización de los perfiles estudiados. En línea de trazos discontinuos se muestra la cartografía del nivel que incluye los montículos de esponjas y algas (tramo 3).

Fig. 1.—Geographical setting, indicating the location of the studied sections. The dashed line shows the cartographic level which includes the sponge-algal mounds (unit 3).

te sedimentario los niveles que incluyen los montículos de esponjas y algas. La geometría y las microfácies de estos montículos se han estudiado en detalle en una serie de afloramientos a partir de montajes fotográficos, de secciones púlidas y de láminas delgadas. Estos datos han permitido establecer un modelo sobre su origen y desarrollo, que puede ser útil para la interpretación sedimentológica de otras bioconstrucciones similares.

## DESCRIPCION DE LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA

En la Fig. 2 se muestra la correlación de las cuatro columnas estratigráficas realizadas y las secuencias sedimentarias más características en cada uno de los cuatro tramos diferenciados. La edad de estos tramos está basada en los datos de Fernández López y Aurell (1988). A continuación se explican sus características más relevantes:

**Tramo 1:** Los materiales de las *Biozonas Discites a Humpresianum* pp. (Bajociense inferior) constituyen este tramo, que se reconoce en el campo porque da un marcado resalte topográfico en el relieve. Está representado por 18-30 m de calizas micríticas y biomicríticas dispuestas en capas de 25 a 50 cm de espesor. Las superficies de estratificación son de bases planas que dan un aspecto tabular y masivo a los estratos. A la base del tramo se ha encontrado una estructura canaliforme con una base erosiva y dimensiones métricas. En este tramo las litofacies se ordenan formando secuencias estrato y granocrecientes de 1 a 4 m de potencia, coronadas por superficies ferruginizadas con concentraciones de bioclastos y estructuras de bioturbación tipo *Zoophycos*. Predominan las mudstones hacia a base de la secuencia, mientras que a techo ocasionalmente la textura llega a ser tipo *packstone*. Las facies presentan una relativa escasez de fósiles de ammonites, bivalvos, crinoides, braquiópodos, filamentos de *Bositra*, equinodermos y foraminíferos (*Lenticulina* sp., *Nodosaria* sp., *Spirillina* sp. y Textuláridos).

**Tramo 2:** Comprende la parte superior de la *Biozona Humpresianum*, la *Biozona Niortense (Subfurcatum)* y la mitad inferior de la *Biozona Garantiana*. Está representada por aproximadamente 20 m de una alternancia de margas y calizas biomicríticas, en capas de 10 a 30 cm. Las superficies de estratificación son onduladas y dan a los estratos un aspecto noduloso. El tramo en su conjunto se encuentra bastante cubierto y contiene abundantes estructuras de bioturbación tipo *Zoophycos*. El tramo alternante marga-caliza se dispone formando secuencias granocrecientes. En la superficie superior pueden encontrarse pátinas ferruginosas y concentraciones de intraclastos y la textura puede llegar a ser tipo *grainstone*. El paso de un término a otro se hace de forma gradual. Cada secuencia tiene una potencia aproximada de 0,5 m. La proporción marga/caliza es de 1/1. Los macrofósiles son abundantes y se reconocen braquiópodos, bivalvos, ammonites, belemnites y, en ocasiones, espongiarios.

**PERFIL 1**

**PERFIL 2**

**PERFIL 3**

**PERFIL 4**

**TRAMO 1**

**TRAMO 2**

**TRAMO 3**

**TRAMO 4**

**LITOTIPIA**

BIOTURBACION  
ZOOPHYCOS  
SRM SUPERFICIES DE REMOVLIZACION

**FOSILES**

espículas  
espongiarios  
equinodermos  
filamentosos  
foraminíferos  
bivalvos  
ammonites  
belemnites

**LITOTIPIA**

margas (m)  
mudstone (M)  
wackestone (W)  
wackestone-packstone (W-P)  
boundstone (B)

0 10 20

Fig. 2.—Correlación de las cuatro columnas estratigráficas levantadas. La división biostratigráfica de la columna 1 está tomada de Fernández López y Aurell (1988). Además se muestran las secuencias más características reconocidas en los cuatro tramos diferenciados.

Fig. 2.—Correlation of the four stratigraphic sections. Biostratigraphic units indicated in section 1 taken from Fernández-López and Aurell (1988). The more significant sequences recognized in each unit are also indicated.

**Tramo 3:** Comprende la parte media de la *Biozona Garantiana*. Está formado por 6-7 m de calizas biomicríticas, biointramicríticas y biopelmicríticas, en capas de 10 a 40 cm y margas de hasta 10 cm de espesor. Las superficies de estratificación son onduladas, que ocasionalmente dan un aspecto noduloso a los estratos. Además el tramo incluye calizas masivas correspondientes a los montículos de esponjas y algas. Se encuentran una amplia variedad de facies que se agrupan en secuencias alternantes de calizas y margas, de 2 a 3 m de potencia y de carácter estratocreciente para el término calizo. La parte basal de la secuencia la constituyen las margas; la parte intermedia la forman la alternancia de margas y calizas biomicríticas; y en la parte superior, en relación con el desarrollo de los montículos, se localizan las facies relacionadas con los mismos. En la superficie superior pueden encontrarse acumulaciones de bioclastos. El paso de un término a otro se hace de forma neta.

**Tramo 4:** Esta unidad está constituida por la parte superior de la *Biozona Garantiana* y la *Biozona Parkinsoni* del Bajociense superior y se reconoce fácilmente en el campo por formar otro claro resalte topográfico. Está representado por 20-25 m de calizas intramicríticas y intrabiomicríticas, en capas de 30 a 80 cm. de espesor. Las superficies de estratificación son planas y dan un aspecto tabular al tramo. Estas facies se agrupan en bancos de 1,5 a 4 m de potencia, cada uno de los cuales forma una secuencia de carácter grano y estratocreciente variando la potencia de los estratos calizos entre 30-50 cm en la base de la secuencia y 50-80 cm hacia su techo. La secuencia adquiere un aspecto masivo hacia su techo y la bioturbación es escasa. En la parte superior pueden encontrarse acumulaciones de espongiarios, en ocasiones en posición de vida, pero con escaso desarrollo de corteza microbiana, que pueden llegar a formar estructuras biostromales. En la superficie superior a menudo se observa ferruginización de bioclastos. El paso de un término a otro se hace de forma gradual.

## LAS BIOCONSTRUCCIONES DE ESPONJAS Y ALGAS

### ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Hemos utilizado el término de bioconstrucciones de esponjas y algas en un sentido amplio para los niveles donde los restos de esponjas son los microfósiles autóctonos dominantes. Se han podido diferenciar dos niveles de montículos en el tramo 3 y otro tipo de bioconstrucción en el tramo 4, que a continuación pasamos a describir desde los puntos de vista macroscópico, mesoscópico y microscópico (Kennard y James, 1986).

Las bioconstrucciones del nivel inferior del tramo 3 (Fig. 3) se corresponden con trombolitos con esponjas (*siliceous-sponge bearing thrombolites* o *thrombolites with siliceous sponges*, según Leinfelder *et al.*, 1993). Su grado

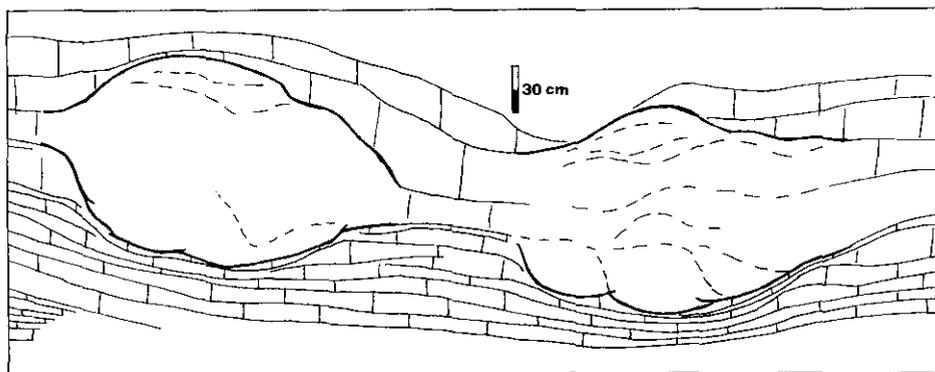


Fig. 3.—Esquema realizado a partir de fotografías, que muestra un ejemplo con bioconstrucciones del nivel inferior del tramo 3.

Fig. 3.—Example illustrating the distribution of bioconstructions in the lower level of unit 3, reconstructed from photos.

de organización es del tipo biohermo complejo, cuyo crecimiento se realiza mediante la coalescencia lateral y vertical de los lentejones biohermales simples, favoreciendo la expansión con una componente agradacional o vertical del conjunto. Normalmente tienen un tamaño longitudinal de 1-4 m y vertical de hasta 2 m. Su fábrica mesoscópica es masiva-no laminada; contienen espongiarios en proporciones variables las morfologías cilíndricas y cónicas son tan frecuentes como las de tipo plato y disco. La textura microscópica del núcleo de la bioconstrucción es una micrita grumosa-peloidal (textura trombolítica). El porcentaje medio de fósiles es del 14% frente al 78% de micrita.

En el nivel superior del tramo 3 (Fig. 4) se encuentra una sucesión de capas con una mayor densidad de montículos. En este caso se trata de trombolitos de esponjas (*siliceous-sponge/microbial-crust mudmounds* o *sponge-crust mudmounds*, según Leinfelder *et al.*, 1993). Respecto al grado de organización pueden encontrarse tanto biohermos simples (montículos de morfología lenticular y columnar), como complejos biohermales, cuyo crecimiento se realiza mediante la coalescencia lateral de los lentejones biohermales simples, con predominio de la componente progradacional o lateral del conjunto. Su tamaño es menor respecto al nivel inferior, tanto longitudinal (de hasta 1,5 m) como vertical (menores a 1 m). Desde el punto de vista mesoscópico, tienen una fábrica masiva, parcialmente grumosa-no laminada (fábrica trombolítica); poseen espongiarios en cantidades abundantes y además existe un predominio de los espongiarios de morfologías de disco y plato, así como un apreciable aumento de tamaño de éstos hacia los niveles más superiores. En cuanto a su textura microscópica, sigue siendo una micrita grumosa-peloidal, pero desciende la cantidad de micrita, con un porcentaje de fósiles del 16% y el 63% de micrita.

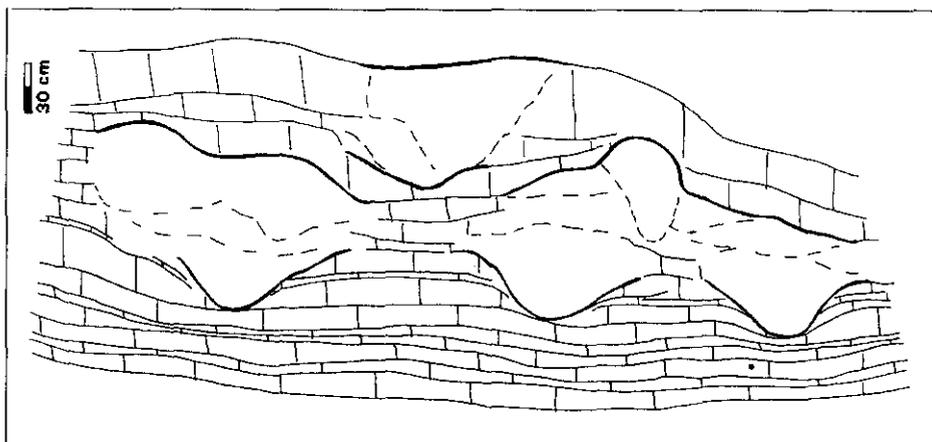


Fig. 4.—Esquema realizado a partir de fotografías, que muestra un ejemplo con bioconstrucciones del nivel superior del tramo 3.

Fig. 4.—Example illustrating the distribution of bioconstructions in the upper level of unit 3, reconstructed from photos.

En el tramo 4 se reconocen a menudo estratos que se corresponden con praderas de esponjas (*siliceous-sponge meadows*, según Leinfelder *et al.*, 1993). En relación con el grado de organización son biostromos de morfología tabular, cuyo desarrollo vertical no supera los 40 cm. La fábrica mesoscópica se corresponde con una caliza masiva, la fauna bentónica está dominada por esponjas silíceas, cuyas morfologías de disco y plato presentan una mayor frecuencia. Su textura es un *bafflestone-bindstone* de espongiarios, pero la corteza microbiana se encuentra subordinada; y sigue descendiendo la cantidad de micrita, con un porcentaje de fósiles del 26% mientras la micrita representa el 58% de la facies.

#### ANÁLISIS DE FACIES: ZONACIÓN DE LOS MONTÍCULOS

Con el objeto de establecer las condiciones que determinaron la génesis y evolución de cada bioconstrucción individual, se ha efectuado el análisis sedimentológico detallado de los niveles bioconstruidos del tramo 3. Dicho estudio ha evidenciado la existencia de una serie de facies que se pueden agrupar de la siguiente manera (Fig. 5):

1. *Facies intermontículo*: son los niveles que se observan entre dos montículos cercanos y que se corresponden con calizas biomicríticas o intrabiomicríticas (*wackestone*, localmente *packstone*), en estratos tabulares de espesor variable, por lo general de 20 a 40 cm. Los fósiles (bivalvos, ammonites, belemnites y espongiarios) y los microfósiles (filamentos de *Bositra*, equinoder-

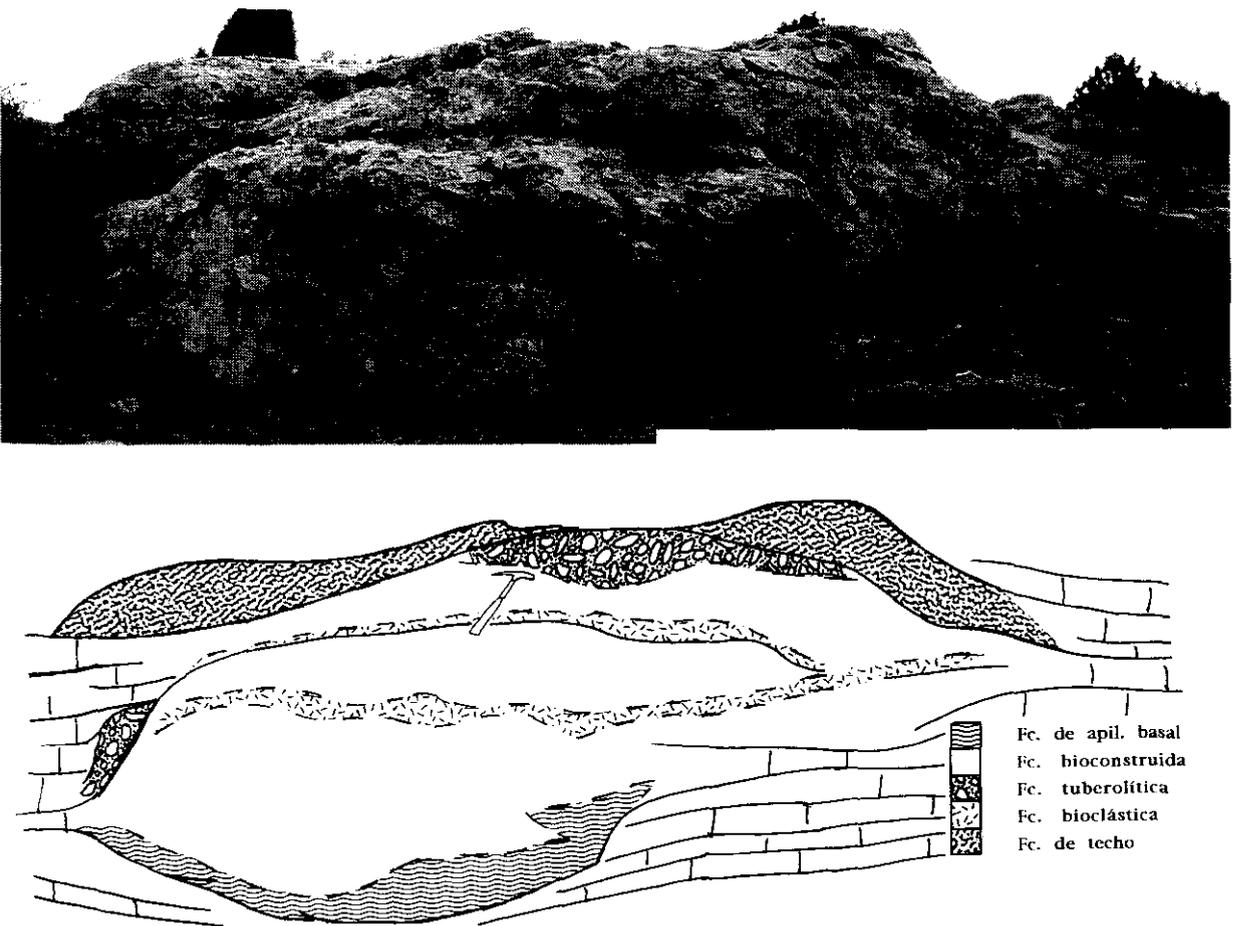


Fig. 5.—Ejemplo de una bioconstrucción del nivel inferior del tramo 3. Se han diferenciado con distintas tramas los tipos de facies reconocidos en el interior del montículo.

Fig. 5.—Example of a building in the lower level of unit 3. The distinguished types of facies of the interior of the mound are shown with different patterns.

mos, gasterópodos y foraminíferos: *Nodosaria sp.*, *Lenticulina sp.*, *Dentalina sp.*, *Astacolus sp.* y Textuláridos) son abundantes, al igual que los intraclastos (bien clasificados, redondeados y de textura *mudstone* con fósiles). Los tuberoides y peloides suelen ser frecuentes. En ocasiones los granos esqueléticos y no esqueléticos forman una disposición orientada, que otras veces desaparece debido a las abundantes estructuras de bioturbación tanto de tipo *Zoophycos*, como *Fodichnia*. Su depósito tuvo lugar en los flancos de los montículos donde se redepositan restos de organismos e intraclastos pertenecientes a la bioconstrucción, durante etapas de mayor energía en el medio.

2. *Facies intramontículo*: las facies diferenciadas dentro de los montículos bioconstruidos se pueden asociar según las tres etapas de crecimiento descritas por Wilson (1975) para los montículos carbonatados (*carbonate mounds*).

2.1. *Facies de apilamiento basal*: Incluyen un estadio inicial de colonización por un tapiz algal sobre un sedimento grosero previamente acumulado, que contiene abundantes restos de espongiarios. Se trata de calizas *bindstone* biomicríticas y micritas con fósiles localizadas en la base de los montículos, en un nivel de aspecto masivo y de superficies irregulares, de alrededor de 10 cm de espesor. Dicho nivel presenta una morfología ondulada originada por los procesos diagenéticos y de compactación diferencial. La microfacies la constituye una masa de micrita de aspecto grumoso (textura *mudstone-wackestone* bioclásticas) que se debe al desarrollo de algas verde-azules (tipo *Angulocellularia sp.*). Entre los frecuentes microfósiles se pueden reconocer filamentos de *Bositra*, espículas de esponjas, equinodermos y foraminíferos. En estas facies son frecuentes los tuberoides y peloides.

2.2. *Facies de núcleo*: se trata de la parte central del montículo y en la que se pueden diferenciar a su vez varias subfacies.

a. *Facies bioconstruida*: Sobre la facies de apilamiento basal se encuentra la facies bioconstruida propiamente dicha, que está formada por las esponjas (*Hexactinellidae* y *Lithistidae*) y cortezas microbianas. Las cortezas microbianas (Leinfelder *et al.*, 1993) están constituidas por la asociación de algas verde-azules con los organismos epizoarios que se desarrollan sobre ellas (foraminíferos incrustantes y serpúlidos). Son muy frecuentes las perforaciones biogénicas sobre estas cortezas. Además, la facies contiene cantidades variables de tuberoides y filamentos de *Bositra*. Estos componentes confieren a la facies una textura de aspecto grumoso-peloidal, producto del crecimiento de las algas. En conjunto se trata de calizas masivas con texturas de *baflestone-bindstone*.

b. *Facies tuberolítica*: Parte del núcleo de la bioconstrucción está formado además por una facies de *wackestone* a *packstone*, que incluye una mayor concentración de tuberoides de diferentes tipos (fragmentos del esqueleto de los espongiarios o de la corteza microbiana, Fritz, 1958), formados en periodos de mayor energía. Esta facies también se puede acumular en los flancos del montículo a favor de la mayor pendiente de éstos.

c. *Facies bioclástica*: El crecimiento del montículo puede sufrir breves in-

terrupciones que quedan registradas en finos niveles bioclásticos e intraclásticos intercalados en su núcleo. Esta facies contiene abundantes fósiles, normalmente visibles sólo en la microfacies y en la que se pueden encontrar filamentos de *Bositra*, equinodermos, gasterópodos, espículas de esponja y foraminíferos (*Lenticulina sp.*, *Nodosaria sp.*, *Spirillina sp.*, *Dentalina sp.*, *Astacolus sp.* y Textularidos)

2.3. Facies de techo: Se encuentra en la parte superior del montículo, presentando una concentración anómala de espongiarios y una disminución notable de la importancia de la corteza microbiana. Suelen aparecer superficies endurecidas asociadas o *hardgrounds* incipientes, que se relacionan con la interrupción del crecimiento del montículo.

## INTERPRETACIÓN

### EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA DEL BAJOCIENSE DE RICLA

El análisis de las asociaciones de facies del Bajociense de Ricla permite establecer la evolución vertical de la sucesión. Nuestros resultados coinciden con los presentados previamente en el trabajo de Fernández López y Aurell (1988). En conjunto, la serie sedimentaria del Bajociense se interpreta como un ciclo sedimentario transgresivo-regresivo de tercer orden (Aurell y Melendez, 1988).

Las secuencias encontradas en el tramo 1 se interpretan como secuencias de somerización formadas en ambientes de plataforma carbonatada somera y restringida, con escasa agitación, como indica la proporción entre la micrita y los escasos restos fósiles (bivalvos y equinodermos). Los niveles de removilización son indicativas de incrementos locales de la energía hidrodinámica. Las estructuras canaliformes a techo de las secuencias se interpretan como cicatrices erosivas (*scar*), que indican cierta inestabilidad en la plataforma.

Tras una importante discontinuidad sedimentaria, reconocida a escala de toda la cuenca Ibérica (Fernández López, 1985), en la base del tramo 2 se produce un cambio del medio hacia condiciones más abiertas, con desarrollo de faunas pelágicas y salinidad normal (ammonites, belemnites y braquiópodos). La alternancia margo-caliza de este tramo se corresponden a las facies distales de la plataforma, que también se ven afectados localmente por procesos de removilización debidos al paso de tormentas.

El tránsito hacia los niveles del tramo 3 se realiza de forma gradual y muestra una tendencia de progresiva somerización en la plataforma. A partir de este momento la sedimentación se llevó a cabo en llanuras submareales de mayor energía que en las etapas anteriores. En este sentido, las secuencias descritas en el tramo 3 y a cuyo techo encontramos los niveles bioconstruidos, se desarrollan en la zona de transición entre los dominios distales (tramo 2) y

proximales (tramo 4) de la plataforma. Las secuencias del tramo 4, también se han interpretado como de somerización y son propias de dominios más proximales de la plataforma.

#### FACTORES DE CONTROL EN EL EMPLAZAMIENTO DE LAS BIOCONSTRUCCIONES

Las bioconstrucciones crecen en la zona fótica, como indica el considerable desarrollo de las cortezas microbianas. Aunque estas cortezas microbianas se consideran euribatimétricas, la ausencia de estructuras sedimentarias indicadoras de oleaje y la presencia de niveles de removilización, tanto en la facies intermontículo como en la del montículo, sitúan a las bioconstrucciones por debajo del nivel normal del oleaje y por encima del nivel de base de tormentas. Por otra parte, la litificación temprana que sufre la corteza microbiana, evidenciada por la abundancia de perforaciones biogénicas y la presencia de fauna incrustante (foraminíferos y serpúlidos), es coherente con esta paleobatimetría (Leinfelder, 1993).

A pesar de que las cortezas microbianas presentan un carácter eurihalino, en este caso crecen en medios abiertos con salinidad normal, según muestra la asociación faunística típicamente estenohalina (ammonites, belemnites y equinodermos). El principal requisito para la aparición y permanencia de cortezas microbianas, y por lo tanto, para el desarrollo de niveles bioconstruidos, es un régimen de tasas de sedimentación bajas o casi nulas, debido a su lenta capacidad de crecimiento (Leinfelder, 1993). En el Bajociense de Riecla, los niveles bioconstruidos se encuentran a techo de secuencias estratocrecientes y de somerización. Secuencias semejantes han sido descritas en el Jurásico medio de la Cordillera Ibérica por Gómez y Fernández López (1994). Estos autores muestran que las tasas de sedimentación son mínimas hacia el techo de estas secuencias. Esta observación es coherente con la ubicación de los montículos de esponjas a techo de las secuencias estratocrecientes.

Además, estas bajas tasas de sedimentación pueden estar reforzadas por el emplazamiento de los niveles bioconstruidos en torno al límite entre la tendencia transgresiva-regresiva del Bajociense superior. Estos cambios de polaridad batimétrica se relacionan generalmente con descensos en las tasas de sedimentación y formación de secciones condensadas o *hard grounds* (e.g., Loutit *et al.*, 1988).

#### ORIGEN Y DESARROLLO DE LAS BIOCONSTRUCCIONES

Una vez determinadas las condiciones del medio que favorecieron la aparición de los niveles bioconstruidos, en este apartado se propone un modelo sobre la génesis de la bioconstrucciones en dichos niveles.

Al reducirse notablemente la tasa de sedimentación hacia el techo de las secuencias se produce una acumulación en el fondo de partes esqueléticas duras (posible nivel de condensación). Durante los eventos de alta energía, el sedimento puede redistribuirse, formándose pequeñas elevaciones locales. A la vez que se realiza dicha removilización del fondo, se produce una oxigenación de la interfase sedimento-agua. La velocidad de la corriente se incrementa en estos puntos elevados, de modo que se crea un gradiente diferencial en cuanto al aporte de nutrientes en dichas elevaciones. En estas condiciones, el protomontículo se coloniza por un tapiz algal (facies de apilamiento basal), que facilita la estabilización y endurecimiento local del sustrato.

Posteriormente, el crecimiento de cada bioconstrucción sobre estas zonas endurecidas se debe a dos factores. Las esponjas ancladas sobre el sustrato duro, a partir del efecto pantalla (*baffling*), atrapan parte del sedimento en suspensión. Además, las algas verde-azules forman tapices algales y cortezas microbianas sobre las esponjas y favorecen la estabización del sedimento acumulado (*binding*). Este efecto conjunto de esponjas y algas da consistencia al montículo y lo protege de su destrucción frente a procesos de erosión marina, desarrollando la facies de núcleo, de manera que la bioconstrucción crece de forma continua, pudiendo registrar breves interrupciones (facies bioclástica) o sufrir periodos de mayor energía (facies tuberolítica). El cese de la sedimentación en el techo de la secuencia provoca el final del crecimiento de la bioconstrucción, debido a que ésta no puede seguir actuando como trampa sedimentaria ante la falta de barro en suspensión, formándose la facies de techo.

#### EVOLUCIÓN DE LAS BIOCONSTRUCCIONES EN LA SERIE

Se han reconocido tres niveles bioconstruidos, que presentan ciertas variaciones geométricas. Las diferencias entre ellos pueden explicarse en el contexto de la tendencia de continua somerización que presenta la serie del Bajociense superior, deducida a partir del análisis sedimentológico de la serie de Rícla.

En primer lugar, se observa una disminución en el grado de organización de las bioconstrucciones hacia el techo de la serie. Por un lado, se pasa progresivamente de complejos biohermales de gran tamaño, a biohermos simples y complejos menores y, posteriormente, a praderas de esponjas o biostromos. Esta pauta se produce paralelamente a un cambio en la componente principal del crecimiento de los biohermos: mientras en los trombolitos con esponjas la componente es vertical, en las praderas de esponjas la componente es lateral. A su vez, del primer al segundo nivel de montículos, se observa un incremento de biohermos con desarrollo vertical, así como un aumento en la densidad de bioconstrucciones. De acuerdo con las observaciones realizadas por Palmer y Fürsich (1981), el nivel inferior correspondería a medios lige-

ramente más profundos y tranquilos, con menor penetración de la luz y una sedimentación más lenta e irregular. El cambio de organización observado en el tercer nivel (paso de biohermos a biostromos) indicaría un aumento en la tasa de sedimentación.

Por otra parte, el relevo en la morfología de los espongiarios, con un aumento de las morfologías planas hacia el techo de la serie, indica un aumento en la turbulencia del medio de sedimentación (Tramer, 1983), lo que también es coherente con una somerización progresiva del medio de sedimentación.

Por último, se verifica la pérdida en importancia de la corteza microbiana, evidenciada por las variaciones tanto en la fábrica mesoscópica como en la textura microscópica y la disminución en la cantidad de micrita entre los distintos tipos de bioconstrucciones aparecidos a lo largo de la serie. Este hecho se puede relacionar con el progresivo aumento en la tasa de sedimentación hacia el techo de la serie Bajociense.

## CONSIDERACIONES FINALES

El análisis de las bioconstrucciones de esponjas y algas del Bajociense de Riela ha permitido establecer los principales factores de control en su origen y evolución. Estos factores son las bajas tasas de sedimentación, que permiten el endurecimiento del sustrato por la acción de las algas, y batimetrías relativamente profundas, de hasta algunas decenas de metros (por encima del nivel de base de oleaje de tormentas), que favorecen la presencia de medios abiertos, con salinidad normal. El hecho de que estos montículos se emplacen a techo de una serie de secuencias estratoecrecientes, confirma el modelo propuesto por Gómez y Fernández López (1994) para el origen y significado de estas secuencias. Según estos autores, las mínimas tasas de sedimentación se alcanzan a techo de las mismas. Sin embargo, los montículos de esponjas y algas no están siempre presentes en el techo de estas secuencias. De esta manera, por ejemplo, no se desarrollaron a techo de las secuencias estratoecrecientes del denominado tramo 1 (Biozona Humphriesianum). Esto es debido a que, en este caso, no se dieron las condiciones batimétricas necesarias para su desarrollo.

Las bioconstrucciones de esponjas y algas del Bajociense de la Cordillera Ibérica presentan una distribución estratigráfica muy irregular a escala de biozona, de modo que se extienden desde la Biozona Humphriesianum (e.g., sector de Albarracín, Fernández López *et al.*, 1978; Giner y Barnolas, 1980) hasta la Biozona Parkinsoni (e.g., región de Talveila, Fernández López *et al.*, 1988). Los montículos de esponjas y algas de Riela se desarrollaron durante el Biocrón Garantiana, en la parte media del Bajociense superior. Esta irregular distribución temporal muestra que las condiciones batimétricas necesari-

rias para el desarrollo de los montículos no se alcanzaron a la vez en todo el ámbito de la cuenca Ibérica. Esta observación es coherente con el trabajo de Fernández López (1985), en el que se pone de manifiesto la importancia de los fenómenos de subsidencia diferencial entre diferentes regiones de la cuenca Ibérica durante el Bajociense. Estos fenómenos han influido en la génesis y distribución de las facies con esponjas y han dado lugar a marcadas diferencias entre las diversas regiones de la cuenca Ibérica.

Durante el Oxfordiense medio también tuvieron un importante desarrollo en la cuenca Ibérica las facies con esponjas. En contraste con las facies bajocienses, su edad, desarrollo vertical, distribución y tipos de facies reconocidos es mucho más homogéneo. En el caso del Oxfordiense, el modelo deposicional propuesto es el de una rampa carbonatada con una topografía muy regular, con una subsidencia diferencial muy poco significativa (Aurell y Meléndez, 1993). En estas condiciones, las bajas tasas de sedimentación y batimetrías relativamente profundas requeridas para el crecimiento de las esponjas se debieron a fenómenos que afectaron al ámbito de toda la cuenca Ibérica, tales como las variaciones eustáticas y/o los cambios climáticos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al Proyecto PB92-0011, «El Dogger de las Catalánides: escala cronostratigráfica, estratigrafía secuencial y relaciones paleogeográficas con la cuenca Ibérica» (M.E.C., D.G.I.C.Y.T.)

## BIBLIOGRAFÍA

- AURELL, M. y MELÉNDEZ, A. (1988): «Sedimentology of sponge reef mounds from Upper Bajocian of NW Iberian Chain (Spain)», *9th. IAS Regional Meeting of Sedimentology, Lovaina*. Abstr.: 6-7.
- (1993): «Sedimentary evolution and sequence stratigraphy of the Upper Jurassic of the central Iberian Chain, northeast Spain», *Spec. Public. Int. Assoc. Sediment.*, 18, 343-368.
- BILARD, P. F. (1972): *Le jurassique moyen et supérieur de la Chaîne Ibérique sur la bordure du Bassin de l'Ebre (Espagne)*, These Doct. Fac. Sci. Univ. Nice, 352 pp.
- DEUSCH, M., FRIEBE, A., GEYER, F. y KRAUTTER, M. (1990): «Las facies espongiolíticas del Jurásico español y unidades semejantes de Europa Central», *Cuad. Geol. Ibérica*, 14, 199-214.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1985): *El Bajociense en la Cordillera Ibérica*, Tesis Doct. Fac. Ciencias Geológicas, Univ. Compl. Madrid, 850pp.
- y AURELL, M., (1988): «El Bajociense y Bathoniense en Riela (Zaragoza): características bioestratigráficas y sedimentológicas», *Guía Exc. III Coloquio de Estrat. y Paleogeograf. del Jurásico de España, Ciencias de la Tierra (I.E.R.)*, 11, 251-264.

- GÓMEZ, J. J. y URETA, M. J. (1988): «Características de la plataforma carbonatada del Dogger en el sector meridional de la Sierra de la Demanda (Soria)», *Guía Exc. III Coloquio de Estrat. y Paleogeograf. del Jurásico de España, Ciencias de la Tierra (I.E.R.)*, 11, 167-196.
- MELÉNDEZ, G. y SUÁREZ VEGA, L. C. (1978): «El dogger y el Malm en Moscardón (Teruel)», *Grupo Español del Mesozoico. Excursiones al Jurásico de la Cordillera Ibérica*, VI, 1-20.
- FRIEBE, A. (1995): «Die schwammfazies im Mittlejura des nordöstlichen Keltiberikums (Spanien)», *Profil*, 8, 239-279.
- FRITZ, G. K. (1958): «Schwammstotzen, Tuberolithe und Schuttbreccien im Weiss en Jura der Schwabischen Alb», *Arb. Geol. Palaont. Inst. TH Stuttgart*, 13, 1-119.
- GINER, J. y BARNOLAS, A. (1980), «Los biohermes de espongiarios del Bajociense superior de Moscardón (Teruel)», *Acta Geológica Hispánica*, 15(4), 105-108.
- GÓMEZ, J. J. y FERNÁNDEZ LÓPEZ, S., (1994): «Condensation processes in shallow platforms», *Sedimentary Geology*, 92, 147-159.
- KENNARD, J. M. y JAMES, N. P. (1986): «Trombolites and Strombatolites: Two distinct types of microbial structures», *Palaios*; 1, 492-503.
- LEINFELDER, R. R. (1993): «Upper Jurassic ref types and controlling factors (A preliminary report)», *Profil*, 5, 1-45.
- KRAUTTER, M., NOSE, M., RAMALHO, M. M. y WERNER, W. (1993): «Siliceous sponge facies from the Upper Jurassic of Portugal», *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 189, 199-254.
- LOUTIT, T. S., HARDENBOL, J., VAIL, J. R. y BSUM, G. R. (1988): «Condensed sections: the key to age dating and correlation of continental margin sequences», *S.E.P.M. Spec. Public.*, 42, 183-216.
- PALMER, T. J. y FÜRISCH, F. T., (1981): «Ecology of sponge reefs from the Upper Bathonian of Normandy», *Palaentology*, 24, 1-23.
- TRAMER, J., (1983): «The relation of the morfological type of a sponge to water turbulence», *Speculations in Science and Technology*, 6(2), 143-146.
- WILSON, J. L., (1975): *Carbonate facies in geologic history*, Springer-Verlag Ed, 471 pp.

*Manuscrito recibido: 29 de junio 1995*

*Manuscrito aceptado: 6 noviembre 1995*