

CONTROLES PALEOAMBIENTALES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS PALEOICNOCENOSIS EN EL ESTUARIO PLIOCENO DEL BAIX LLOBREGAT (BARCELONA, CATALUNYA)

Jordi Maria de GIBERT y Jordi MARTINELL

Departament de Geologia dinàmica, Geofísica i Paleontologia.
Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona.
Zona Universitària de Pedralbes. 08071 Barcelona.

ABSTRACT

In the Pliocene of the Baix Llobregat (Catalonia, Spain), eight trace fossil assemblages have been identified. In spite of their very local distribution, it has been possible to recognise three palaeoecological parameters as the main controls on benthic life: substrate, hydrodynamic energy and salinity. The study of ichnofossils has allowed obtaining palaeoenvironmental information about all three parameters. Based on salinity, the basin has been divided into three sectors (brackish, intermediate and fully marine). It has been possible to demonstrate the regressive character of the Pliocene succession and the progressive deepening of the basin Southwards. Substrate control on the endobionts is apparent because of the amount of organic particles in the sediment.

Keywords: Palaeoichnology, Palaeoecology, Pliocene, Baix Llobregat, Catalonia, Spain.

RESUMEN

En el Plioceno del Baix Llobregat se han podido diferenciar ocho icnoasociaciones. A pesar de su distribución muy local ha sido posible establecer que tres son los parámetros paleoecológicos principales que las controlan: substrato, energía hidrodinámica y salinidad. El estudio de la icnofósiles ha permitido obtener información de tipo paleoambiental acerca de estos tres parámetros. En función de la salinidad se ha podido establecer una zonación de la cuenca en tres sectores: salobre, intermedio y claramente marino. Se ha puesto de manifiesto el carácter regresivo de la serie pliocena y la progresiva profundización de la cuenca hacia el Sur. También se ha reconocido un fuerte control del substrato sobre la vida endobentónica condicionado por la mayor o menor presencia de partículas orgánicas en el sedimento.

Palabras clave: Paleoicnología, Paleoecología, Plioceno, Baix Llobregat, Catalunya.

INTRODUCCIÓN

La cuenca pliocena del Baix Llobregat ha sido objeto de numerosos estudios, especialmente en referencia a su contenido paleontológico (ver Martinell, 1985 y Gibert, 1992, para referencias bibliográficas). Recientemente se ha emprendido el estudio de las estructuras de bioturbación presentes en estos materiales y de las implicaciones sedimentológicas que de ellas pueden ser inferidas (Gibert, 1992; Gibert y Martinell, 1992, 1993). El presente trabajo pretende ofrecer los resultados finales obtenidos de este estudio.

Los resultados alcanzados vienen a completar el conocimiento de las comunidades bentónicas que vivieron en el área del actual Baix Llobregat durante el Plioceno. Hasta el momento los estudios paleontológicos habían suministrado abundante información acerca de la unidad de arcillas azules en base a la macrofauna (básicamente moluscos) (Martinell *et al.* 1984). Sin embargo, los niveles estudiados en este trabajo, pertenecientes a la unidad de arenas y arcillas amarillas superiores, son muy pobres en macrofósiles que se presentan

dispersos y mal preservados (generalmente en forma de moldes internos), de manera que la icnofauna constituye la principal herramienta para su análisis paleoecológico.

MARCO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

La cuenca que nos ocupa incluye un conjunto de afloramientos situados a lo largo del curso bajo del río Llobregat, cerca de Barcelona (Fig. 1). La cuenca tiene morfología alargada y su disposición coincide con la llamada falla de Llobregat de dirección NW-SE. Dicha falla constituye el límite entre los bloques de Garraf, al Sur, y Collserola, al Norte, ambos pertenecientes a la unidad tectónica denominada Cordillera Litoral Catalana (Anadón *et al.*, 1979).

El registro sedimentario plioceno del Baix Llobregat ha permitido diferenciar cinco unidades litoestratigráficas (Clauzon *et al.*, 1987 y Martinell, 1988).

Unidad conglomerática de Castellbisbal: Es la única unidad de origen continental y está restringida al aflo-

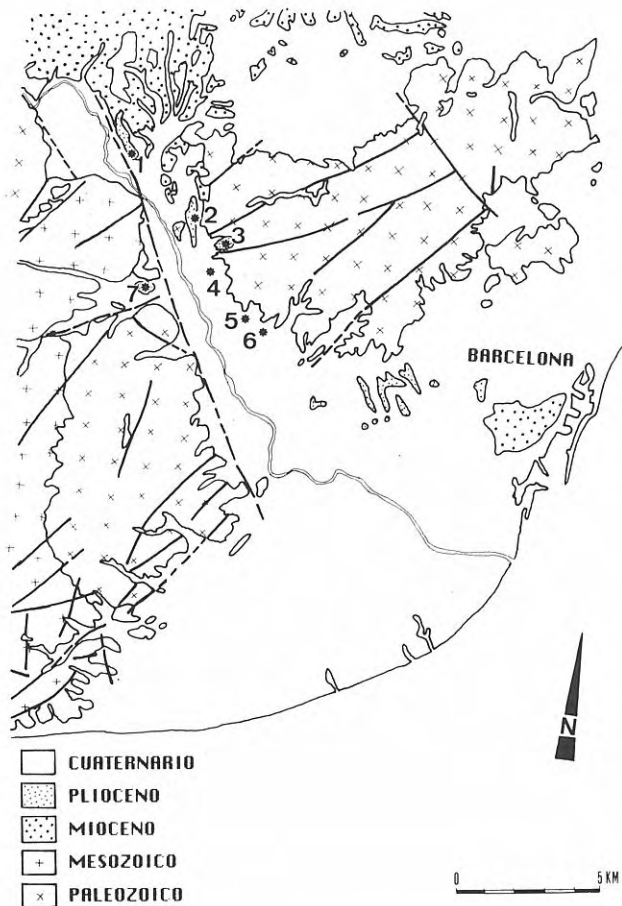


Figura 1. Geología del área del Baix Llobregat y situación de los diferentes afloramientos estudiados: 1. Castellbisbal, 2. El Papiol-Pic d'en Valls, 3. Plaça de les Bruixes, 4. El Tarc, 5. Can Albareda, 6. Torrent del Terme, 7. Sant Vicenç dels Horts.

ramiento más septentrional de la cuenca. Corresponde a depósitos fluviales sedimentados por cursos entrelazados (tipo "braided").

Unidad lutítico-arenosa de transición: Corresponde a depósitos muy someros acumulados en aguas salobres según indican las faunas de moluscos. Sólo se ha reconocido en el sector más septentrional.

Unidad de arcillas azules: Se trata de una unidad litológicamente muy homogénea sedimentada en aguas someras de salinidad marina y que contiene una abundante y variada fauna de moluscos.

Unidad de arenas y arcillas amarillas: Presenta una alternancia entre arcillas amarillas y arenas en niveles centimétricos a decimétricos. Corresponde a condiciones marinas someras con una mayor influencia terrígena que la unidad anterior. Esta unidad es muy pobre en macrofauna, si bien ha suministrado una abundante icnofauna que es el objeto de este trabajo. Estos materiales aparecen por encima de las arcillas azules, siendo ambas unidades las principales tanto areal como verticalmente en la cuenca.

Unidad de brechas conglomeráticas: Corresponde a depósitos de abanico costero y está presente en diversos afloramientos.

Todos estos materiales se instalan discordantemente sobre el substrato paleozoico o mioceno que se

ICNOTAXONES	CLASIFICACIÓN ETOLÓGICA	ORGANISMO PRODUCTOR
1. <i>Skolithos linearis</i>	DOMICHNIA	Org. vermiformes
2. <i>Ophiomorpha nodosa</i>		Crustáceos decápodos
3. <i>Ophiomorpha irregulaire</i>		
4. <i>Ophiomorpha annulata</i>		
5. <i>Thalassinoides suevicus</i>	FODINICHNIA	Org. vermiformes
6. <i>Rosselia socialis</i>	CUBICHNIA	Equínidos irregulares
7. <i>Cardioichnus</i> isp.		
8. <i>Subphyllochorda</i> isp.	PASCICHNIA	Org. vermiformes
9. <i>Neonereites uniserialis</i>		
10. <i>Neonereites biserialis</i>		
11. <i>Planolites montanus</i>		

Tabla 1. Listado de las icnoespecies correspondientes a estructuras de bioturbación reconocidas en el Plioceno del Baix Llobregat, mostrando su clasificación etológica y atribución biológica.

muestra intensamente bioerosionado y con abundancia de organismos epilíticos incrustantes.

La edad de estos depósitos ha sido establecida como Zancliense (Plioceno inferior), a partir del estudio de nanoplancton contenido en las margas azules (Martínell, 1988; Matías, 1990).

Los afloramientos estudiados son discontinuos y corresponden a áreas marginales de la cuenca (Fig. 1). La descripción completa de los mismos puede hallarse en Gibert (1992).

PALEOGEOGRAFÍA

Durante el Plioceno, el Baix Llobregat constituía un estuario limitado por los relieves de Collcerola y Garraf. Dicho estuario era del tipo de valle inundado y su fisiografía había sido heredada de la profunda excavación que sufrió el antiguo valle fluvial durante la regresión messiniense (Riba, 1981).

Al Norte del estuario desembocaría un río que provocaría la disminución de la salinidad en el sector más septentrional. La sedimentación sería arcillosa en general, con deposición de arenas en las zonas más litorales. Junto a los relieves, algunos torrentes podrían construir pequeños abanicos deltaicos (Figs. 2 y 6).

ICNOFÓSILES Y PALEOICNOCENOSIS

Los icnofósiles reconocidos en la cuenca pliocena del Baix Llobregat (Tabla 1) han sido ya descritos brevemente en Gibert y Martínell (1993) y de manera mucho más detallada en Gibert (1992). Las dos icnoespecies más abundantes son *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, en substrato arcilloso, y *Planolites montanus* Richter, en substrato arenoso. Se han reconocido y estudiado hasta un total de once icnoespecies, todas procedentes de la unidad de arcillas y arenas amarillas.

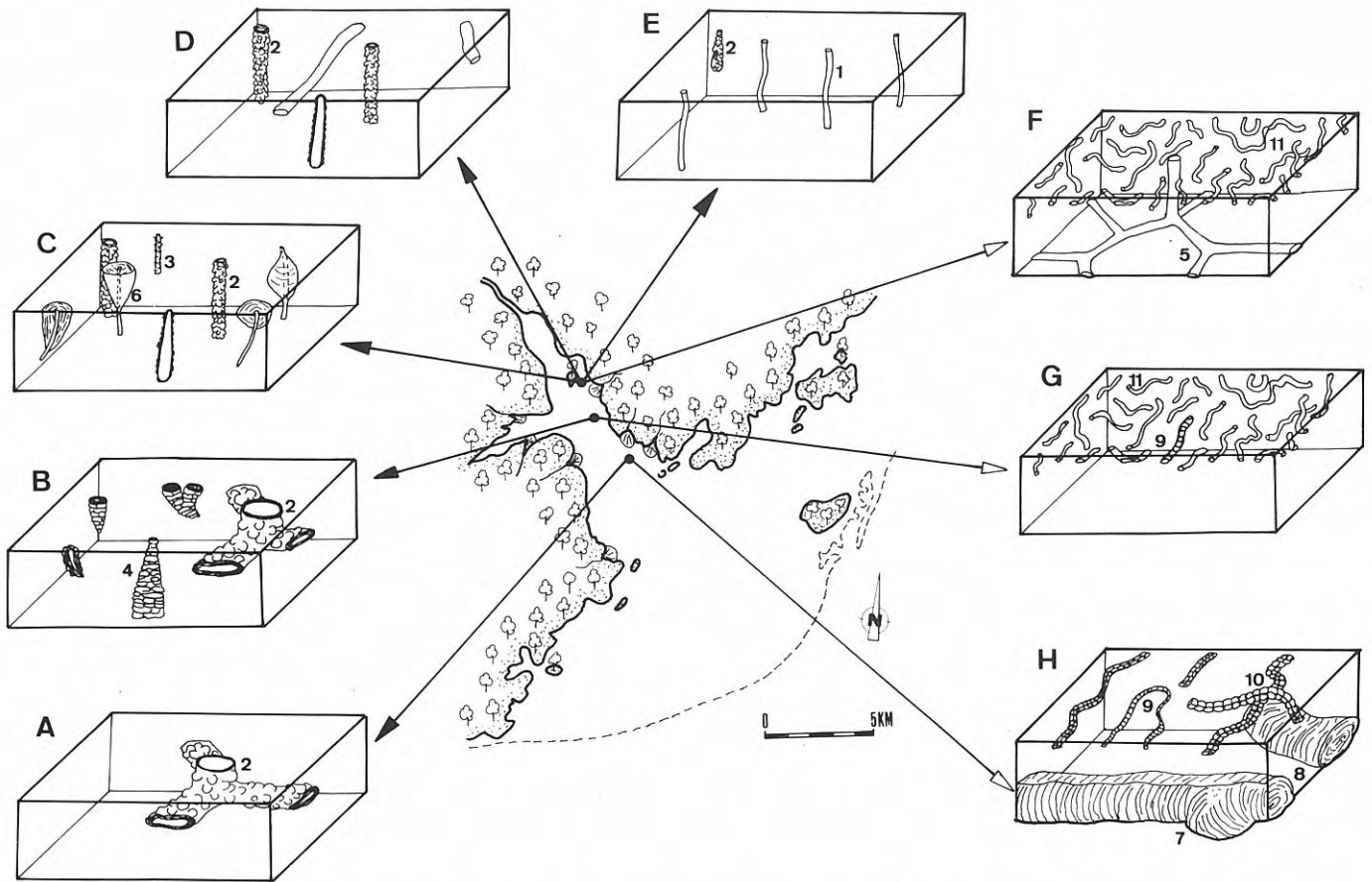


Figura 2. Reconstrucción paleogeográfica del estuario del Baix Llobregat durante el Plioceno y distribución de las paleoicnocenosis. Las flechas negras señalan las comunidades de fondo arcilloso, las blancas indican las de fondo arenoso. Los nombres de las paleoicnocenosis se pueden hallar en el texto y los de los icnofósiles en la Tabla 1. La línea discontinua indica la posición actual de la costa.

Se han podido reconocer ocho asociaciones de trazas fósiles, cinco en substrato arcilloso y tres en substrato arenoso (Fig. 2). Cada una de ellas puede ser considerada una paleoicnocenosis pues representa la actividad contemporánea de una sola comunidad bentónica. Han sido nombradas a partir del icnotaxón más característico y/o abundante:

Paleoicnocenosis en substrato arcilloso

Paleoicnocenosis de *Roselia* (Fig. 2c): Es una asociación constituida por *Roselia socialis* Dahmer, *Ophiomorpha nodosa* Lundgren y, puntualmente, *Ophiomorpha irregulaire* Frey, Howard & Pryor. Debe interpretarse como correspondiente a una zona litoral inferior a sublitoral, con una energía moderada, suficientemente alta como para favorecer la construcción de madrigueras verticales y, a la vez, lo bastante baja para permitir el éxito de una comunidad de detritívoros. La abundancia de *Roselia* en la zona litoral inferior ha sido señalada ya por diversos autores (Howard & Frey, 1984; D'Alessandro & Bromley, 1986).

Paleoicnocenosis de *Ophiomorpha nodosa* vertical (Fig. 2d): Está constituida por *O. nodosa* y unas galerías con fino revestimiento que no han podido ser determi-

nadas icnotaxonómicamente. La ausencia de *R. socialis* es indicativa de un menor suministro de detritos orgánicos, debido a un incremento de la energía, que perjudicaría a los organismos detritívoros estáticos productores de esta icnoespecie.

Paleoicnocenosis de *Ophiomorpha nodosa* horizontal (Fig. 2a): Se trata de una asociación muy pobre, cuyo único icnofósil presente es *O. nodosa*, el cual constituye sistemas de galerías con desarrollo horizontal y muy aislados. La tendencia a una configuración horizontal es indicativa de unas condiciones de menor agitación que en la icnocenosis anterior, en la que la misma icnoespecie tiende a ser vertical (Frey *et al.*, 1978).

Paleoicnocenosis de *Ophiomorpha annulata* (Fig. 2b): Es exclusiva de un único yacimiento y la constituyen las icnoespecies *O. annulata* (Ksiazkiewicz), en concentraciones de hasta 8-10 icn/dm², y *O. nodosa*, menos abundante y con desarrollo horizontal. Representa unas condiciones energéticas similares a la icnocenosis anterior.

Paleoicnocenosis de *Skolithos* (Fig. 2e): Está constituida por *Skolithos linearis* Haldeman y puntualmente *O. nodosa*. El icnogénero *Skolithos* se interpreta como estructura de habitación producida por organismos vermiformes (anélidos o forónidos) suspensívoros (Alpert, 1974). Su abundancia indica un ambiente más agitado que en las icnocenosis anteriores. Esto se corresponde con el hecho de que esta paleoicnocenosis aparece donde las intercalaciones arenosas son más importantes.

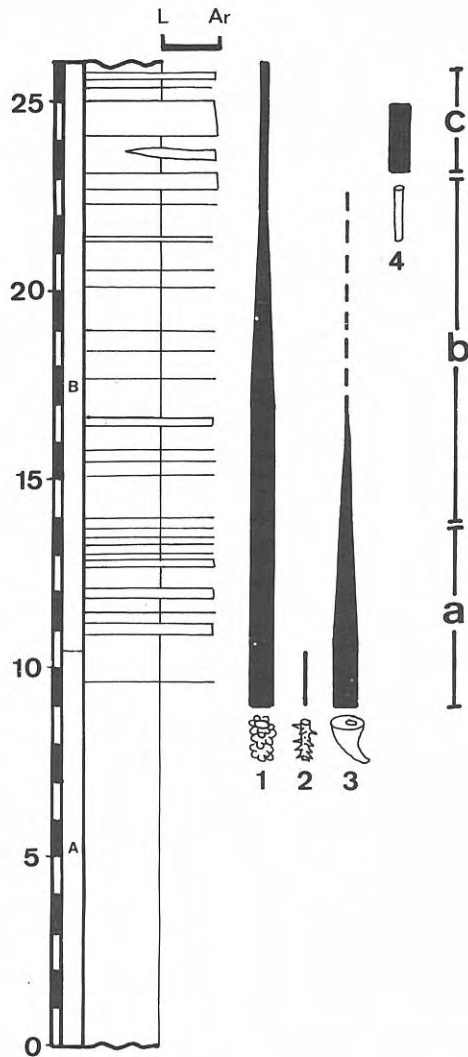


Figura 3. Serie de Pic d'en Valls mostrando la distribución de los icnofósiles y la sucesión de las paleoicnocenosis en substrato arcilloso. A. Unidad de margas azules, B. Unidad de arcillas y arenas amarillas. 1. *O. nodosa*, 2. *O. irregularis*, 3. *R. socialis*, 4. *S. linearis*, a. Paleoicnocenosis de *Rosselia*, b. Paleoicnocenosis de *O. nodosa* vertical, c. Paleoicnocenosis de *Skolithos*. L. Lutitas, Ar. Arenas.

Paleoicnocenosis en substrato arenoso

Paleoicnocenosis de *Planolites* (Fig. 2g): Es una asociación formada exclusivamente por *Planolites montanus* Richter y sólo puntualmente puede aparecer una de las dos icnoespecies de *Neonereites* asociada. El organismo productor de *Planolites* debió ser un oportunista que, tras la deposición de las arenas, sería capaz de colonizar y explotar rápidamente el nuevo substrato.

Paleoicnocenosis de *Thalassinoides* (Fig. 2f): Esta icnocenosis representa el trabajo de una comunidad endobentónica estructurada en dos niveles. Uno superior, a techo de los niveles de arenas, constituido por *Planolites montanus*, y uno inferior donde desarrollaban su actividad crustáceos decápodos dando lugar a sistemas de galerías del tipo *Thalassinoides suevicus* (Rieth).

Paleoicnocenosis de *Neonereites* (Fig. 2h): Se trata

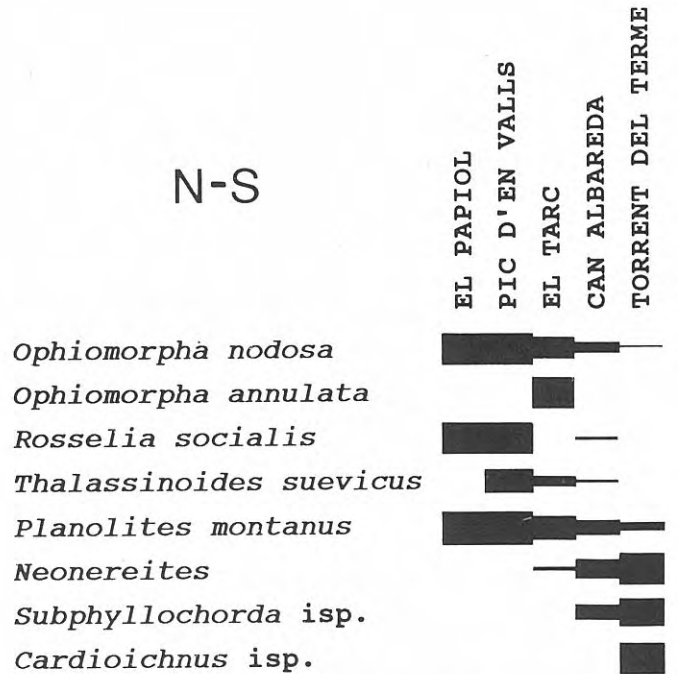


Figura 4. Distribución de los icnofósiles más importantes en los diferentes yacimientos de la cuenca del Baix Llobregat. No se han considerado los afloramientos de Castellbisbal, Plaça de les Bruixes y Sant Vicenç dels Horts en que la unidad de arenas y arcillas amarillas, que contiene la mayor parte de las trazas, está ausente o aflora de manera muy limitada.

de una asociación constituida por *Neonereites uniserialis* Seilacher y *Neonereites biserialis* Seilacher. Ambas icnoespecies representan la actividad de organismos sedimentívoros trabajando en los niveles superiores de sedimento. A menudo aparecen asociados con *Subphyllochora* isp. y *Cardioichnus* isp., producidos por equínidos irregulares, que representan el nivel de detritívoros más profundo.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ICNOFÓSILES Y LAS PALEOICNOCENOSIS

Dentro de la unidad estudiada se reconoce una distribución vertical alternante de las pistas en función de la litología que las incluye (arenas o arcillas). Por lo demás sólo se reconocen secuencias verticales significativas en la serie de Pic d'en Valls (Fig. 3), donde dentro de la unidad de arcillas y arenas amarillas se suceden las icnocenosis de *Rosselia*, *O. nodosa* vertical y *Skolithos*, en este orden.

Dentro del ámbito de la cuenca, las icnocenosis presentan una distribución horizontal muy local y la mayoría de ellas están restringidas a uno o dos yacimientos (Fig. 2). Sin embargo, es posible reconocer una cierta tendencia en la distribución de los icnofósiles. Se puede observar cómo éstos se reúnen en dos grupos, uno dominante en el sector septentrional (que incluye *Ophiomorpha*, *Rosselia*, *Thalassinoides* y *Planolites*) y otro que domina en el sector meridional (con *Neonereites*, *Subphyllochora* y *Cardioichnus*) (Fig. 4).

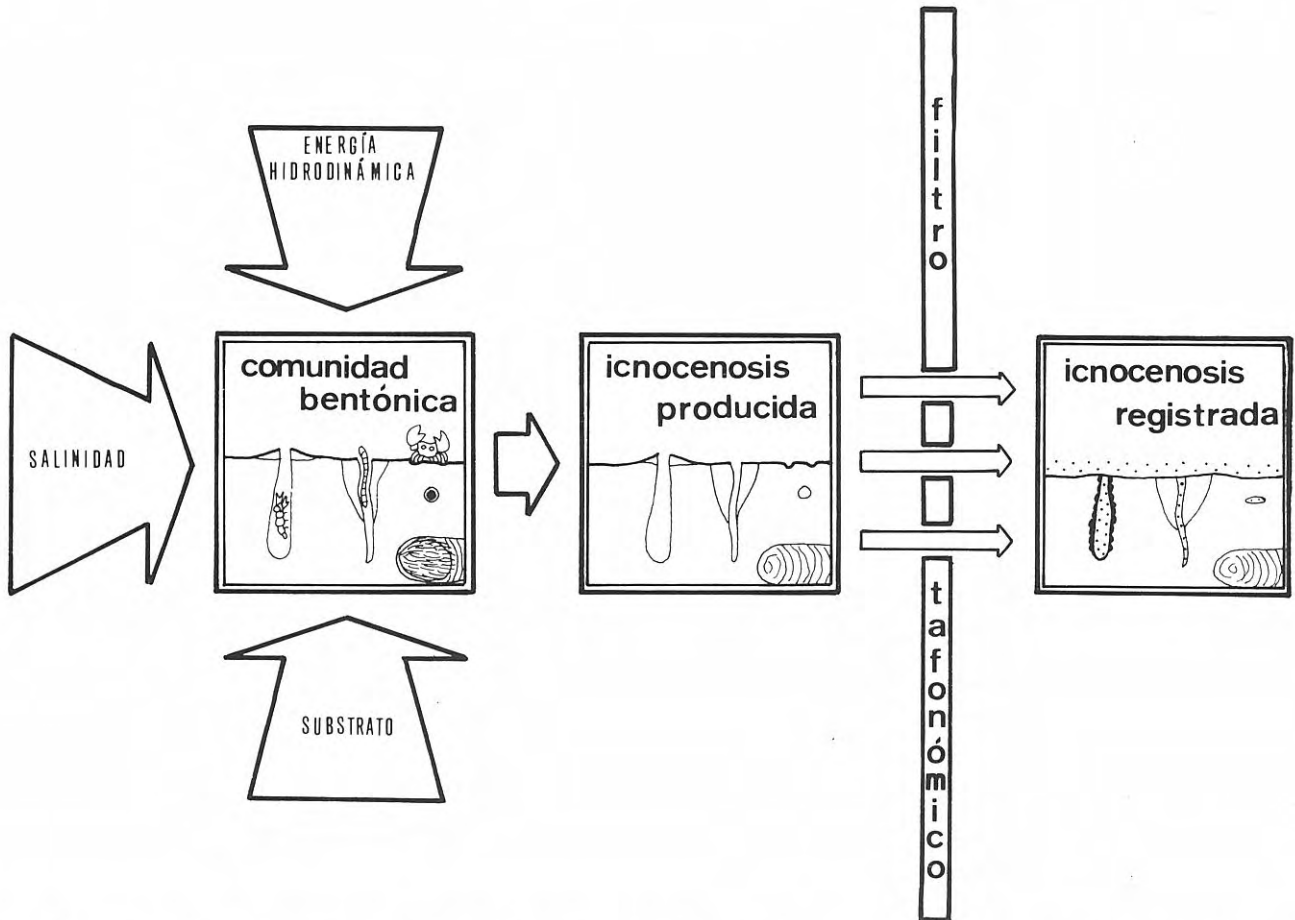


Figura 5. Interpretación de los controles paleoecológicos principales que actúan sobre las paleoicnocenosis del Baix Llobregat e influencia de la tafonomía en su preservación. Se han adoptado algunos términos tafonómicos de Fernández López (1988).

PALEOECOLOGÍA

La distribución de los icnofósiles y paleoicnocenosis es reflejo directo de la distribución de las paleocomunidades bentónicas que ocupaban el fondo del estuario del Baix Llobregat, la cual a su vez está condicionada por un conjunto de parámetros paleoambientales que a continuación analizaremos. La posible alteración tafonómica ha de ser previamente considerada. Por lo que se refiere a las trazas de bioturbación, en el Baix Llobregat la pérdida tafonómica se limita a la eliminación de las estructuras más superficiales, bien por erosión o bien por no conservación a causa de la inconsistencia del sustrato (Fig. 5).

A partir del estudio de los icnofósiles se ha podido establecer que tres fueron los controles principales en la distribución de las comunidades bentónicas en el Baix Llobregat durante el Plioceno: el sustrato, la energía hidrodinámica en el fondo y la salinidad (Fig. 5). Otros parámetros (temperatura, oxigenación, competición, interespecifica, etc.) pueden haber influido también, pero de manera menos importante o no tan manifiesta.

Sustrato

En el Baix Llobregat se han diferenciado cinco icnocenosis en sustrato arcilloso y tres en sustrato arenoso. Las similitudes entre las cinco primeras y entre las tres restantes son tan significativas como las diferencias entre ambos grupos. Así, las asociaciones de fondo arcilloso están dominadas por FODINICHNIA (*Rossetia*) y sobre todo por DOMICHNIA (*Ophiomorpha*, *Skolithos*). Por otro lado las de sustrato arenoso presentan sobre todo PASCICHNIA (*Neonereites*, *Planolites*, *Subphyllochora*) y también FODINICHNIA (*Thalassinoides*). Todas estas estructuras que aparecen en los niveles arenosos nos indican diferentes estrategias para la búsqueda y explotación del alimento incluido en el sedimento. Este tipo de estructuras no existen en los niveles arcillosos. Esta diferenciación se interpreta como reflejo del distinto contenido en partículas nutritivas en ambas litologías. Las arcillas serían más ricas en contenido alimenticio pues éste sería suministrado por continua decantación y los organismos podrían alimentarse en superficie o desde madrigueras estáticas. En las arenas el contenido sería menor y sus habitantes deberían crear sistemas de explotación del sedimento.

Energía hidrodinámica en el fondo

En la serie de Pic d'en Valls (Fig. 3) se puede reconocer la siguiente sucesión vertical de paleoicnocenosis dentro de la unidad de arenas y arcillas amarillas: paleoicnocenosis de *Rosselia*, paleoicnocenosis de *O. nodosa* vertical y paleoicnocenosis de *Skolithos*. Esta secuencia pone de manifiesto un progresivo incremento en la energía del fondo marino que causaría primero la desaparición de estructuras tipo FODINICHNIA (*Rosselia*) y permitiría la aparición a techo de trazas típicas de ambientes más agitados (*Skolithos*). Así pues la icnofauna evidencia una tendencia regresiva para la serie pliocena desde condiciones sublitorales representadas por las margas azules hasta condiciones cada vez más litorales dentro de la unidad de arcillas y arenas amarillas.

A partir del estudio de la configuración de los sistemas de galerías de *O. nodosa*, podemos inferir una progresiva disminución de la agitación de Norte a Sur dentro de la unidad de arenas y arcillas amarillas. En el sector septentrional dominan los pozos verticales y sin ramificaciones, mientras que en el meridional son dominantes los sistemas de galerías con desarrollo horizontal (tipo "maze"). Diversos autores (Frey *et al.*, 1978; Crimes, 1975) han puesto de manifiesto la relación existente entre la configuración de *O. nodosa* y la energía medioambiental, de manera que los pozos verticales son indicativos de condiciones energéticas más elevadas que los sistemas más complejos de desarrollo horizontal. Estas observaciones permiten suponer una progresiva profundización del estuario hacia su desembocadura a mar abierto.

Salinidad

La salinidad es uno de los parámetros más variables en un contexto estuarino y por tanto uno de los controles fundamentales sobre la vida bentónica. El agua que el río aporta en la cabecera del estuario interacciona con el agua marina provocando la progresiva dilución de la salinidad hacia las zonas más internas. La irregularidad del aporte de agua dulce (condicionado por factores climáticos) contrasta con el suministro continuado de agua marina. Esto causa que en el sector interno, la salinidad, no sólo sea más baja, sino que esté sometida a una mayor variabilidad.

Observando la distribución horizontal de la icnofauna (Fig. 4) se puede reconocer una clara distinción entre los afloramientos al Norte de El Tarc (Molins del Rei) y al Sur del mismo. Este hecho puede estar relacionado en parte con la progresiva profundización hacia el Sur comentada anteriormente, pero principalmente parece condicionado por la salinidad.

En un estuario los organismos más tolerantes a salinidades bajas y/o variables se sitúan en los sectores más internos, mientras que en la zona más próxima a mar abierto viven aquellos que precisan salinidades más cercanas a la marina normal (McLusky, 1971). En el Baix Llobregat, es interesante observar cómo las estructuras (*Cardioichnus* isp. y *Subphyllochorda* isp.) producidas por equínidos (organismos altamente estenohalinos

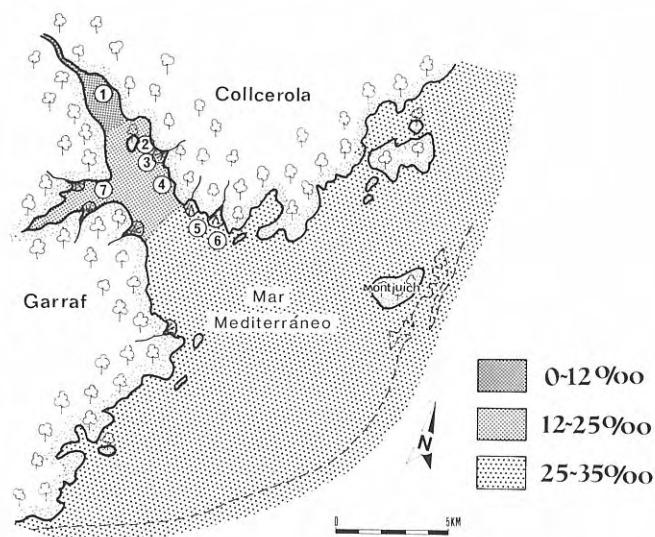


Figura 6. Zonación del estuario plioceno del Baix Llobregat en función de la salinidad en el momento de la sedimentación de la unidad de arenas y arcillas amarillas. Los números indican la posición de los afloramientos estudiados y se corresponden con los de la figura 1.

característicos de aguas de salinidad marina normal) aparecen en los yacimientos más meridionales (Can Albareda y Torrent del Terme) ya muy cerca de mar abierto. Por otro lado, estructuras producidas por organismos presumiblemente más tolerantes (decápodos, anélidos) se sitúan en las zonas más internas. Esta distribución es indicativa de unas condiciones de salinidad bajas pero sin llegar a tratarse de aguas salobres al Norte de El Tarc, mientras que en las zonas más externas el agua sería claramente de salinidad marina normal. Esta zonación no se reconoce a partir de la fauna bentónica de la unidad de margas azules (*Turritella* sp., *Amussium* sp., *Nassarius* sp., *Aporrhais* sp., etc.) pues ésta se desarrolló en condiciones algo más profundas y por tanto la influencia de las aguas marinas hubo de ser mayor (Martinell *et al.*, 1984).

Otro aspecto de interés es la relación entre la distribución de *Planolites* y *Neonereites*. Ambas trazas representan un comportamiento muy similar y explotan un mismo nicho ecológico. *Planolites* es muy abundante en todos los afloramientos pero en los dos más meridionales aparece en parte sustituido por *Neonereites* (Fig. 4). Esto parece indicar que el productor de *Neonereites* sería un organismo menos tolerante que el de *Planolites* y en zonas de salinidad normal ambos podrían compartir el mismo hábitat.

En las zonas ya muy cercanas a la desembocadura del río, llegaron a depositarse sedimentos en condiciones salobres (unidad de transición). Éstos presentan muy poca bioturbación y su carácter hiposalino se pone de manifiesto a partir de la fauna malacológica con abundancia de numerosas especies de limnocárdidos (Guiller, 1959; Clauzon *et al.*, 1987).

La integración de todos estos datos nos permite proponer una zonación en tres sectores del estuario plioceno del Baix Llobregat (para la unidad de arcillas y arenas amarillas) en función de la salinidad (Fig. 6).

— El sector más interno incluye el yacimiento de

Castellbisbal y corresponde a la zona de aguas salobres. La salinidad en este sector no superaría el 12 ‰, valor máximo en que la fauna salobre es dominante (según Emery & Stevenson, 1957).

— El sector intermedio comprende la zona entre El Papiol y El Tarc. Corresponde a una zona de salinidad intermedia (12-25 ‰) y probablemente sometida a importantes variaciones.

— El sector más externo incluye los yacimientos de Sant Feliu de Llobregat (Can Albareda y Torrent del Terme) y corresponde a la zona de salinidad marina normal ya prácticamente en mar abierto.

CONCLUSIONES

En los depósitos pliocenos del Baix Llobregat se han reconocido once icnoespecies que han podido ser agrupadas en ocho icnocenosis. La distribución de icnofósiles y paleoicnocenosis ha sido fuertemente controlada por tres parámetros paleoecológicos: substrato, energía hidrodinámica y salinidad.

— El tipo de substrato ejerce un fuerte control sobre el tipo de actividad que en él desarrollan los organismos. Mientras que los sedimentos arcillosos incluyen trazas de las categorías DOMICHNIA y FODINICHNIA, en los niveles arenosos son dominantes los PAS-CICHNIA y FODINICHNIA.

— La influencia de la energía hidrodinámica se hace notar tanto en la vertical como en la horizontal. En la vertical, la sucesión icnofaunística nos señala una clara tendencia regresiva para la serie pliocena. En la horizontal, los cambios en la configuración de *O. nodosa* son indicativos de una progresiva profundización de la cuenca hacia el Sur, si bien la sedimentación siempre se produjo en condiciones someras.

— El estudio de la icnofauna y su integración con algunos datos paleofaunísticos ya conocidos, ha permitido diferenciar tres zonas en función de la salinidad dentro del estuario: salobre, intermedia y claramente marina. Esta zonación muestra un progresivo aumento de la salinidad en la cuenca del Norte a Sur.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los Sres. Jordi Franquès y Andrés Encinas del Laboratorio de Paleontología de la Universidad de Barcelona por la ayuda prestada en el trabajo de campo y a la Dra. Rosa Doménech, del mismo departamento, por la lectura crítica del manuscrito. Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto PB 90-0489 de la DGICYT.

BIBLIOGRAFÍA

- Alpert, S. P., 1974. *Planolites* and *Skolithos* from the Upper Precambrian-Lower Cambrian, White Inyo Mountains, California. *Journal of Paleontology*, **49**, 509-521.
- Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M. y Marzo M. 1979. Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geológica Hispánica*, **14**, 242-270.
- Clauzon, G., Martinell, J., Aguilar, J. P. et Suc. J. P. 1987. Livret guide des Excursions (Rousillon, Penedés et Baix Llobregat). *Interim-Colloquium RCMNS Working Group on Ecostratigraphy*. 77 pp.
- Crimes, T.P. 1975. The stratigraphical significance of the trace fossils. In: *The study of trace fossils* (Ed. R. W. Frey), Springer-Verlag, New York, 109-130.
- D'Alessandro, A. and Bromley, R. G. 1986. Trace fossils in Pleistocene sandy deposits from Gravina area, Southern Italy. *Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **92** (1), 67-102.
- Emery, K. O. and Stevenson, R. E. 1957. Estuaries and lagoons. *Geological Society of America*, **67** (1), 673-750.
- Fernández López, S. 1988. La tafonomía un subsistema conceptual de la Paleontología. *Col-Pa*, **41**, 9-34.
- Frey, R. W., Howard, J. D. and Pryor, W. A. 1978. *Ophiomorpha* its morphologic, taxonomic and environmental significance. *Palaeoecology, Palaeoclimatology, Palaeogeography*, **23**, 199-229.
- Gibert, J. M. de 1992. *Estructures de bioturbació en el Pliocè marí del Baix Llobregat*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Barcelona, 123 pp.
- Gibert, J. M. de y Martinell, J. 1992. Principales estructuras biogénicas en el Plioceno marino del Baix Llobregat (Catalunya). *Geogaceta*, **12**, 104-105.
- Gibert, J. M. de y Martinell, J. 1993. Bioerosión y bioturbación en el Plioceno marino del Baix Llobregat. *Revista de la Sociedad Geológica de España (in litt)*.
- Gillet, S. 1959. Notions préliminaires sur la faune dite à Congeries de la Valle du Llobregat (Barcelona). *Cursillos y conferencias del Instituto Lucas Mallada*, **IV**, 155-157.
- Howard, J. D. and Frey, R. W. 1984. Characteristic trace fossils in nearshore to foreshore sequences, Upper Cretaceous of East-Central Utah. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **21**, 200-219.
- Martinell, J. 1984. El Pliocè marí català. Breu síntesi paleontològica. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, **50**, 213-223.
- Martinell, J. 1988. An overview of the marine Pliocene of NE Spain. *Géologie Méditerranéenne*, **14** (4), 227-233.
- Martinell, J., Doménech, R. and Marquina, M. J. 1984. Molluscan assemblages in the North-East marine Spanish Pliocene. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, **XXXII**, 35-36.
- Matias, I. 1990. *Els nanofòssils calcaris del Pliocè de la Mediterrània Nord Occidental*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, 241 pp.
- McLusky, D. S. 1971. *Ecology of estuaries*. Heineman Educational Books Ltd., London, 144 pp.
- Riba, O. 1981. Aspectes de la geologia marina de la conca mediterrània balear durant el Neògen. *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona*, **45** (1), 1-115.

Manuscrito recibido: 13 de octubre, 1992
Manuscrito aceptado: 23 de enero, 1993