

# La sedimentación neógena en los márgenes de la cuenca del Empordà

## *The Neogene sedimentation in the margins of the Empordà basin*

J.Picart (\*), J.Solà (\*\*), J.Montaner (\*\*), E.Mató (\*), M.Llenas (\*\*\*), M.Losantos (\*), X.Berástegui (\*) y J.Agustí (\*\*\*)

(\*) Servei Geològic de Catalunya ICC, Parc de Montjuïc, s.n. 08038 Barcelona.

(\*\*) Geoservei. c/ de Barcelona 12, 5ª 2ª 17002 Girona.

(\*\*\*) Institut de Paleontologia Miquel Crusafont. Diputació de Barcelona. Escola Industrial 23, 08201 Sabadell.

### ABSTRACT

*The Empordà basin is located at the northeast of the Iberian Peninsula in this Basin several deltaic and alluvial fans were deposited during the Neogene. Three of them are aged Miocene and nine Pliocene. The location, thickness and evolution of the Neogene fans are related to the distribution and features of the faults appearing in the Empordà basin. Such fans are arranged in a semicircular way at the borders of the basin. Their paleocurrents distribution is radial towards the center of the basin. Both clasts, litologies and paleocurrent analyses depict the exact source area of each fan. In the eastern part of the Gavarres fan only a single marine facies outcrop can be recognized, which is attributed to the upper Miocene. The pliocene fan deltas are partially correlable with the marine facies of the same age, located in the center of the basin. The pliocene sediments at Viladomat are interpreted as a Gilbert-type delta with northwest wards paleocurrents, and it was deposited in the mouth of the paleo-Daró river (Corredor d'Albons).*

**Key words:** *Empordà basin, deltaic and alluvial fans, Miocene, Pliocene, Gilbert.*

*Geogaceta, 20 (1) (1996), 84-87*

*ISSN: 0213683X*

### Introducción

La cuenca del Empordà, situada en el margen noreste de la Península Ibérica, limita al norte con la sierra de la Albera-Rodes formada por rocas del Paleozoico y Mesozoico, al oeste con los sedimentos eocenos de la Garrotxa, al sur con el macizo Paleozoico de Les Gavarres y al este con el mar Mediterráneo. Los materiales eocenos del "Alto del Baix Empordà" (Saula *et al.*, 1994) y los mesozoicos del macizo del Montgrí separan la fosa en dos subcuencas conectadas por el corredor de Albons. El margen sur de la fosa del Empordà está estructurado por varias fallas normales de dirección NW-SE, que actuaron en una secuencia de propagación de bloque inferior desde el Mioceno hasta el Cuaternario (Saula *et al.*, 1994). La configuración del margen septentrional no ha sido estudiada en detalle, pero se reconocen varias fallas normales de dirección NW-SE parcialmente fosilizadas. El objetivo de este trabajo es el análisis del relleno de la depresión durante el Mioceno superior-Plioceno, representado por varios abanicos deltaicos y aluviales con características, a grandes rasgos, similares.

Los antecedentes bibliográficos precedentes son numerosos y entre los más

recientes cabe destacar los realizados por Agustí (1982), Martinell y Domenech (1985), Fleta y Escuer (1991) y Hoja de Figueras 1:50.000 (1994).

Los trabajos geológicos realizados para el proyecto del Mapa Geològic de Catalunya a escala 1:25.000: hojas de Garriguella (220-2-2), Sant Llorenç de la Muga (257-2-1), Besalú (257-2-2), Figueras (258-1-1), Castelló d'Empúries (258-2-1), Navata (258-1-2), Sant Pere Pescador (258-2-2), Banyoles (295-2-1), Canet d'Adri (295-2-2), Cornellà de Terri (296-1-1), L'Escala (296-2-1), Sarrià de Baix (296-1-2), Torroella de Montgrí (296-2-2), Montgó (297-1-1), L'Estartit (297-1-2) y La Bisbal (334-2-1), han aportado los datos necesarios para llevar a cabo este estudio.

La individualización cartográfica de cada uno de los abanicos representados en la figura 1 se ha hecho en base a la edad, litología de los cuerpos conglomeráticos (área fuente), análisis de las paleocorrientes y evolución espacial.

### Consideraciones generales

La cartografía de detalle ha permitido correlacionar algunos de los abanicos con sedimentos marinos y por otro lado inte-

relacionar los abanicos entre sí, lo cual ha hecho posible su datación indirecta. Con todos los datos obtenidos se propone un modelo de relleno sedimentario para la cuenca del Empordà caracterizado por abanicos deltaicos y aluviales.

La distinción entre ambos se ha realizado en función de su conexión con las facies marinas, aunque cabe resaltar que la cuenca durante el Mioceno superior-Plioceno estaba abierta al mar.

A grandes rasgos, los dos tipos de abanicos se caracterizan por unas facies proximales y otras medio-distales, que en el caso de los deltaicos se relacionan con los sedimentos marinos, mediante las facies de transición continental-marino, no siempre presentes.

En las facies proximales, de extensión variable, predominan los niveles conglomeráticos desorganizados depositados por corrientes de alta densidad. Los cuerpos conglomeráticos tienen geometrías tabulares y ocasionalmente canalizadas, los cantos suelen ser heterométricos con asociaciones litológicas diferentes relacionadas con el área fuente de cada abanico. Las facies conglomeráticas evolucionan, en el sentido de las paleocorrientes, a facies medio-distales representadas por sedimentos finos de desbordamiento en-

tre los que se intercalan canales trenzados conglomerático-arenosos. El relleno de los canales es de carácter multiepisdico, y presenta numerosas cicatrices erosivas y laminaciones cruzadas de barras transversales.

Las facies de transición estan representadas por playas de cantos, en las que se observa una alternancia de orden decimétrico entre niveles arenosos con poca matriz y niveles de gravas. Estos niveles incluyen restos de conchas marinas y los cantos, en algunos casos muy aplanados, están imbricados en dos sentidos debido al retrabajamiento del oleaje.

Los depósitos marinos asociados a los abanicos deltaicos están constituidos por areniscas ocreas, interpretadas como sublitorales (*shoreface*), que presentan laminaciones onduladas de pequeña y mediana escala generadas por la acción del oleaje, y lutitas margosas, con abundante fauna marina, que se interpretan como depósitos someros o de bahía.

A continuación se describen someramente las características de cada uno de los abanicos localizados en la fig. 1.

**Abanicos miocenos**

*Abanico aluvial de Garriguella.* Se localiza en la zona septentrional de la cuenca, adosado a los relieves de la Sierra de Rodes. Los sedimentos que afloran se incluyen en las facies proximales y ocasionalmente se intercalan niveles conglomeráticos con estratificaciones cruzadas a media escala. Generalmente los cantos son angulosos, de rocas metamórficas, granitos y cuarzo procedentes de la Sierra de la Albera. La serie, con una potencia de 80m, buza 35° hacia el suroeste. Estudios precedentes consideraron que son depósitos pliocenos, pero Calvet (1982) los atribuye al Mioceno.

*Abanico aluvial inferior del Fluvià.* Situado al noreste del Alto del Baix Empordà, los sedimentos que afloran se atribuyen a las facies medio-distales de abanico. Los cantos son de calizas y areniscas y, en menor proporción, de liditas y cuarzo procedentes del Eoceno de la Garrotxa. La potencia de la sucesión es del orden de los 150 m, con paleocorrientes de sentido este. En el techo de estos sedimentos se sitúa el límite entre el Mioceno y el Plioceno, interpretado como una discordancia erosiva sobre la que se depositó el abanico superior del Fluvià, de edad pliocena. Los yacimientos de Bàscara y Romanyà de Empordà, con *Apodemus aff. gudrunae* y *Cricetus kormosi*, datan este abanico como Turolense superior, zona MN-13 (Mioceno superior).

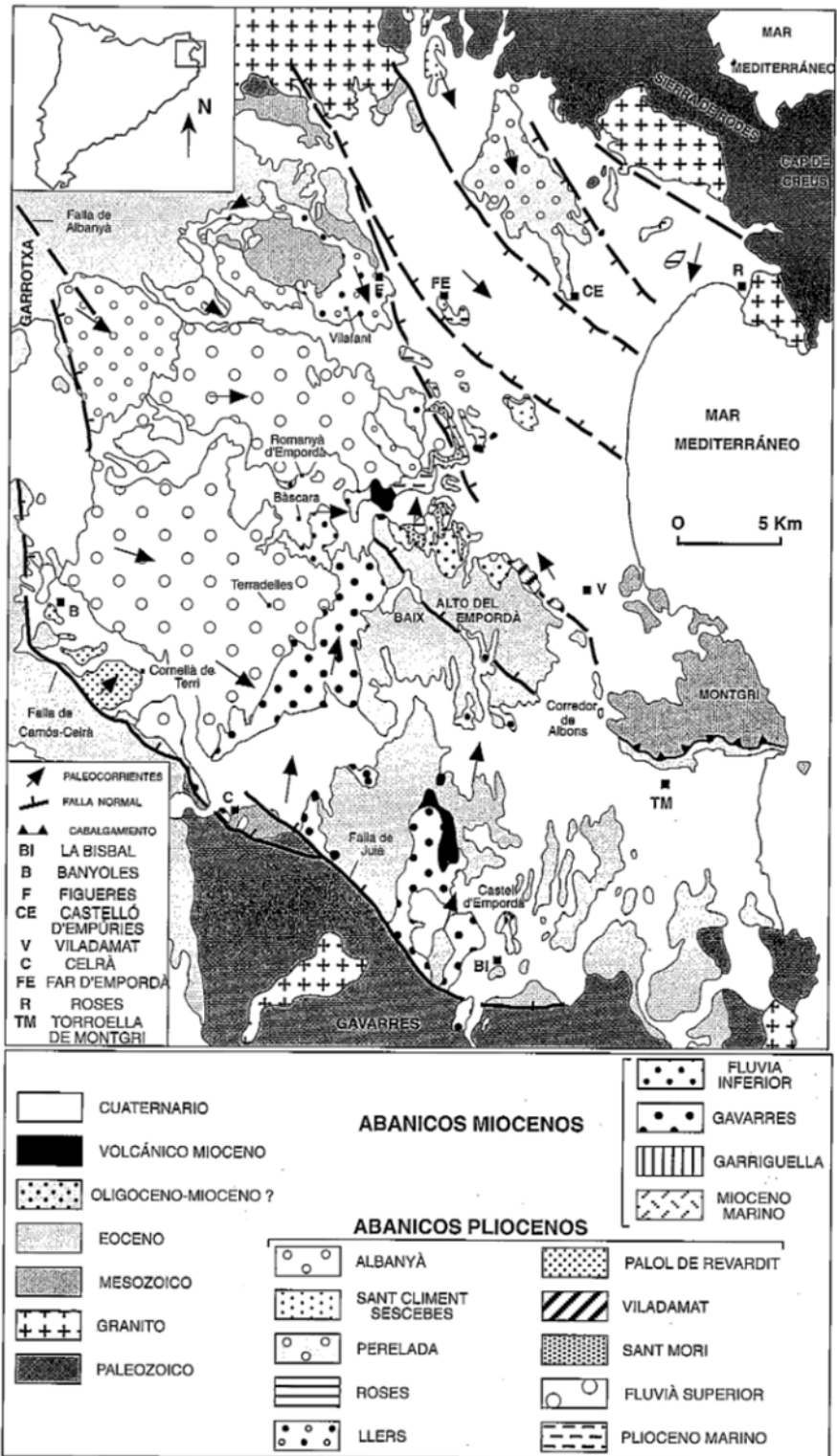


Fig.1.- Mapa geológico de los abanicos deltaicos y aluviales de la cuenca del Empordà.

Fig.1.- Geological map of the deltaic and alluvial fans of the Empordà basin.

*Sistema de abanicos deltaicos y aluviales de Las Gavarres.* Afloran ampliamente en el margen sur de la fosa y se desarrollaron asociados al funcionamiento de las fallas de Camós-Celrà y Juià

(Saula et al., 1994). Las facies proximales tienen poca representación y, por el contrario, predominan las facies medio-distales caracterizadas por canales conglomerático-arenosos intercalados entre

sedimentos lutíticos interpretados como de llanura aluvial. Los cantos de los niveles conglomeráticos son de rocas metamórficas, granito y cuarzo procedentes del Paleozoico, calizas y areniscas del Eoceno y basaltos neógenos. Con una potencia variable, siempre inferior a los 100m, el sistema presenta paleocorrientes de sentido norte. En el sector sur-occidental (Celrà) las dataciones indican una edad Vallesiense superior mientras que en el sector nor-occidental (Camallera), la presencia de *Kowalskia fahbuschi* y *Ruscinomys schaubi* indican una edad Turoliense medio, zona MN-13 (Mioceno superior).

En el sector oriental del sistema (La Bisbal), parte de la serie buza hacia el SW. Las dataciones con micromamíferos se han realizado en dos niveles incluidos en un tramo continuo de la serie situada en las canteras de Can Colomer. En el nivel inferior la asociación de *Megacrictodon ibericus* con *Hipparion primigenium* indican una edad de la base del Vallesiense (zona MN-9a) y en el nivel superior por la presencia de *Rotundomys* sp. la edad es Vallesiense superior, zona MN-10 (Mioceno superior). En la localidad de Castell d'Empordà se encuentra el único afloramiento de facies marinas de edad miocena de la fosa del Empordà, representadas por lutitas margosas en las que se encuentran pinzas de equinodermos, foraminíferos y briozoos, que por el momento no han sido estudiados en detalle.

### Abanicos pliocenos

*Abanico deltaico superior del Fluvià.* Ampliamente representado en el oeste y centro de la depresión, está constituido por sedimentos de facies proximales, de poca extensión, que pasan transicionalmente a facies medio-distales; localmente afloran niveles carbonatados de espesores decimétricos, interpretados como depósitos de charcas más o menos efímeras desarrolladas en la llanura aluvial. Los cantos de los cuerpos conglomeráticos son de calizas y areniscas procedentes de los relieves de la Garrotxa. Las facies de transición continental-marino, representadas por depósitos de playas de gravas, pasan lateralmente y progradan sobre las facies claramente marinas, constituidas por areniscas ocreas sublitorales. La potencia total del conjunto es del orden de 150-200 m. y las paleocorrientes son de sentido este. Los restos de micromamíferos del yacimiento de Terradelles, con *Mimomys* sp. y *Apodemus* aff. *dominans* (Agusti et al, 1994) permiten datar la par-

te alta del abanico como Villaniense, zona MN-17 (Plioceno superior).

*Abanico aluvial de Palol de Revardit.* Situado en el área sur-occidental de la fosa evolucionó a partir de la falla de Camós-Celrà. Se han diferenciado las facies proximales de las medio-distales. Los cantos de los niveles de gravas son de calizas y areniscas del Eoceno, con esporádicos cantos de basalto. El espesor total es de 130m. La fauna del yacimiento de Cornellà de Terri con *Anancus arvernensis*, *Apodemus* aff. *gorafensis*, *Occitanomys brailloni* y *Prolagus michauxi* permiten datar la parte inferior de este abanico como Rusciniense superior, zona MN-15 (Plioceno inferior).

*Abanico deltaico de Llers.* Situado en la zona septentrional de la fosa, afloran sedimentos aluviales de facies proximales y medio-distales que pasan transicionalmente a sedimentos marinos. Los cantos son de rocas metamórficas, granito, calizas mesozoicas y basaltos. Las facies de transición continental-marino, representadas por playas de cantos, pasan lateralmente a areniscas ocreas sublitorales. Los materiales mesozoicos situados al este de Figueras separan dos paleovalles conectados por los que evolucionó el abanico. Las paleocorrientes son de sentido sureste. Con un espesor máximo de 30m, se interdigita con el abanico deltaico superior del Fluvià. En el yacimiento de Vilafant, la presencia de *Cricetus barrierei* y *Paraethomys jaegeri* permiten datar este abanico como Rusciniense inferior, zona MN-15 (Plioceno inferior).

*Abanico deltaico de Sant Mori.* Está situado en el margen norte del "Alto del Baix Empordà". Lateralmente y muy rápidamente, pasa a las facies marinas, representadas por areniscas ocreas, sobre las que progradan. Con una potencia estimada de 10m y paleocorrientes de sentido norte, los sedimentos representan las facies proximales del abanico en las que se encuentran algunos niveles con estratificaciones cruzadas a gran escala. Está constituido por gravas finas con matriz arenosa e intercalaciones de arcillas rojas; los cantos de los niveles de gravas están resedimentados y son de rocas metamórficas y cuarzo. Por su relación con las facies marinas, se atribuye al Plioceno inferior.

*Abanico aluvial de Albanyà.* Situado en el noroeste de la cuenca evolucionó condicionado por el funcionamiento de la falla de Albanyà. Se reconocen facies proximales y medio-distales, con un espesor total de 80m, y paleocorrientes de sentido suroeste. El sector sur-occidental del abanico buza hacia el oeste. Los can-

tos de los niveles conglomeráticos son de areniscas y calizas del Eoceno. Este abanico se sitúa sobre los del Fluvià superior y Llers por lo que se atribuye al Plioceno.

*Abanico deltaico de Perelada.* Localizado en la zona septentrional de la depresión y desconectado del resto de los abanicos pliocenos, se distinguen facies proximales y medio-distales, con un espesor total de 40m, que progradan sobre facies marinas reconocidas en varios sondeos situados en los alrededores de Castell d'Empúries. Hacia las zonas distales los niveles de gravas se organizan en canales de escasa continuidad lateral, que progresivamente disminuyen de entidad hacia el sur, con un aumento de la fracción fina. La procedencia del abanico es de componente norte y los cantos, generalmente angulosos, son de rocas metamórficas y cuarzo procedentes de los relieves de la Sierra de Rodes. La ausencia de fauna no permite datarlo pero por criterios de relación vertical con las facies marinas cortadas por los sondeos cercanos, se atribuye al Plioceno.

*Abanico deltaico de Sant Climent Sesebes.* Situado en la zona más septentrional de la cuenca, está representado por varios afloramientos desconectados, constituidos por gravas con niveles de areniscas que representan las facies proximales y medio-distales del abanico. Los cantos son de rocas metamórficas, granitos y cuarzo procedentes del Paleozoico de la sierra de Rodes. La evolución proximal-distal del abanico, con un espesor del orden de los 30m, es de componente sur; en la localidad de la Far d'Empordà las facies distales progradan sobre las areniscas ocreas marinas. En esta zona el abanico se interdigita con las facies distales del abanico de Llers. Por su relación lateral con las facies marinas, se atribuye al Plioceno inferior.

*Delta de Viladamat.* Adosado al noroeste del "Alto del Baix Empordà", está probablemente condicionado por una falla normal de dirección NW-SE. Constituye un cuerpo de gravas, de 40m de espesor, caracterizado por una acreción lateral a gran escala de sentido NW, en la que los estratos están inclinados 25°. Los cantos de las gravas son de granito, rocas metamórficas, calizas y areniscas del Eoceno, calizas del Mesozoico, liditas y cuarzo. El crecimiento del delta consiste en la superposición de lóbulos de gravas de dimensiones decamétricas en la perpendicular al sentido de las paleocorrientes. Progresivamente los estratos que constituyen el cuerpo de gravas pasan a las areniscas ocreas con fauna marina. En los sondeos cercanos se reconocen facies

margosas marinas sobre las que progradan los sedimentos anteriores. Se interpreta como un delta de tipo Gilbert (Gilbert, 1890) que se desarrolló en la desembocadura del paleo-Daró (Corredor de Albons). Por su relación con las facies marinas se atribuye al Plioceno inferior.

**Abanico deltaico de Roses.** Situado en el noreste de la fosa, cerca de la localidad de Roses, tiene muy poca extensión cartográfica. Los materiales aflorantes se interpretan como las facies proximales de un abanico aluvial deltaico, en gran parte erosionado, constituido por gravas finas con matriz arcósica; los cantos son de granito, rocas metamórficas y cuarzo procedentes de la sierra de Rodes. No se han encontrado restos de micromamíferos, pero por su relación con las facies marinas en sondeos cercanos, se atribuye al Plioceno.

**Facies marinas.** Situadas en el centro de la cuenca, están representadas por areniscas ocreas y lutitas margosas. En el cementerio de Siurana afloran las lutitas margosas de bahía (*offshore*), subyacentes a las areniscas, con 3m. visibles, que contienen abundante fauna. Transicionalmente y en vertical pasan a las areniscas ocreas sublitorales (*shoreface*), generalmente poco cementadas, de granulometrías finas a gruesas. Las areniscas contienen abundante fauna marina y presentan laminaciones cruzadas de media escala interpretadas como barras litorales, así como numerosas laminaciones onduladas de pequeña y media escala atribuidas a la acción del oleaje. El estudio de los moluscos de los yacimientos de la zona (Martinell, 1987) permitió datar estos sedimentos como Zancleanse (Plioceno inferior).

#### Interpretación paleogeográfica.

El relleno neógeno de la cuenca del Empordà está constituido por varios abanicos deltaicos y aluviales, los cuales están directamente relacionados, tanto en su localización como en su evolución y potencia, con la situación y características de las fallas que configuran la cuenca

El "Alto del Baix Empordà" condicionó la distribución paleogeográfica del relleno de la fosa, separando dos subcuencas conectadas, con sedimentos miocenos en la

meridional y mio-pliocenos en la septentrional. La potencia de las acumulaciones neógenas es variable, con un aumento generalizado hacia el este donde en el sondeo GEOT-1 perforó una potencia total aproximada de 1000m de sedimentos y rocas volcánicas de esta edad.

La sedimentación del Mioceno superior se inició con el sistema de abanicos aluviales de las Gavarres, de edad Vallesiense-Turolense y procedencia sur, que en parte, en el sector occidental, se interdigita distalmente con el abanico aluvial inferior del Fluvià, de edad Turolense superior. En el sector oriental (La Bisbal) los depósitos continentales progradaron sobre unas lutitas margosas con fauna marina. Desconectado de los otros abanicos y situado en el norte de la fosa, aflora el abanico de Garriguella, atribuido al Mioceno. La discordancia messiniense (Riba, 1981), asociada a una bajada relativa del nivel del mar, constituye una superficie erosiva que separa los abanicos miocenos de los pliocenos.

El Plioceno se inició con la sedimentación de varios canales conglomeráticos de gran continuidad lateral, pertenecientes al abanico aluvial superior del Fluvià, el cual con una evolución de sentido este es el de mayores dimensiones. Los sedimentos continentales de los abanicos de Llers, Sant Mori y Palol de Revardit se interdigitan en parte con los del superior del Fluvià; por el contrario, los de los abanicos de Perelada, Sant Climent Sescebes y Roses están desconectados del resto. Los sedimentos marinos constituidos por areniscas sublitorales (*shoreface*) y lutitas margosas de bahía configuran una franja de facies común a todos los abanicos deltaicos pliocenos (superior del Fluvià, Sant Mori, Llers, Sant Climent Sescebes, Perelada y delta de Viladammat) los cuales en sus facies distales, pasan transicionalmente y/o progradan sobre los depósitos marinos. En el caso del abanico de Llers y del inferior del Fluvià, el tránsito continental-marino se caracteriza por depósitos de playas de cantos.

#### Conclusiones

El relleno neógeno de la fosa del Empordà está constituido por un conjunto de abanicos deltaicos y aluviales, de los cuales 3 son miocenos y 9 pliocenos.

—Los abanicos neógenos están direc-

tamente relacionados, tanto en su localización como en su evolución y potencia, con la situación y características de las fallas que configuran la cuenca.

—Los abanicos descritos están adosados en forma semicircular a los márgenes de la cuenca, con una distribución de paleocorrientes radial que se dirige hacia el centro de la misma.

—Los sedimentos pliocenos de Viladammat se interpretan como un delta de tipo Gilbert, con paleocorrientes de sentido noroeste, que se depositó en la desembocadura del paleo-Daró.

—La litología de los cantos así como el análisis de las paleocorrientes, definen con precisión el área fuente de cada abanico.

—En el sector oriental del abanico de las Gavarres (Mioceno superior) afloran las únicas facies marinas del Mioceno superior reconocidas en toda la cuenca del Empordà.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a Oriol Oms Llobet la redacción del abstract.

#### Referencias

- Agusti, J.; Llenas, M.; Mató, E.; Picart, J. y Saula, E. (1994): *II Congr. Grupo Esp. del Terciario*. 7-10.
- Agusti, J. (1982): *Acta Geol. Hisp.*, 17. (1-2): 21-26.
- Calvet, M. (1982): *Thèse Univ. Paris I*, 2t. 502.
- Fleta Pastor, J. y Escuer, J. (1991): *I Congr. del Grupo Esp. del Terciario*, Vic.
- Gilbert, G.K (1890): *Monogr. U.S. Geol. Surv.*, 1.
- Mapa y memoria explicativa de la Hoja de Figueres (296) del Mapa geológico Nacional a escala 1:50.000, IGME
- Martinell, J. (1987): *Informe. Servei Geol. Catalunya*. GR-144.
- Martinell, J. y Domenech, R. (1985): *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 50: 213-223. Barcelona.
- Nemec, W. (1990): *Spec. Publs. int. Ass. Sediment.* 10: 3-12.
- Riba, O. (1981): *Mem. Reial Acad. Cien. i arts de Barcelona*, VXLV, (1): 1-115
- Saula, E.; Picart, J.; Mató, E.; Llenas, M.; Losantos, M.; Berástegui, X. y Agusti, J. (1994): *Acta Geol. Hisp.*, 29, 2-3: 55-75.