

Estratigrafía y estructura del área de Los Mansuetos (Cuenca de Teruel). Precisiones para la definición del estratotipo del Turolense

Stratigraphy and structure of the Los Mansuetos area (Teruel Basin). Some remarks for the definition of the Turolian stratotype

J. P. Calvo (*), L. Alcalá (**), A.M. Alonso Zarza (*), J. van Dam (***) y F. Gutiérrez Santolalla (****)

(*) Dpto de Petrología y Geoquímica, Fac. CC. Geológicas, Univ. Complutense, 28040 Madrid

(**) Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC, c/ José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid

(***) Faculty of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, Holanda

(****) Dpto de Ciencias de la Tierra, Fac. Ciencias, Univ. Zaragoza, Pl. San Francisco, 50009 Zaragoza

ABSTRACT

Detailed mapping of the Los Mansuetos area, located northeast of the town of Teruel, allows a better lithostratigraphical definition of the Upper Miocene to Pliocene continental sediments exposed in the area. Six main stratigraphic units are distinguished and correlated from E to W of Los Mansuetos. In addition, the complex structure of the area is analyzed: four main fault systems trending NE-SW, NNW-SSE, E-W and NW-SE have been recognized. The NE-SW trending faults and an associated flexure are the youngest structures formed as a result of pervasive dissolution of underlying Triassic evaporite formations cropping out to the north of Los Mansuetos. The other fault systems are probably related to the reactivation of the Teruel and Conculd fault systems. The study is relevant in furnishing a more precise geological framework for the stratotype of the Turolian.

Key words: stratigraphy, Turolian, Neogene, Teruel, Spain

Geogaceta, 25 (1999), 55-58

ISSN: 0213683X

Introducción

El área de Los Mansuetos, ubicada inmediatamente al NE de la ciudad de Teruel (Fig. 1), alberga un importante conjunto de yacimientos de vertebrados que abarcan la totalidad de las unidades de mamíferos (zonas MN de Mein) comprendidas entre el Vallesiense superior y el Plioceno inferior. En este área se halla definido el Turolense, de acuerdo con la propuesta de Crusafont (1965). Posteriormente, las características del Turolense fueron descritas por Marks (1971) y por Aguirre (1975) y Aguirre *et al.* (1975). Aunque no definida formalmente, se ha asumido que la sección que contiene el yacimiento de Los Mansuetos (ver situación en figura 2 y localización estratigráfica en figura 3) debe considerarse como estratotipo del Turolense, habiéndose sido seleccionado este yacimiento por Thaler (1966) como tipo de la «Zona de Teruel» y por Mein (1990) y Bruijn *et al.* (1992) como tipo de la zona MN12 de mamíferos neógenos.

En un trabajo previo (Alcalá *et al.*, 1994), se presentó una síntesis litoes-

tratigráfica y paleontológica del área de Los Mansuetos con el fin de establecer una base geológica más precisa para la definición de la sección tipo del Turolense. La complejidad estructural del área considerada motivó el que se cometiesen algunos errores a la hora de definir la correlación entre las diferentes unidades estratigráficas existentes. Siendo conscientes de este hecho, los autores del presente trabajo han llevado a cabo una cartografía de detalle (escala 1/10.000; Fig. 2), a partir de la cual quedan precisadas las relaciones geométricas entre dichas unidades. El trabajo se beneficia ampliamente de las aportaciones recientes de Albesa *et al.* (1997) y van Dam (1997) y, desde nuestro punto de vista, supone un soporte definitivo y necesario para la adecuada contextualización geológica del estratotipo del Turolense.

Las faunas de vertebrados fósiles del área de Los Mansuetos

Como se ha indicado, el contenido faunístico del yacimiento de Los Mansue-

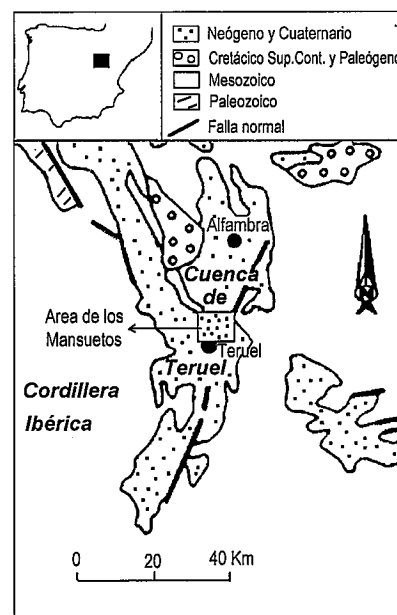


Fig. 1.- Situación geográfica y esquema geológico general de la Cuenca de Teruel, con indicación del área de estudio.

Fig. 1.- Geographic location and general geologic sketch of the Teruel Basin, with indication of the study area.

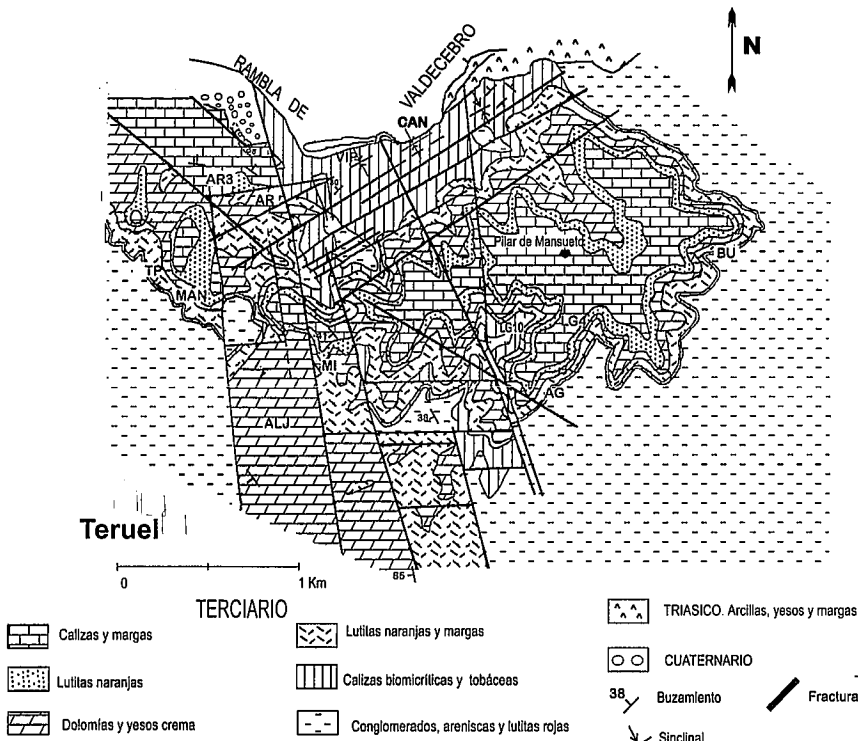


Fig. 2.- Mapa geológico del área de Los Mansuetos mostrando la distribución de las seis unidades estratigráficas neógenas reconocidas. Nótese el denso entramado de las cuatro familias de fallas presentes en la zona. Las siglas corresponden a yacimientos de vertebrados: TP, Cueva de Las Tres Puertas; MAN, Los Mansuetos; AR, El Arquillo; AR3, El Arquillo-3; ALJ, Aljezares; MI, Milagros; VIP, Vivero de Pinos; CAN, La Cantera; AG, Los Aguanaces; LG4, La Gloria-4; LG10, La Gloria-10; BU, El Bunker. Las secciones presentadas en la figura 3 son aproximadamente coincidentes con los puntos MAN, LG4 y BU.

Fig. 2.- Geologic map of the Los Mansuetos area showing the distribution of the six Neogene stratigraphic units recognized in the area. Note the dense network of faults throughout most of the zone. Letters correspond mammal sites: TP, Cueva de las Tres Puertas; MAN, Los Mansuetos; AR, El Arquillo; AR3, El Arquillo-3; ALJ, Aljezares; MI, Milagros; VIP, Vivero de Pinos; CAN, La Cantera; AG, Los Aguanaces; LG4, La Gloria-4; LG10, La Gloria-10; BU, El Bunker. Sections shown in figure 3 are approximately located in points MAN, LG4 and BU.

tos, conocido desde finales del siglo pasado (Dereims, 1898), constituye una referencia clave acerca de los fósiles del Turoliense típico. Los Mansuetos es la localidad tipo de seis especies de micromamíferos: los múridos *Occitanomys adroveri* (Thaler, 1966), *Parapodemus barbarae* Weerd, 1976 y *Huerzelerimys turoliensis* (Michaux, 1969); el cricétido *Ruscinomys schaubi* (Villalta y Crusafont, 1956); y los esciúridos *Atlantoxerus adroveri* (Bruijn y Mein, 1968) y *Spermophilinus turoliensis* (Bruijn y Mein, 1968). También constituye, junto con el Cerro de la Garita de Conclud, uno de los dos únicos lugares en donde se ha registrado el representante más antiguo conocido de los cánidos en Eurasia: *Canis cipio* (Crusafont, 1950). A pesar de su riqueza en micromamíferos y macromamíferos, no se han realizado excavaciones sistemáticas recientes, por lo que se

conoce poco acerca del modo de formación de la concentración de fósiles. El yacimiento presenta la desventaja de situarse en una sección que carece de niveles fosilíferos que permitan determinar los límites del Turoliense; ni siquiera se han detectado cambios de zona dentro del mismo. En su misma vertical, únicamente se sitúa el yacimiento de Los Mansuetos 2 (Fig. 3), con micromamíferos de edad algo más antigua pero también de la zona MN 12. La datación de estos yacimientos ha sido estimada por van Dam (1997) mediante extrapolaciones basadas en las tallas de *Occitanomys adroveri*, obteniendo una edad de 7,3 Ma para Los Mansuetos 2 y en torno a 6,9 Ma para Los Mansuetos.

Geología del área de Los Mansuetos

El área de Los Mansuetos presenta una particularidad bien marcada con res-

pecto al resto de los afloramientos de sedimentos neógenos en el sector norte de la Fosa de Teruel: en contraste con la disposición generalmente horizontal y continua de la mayor parte de estos sedimentos, el área de Los Mansuetos se encuentra deformada por una densa red de fracturas, de forma más notable en su parte central y occidental (Fig. 2). El sector oriental de la zona, donde se ubica el Pilar de Mansuetos (1.152 m de altitud), no presenta fracturación. La red de fracturas queda definida por varias familias de fallas, de componente normal: 1) fallas con direcciones entre 158°-174° (NNW-SSE a N-S), cuyo salto varía entre 6 y 70 m; 2) fallas de dirección E-W; 3) fallas con direcciones comprendidas entre 55° y 60° (NE-SW); y 4) fallas con dirección aproximada 130° (NW-SE). Las familias de fallas citadas en primer y tercer lugar son las que aparentemente afectan de una manera más notable la disposición original de los sedimentos miocenos. Aunque no se ha establecido de forma precisa la cronología relativa del movimiento de unas familias de fallas respecto a otras, sí se puede indicar que las que presentan una dirección aproximada NE-SW (55°-60°) son las más recientes, habiendo producido el descenso de bloques formados por una misma unidad hacia la Rambla de Valdecebro, punto donde afloran materiales mesozoicos evaporíticos (Fig. 2). La patente expresión morfológica de estos planos de falla, dando lugar a escarpes orientados a contrapendiente (ladera arriba) apoya esta interpretación.

Estratigrafía

La sucesión total de materiales neógenos en el área de Los Mansuetos supera los 150 m. Se han reconocido 6 unidades litoestratigráficas, algunas de ellas con cambios laterales de espesor y variaciones de facies, que pueden ser seguidas geoméricamente a lo largo de este área:

A) Unidad de conglomerados, areniscas y lutitas rojas (Vallesiense superior, MN10 - zona local J3 de van Dam, 1997). Constituye la parte más inferior de la sucesión aflorante en el área de Los Mansuetos, extendiéndose esencialmente hacia el E y SW de la zona. La unidad es parcialmente equivalente a la Formación Tejares, Formación Peral y Series de Los Monotos, términos estos con los que se han definido las facies clásticas que rodean los complejos carbonatados y evaporíticos lacustres de la parte norte de la Fosa de Teruel (Godoy et al., 1981). La potencia aflorante de los sedimentos de esta unidad supera los 100 m. El techo de

la unidad ha sido datado como Vallesien superior a partir de las asociaciones de vertebrados de los yacimientos La Salle y Los Aguanaces 4 (Fig. 3).

Interpretación: los materiales de esta unidad corresponden a facies distales de abanico aluvial y llanuras de inundación con desarrollo de paleosuelos carbonatados con índices variables de madurez. El área fuente de los abanicos aluviales se sitúa unos 6 km al E de Los Mansuetos. En el área sur de Los Mansuetos, estas facies intercalan capas de carbonatos y evaporitas que corresponden a sistemas lacustres efímeros.

B) Unidad de calizas biomicríticas y tobáceas (Vallesien superior, MN10, zona local J3 de van Dam, 1997). Constituye el primer nivel carbonatado observable en las secciones situadas al este de Los Mansuetos, por encima de las facies clásticas rojas. Su potencia es variable, desde unos 3 m en la sección de El Bunker a 8 m en la sección de La Gloria (Fig. 3) y hasta casi 20 m en el oeste y norte del área de Los Mansuetos. Consiste en una asociación heterogénea de bancos calizos fosilíferos, tanto tabulares como con geometrías acanaladas, y capas formadas por acumulación de fragmentos tobáceos, intercalándose entre ellas margas ricas en materia orgánica lateralmente discontinuas. Unos y otros depósitos carbonatados presentan abundante bioturbación de raíces (estructura prismática) a techo de las capas. La unidad contiene numerosos yacimientos de vertebrados, entre los que destacan Los Aguanaces 5A, 5B y 6, y La Gloria 11 (Fig. 3).

Interpretación: la asociación de lito-facies presente en esta unidad corresponde a depósitos de lagos carbonatados muy someros con evidencia de exposiciones subaéreas periódicas (rasgos palustres). La facies de margas ricas en materia orgánica es típica de zonas pantanosas.

C) Unidad de lutitas naranjas y margas (Turoliense inferior, MN11, zona local K de van Dam, 1997). Las lutitas, que presentan tonalidades algo más rojizas al E de Los Mansuetos, intercalan algunos niveles de arenas. Su potencia varía entre unos 10 m y, al menos, 36 m (Fig. 3), con una tendencia neta de aumento de espesor de E a W de la zona. Localmente se reconocen algunos niveles de carbonatos nodulosos y margas calcáreas, así como de yesos, intercalados en las lutitas, especialmente en la parte occidental de la zona. La unidad ha sido datada a partir de las asociaciones de vertebrados de los yacimientos Los Aguanaces 1, 3 y 7 (Fig. 3).

Interpretación: los materiales de esta unidad corresponden a facies aluviales muy distales en las que se desarrollaron sistemas lacustres efímeros, tanto de carácter carbonatado como evaporítico. El incremento de espesor de las facies aluviales de E a W de la zona sugiere una mayor importancia de los aportes procedentes de los relieves mesozoicos situados al oeste de Teruel.

D) Unidad de dolomías y yesos crema (parte superior del Turoliense inferior a parte inferior del Turoliense superior, techo de MN11 a base de MN13, zonas locales K, L y M1 de van Dam, 1997). Alcanza su máximo desarrollo, unos 35 m, en la sección de Los Mansuetos (Fig. 3) así como en el área de Los Aljezares (Fig. 2). En ambas localidades, la unidad consiste en una variada asociación de facies que comprende, además de margas más o menos ricas en materia orgánica, calizas, dolomías y yesos crema de aspecto característico al presentar una profusa bioturbación en forma de estriótubulos (fábrica de *tangle-patterned small burrows*, según Rodríguez-Aranda y Calvo, 1998). En la parte más oriental de Los Mansuetos (secciones de La Gloria y El Bunker; Fig. 3), esta unidad se reduce a algo más de 10 m de espesor de calizas. La unidad ha sido datada a partir de las asociaciones de vertebrados de los yacimientos Bunker de Valdecebro 6/7 (techo del Turoliense inferior), Los Mansuetos 2 (parte baja del Turoliense medio), el yacimiento clásico de Los Mansuetos (parte alta del Turoliense medio) y el de Bunker de Valdecebro, este último con fauna de vertebrados correspondiente a la base de la zona MN13 (Turoliense superior).

Interpretación: los depósitos de esta unidad son representativos de un sistema lacustre muy somero, de carácter carbonatado en las zonas más marginales, y de carácter mixto, carbonatado a moderadamente evaporítico en zonas más centrales. La asociación de carbonatos palustres, margas ricas en materia orgánica y yesos en la sección de Los Mansuetos es indicativa de ambientes pantanosos con aguas que alcanzaron en ocasiones una concentración salina moderadamente elevada, no superior a los 150 g/l, tal como pone de manifiesto la alta proliferación de organismos (larvas de quironómidos; Rodríguez-Aranda y Calvo, 1998) reconocida en las facies yesíferas. Estos episodios de abastecimiento de aguas más salinas se interpretan como resultado del lixiviado intenso de las formaciones triásicas.

E) Unidad de lutitas naranjas (Turoliense superior, MN13, zonas locales M1

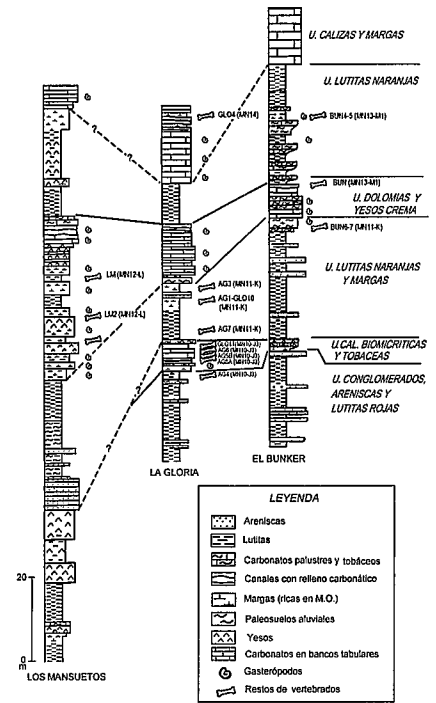


Fig. 3.- Esquema de correlación de tres de las secciones litoestratigráficas estudiadas en el área de Los Mansuetos, con indicación de los límites entre las unidades mayores reconocidas. Ver situación de las columnas en figura 2.

Fig. 3.- Lithostratigraphic logs of three sections studied in the Los Mansuetos area with correlation of the main stratigraphic units. See location of the sections in figure 2.

a M3 de van Dam, 1997). Las lutitas presentan una tonalidad más rojiza al E de Los Mansuetos (secciones de El Bunker y La Gloria; figura 3), donde intercalan niveles de paleosuelos carbonatados de escaso desarrollo. Más hacia el oeste, la tonalidad de las lutitas es típicamente naranja y los depósitos terrígenos incluyen abundante yeso diseminado y vetas de yeso fibroso, con algún banco evaporítico más compacto intercalado. La potencia de esta unidad oscila entre los 10 y los 30 m y ha sido datada en función de la asociación de vertebrados del yacimiento Bunker 4-5 (Fig. 3).

Interpretación: los materiales de esta unidad son interpretados como facies distales de sistemas aluviales instalados tanto al E como al O de la zona de Los Mansuetos. La presencia de yeso entre las lutitas pone de manifiesto la influencia de aportes de aguas salinas en estos ambientes distales, con generación ocasional de pequeños cuerpos lacustres evaporíticos.

F) Unidad de calizas y margas (Alfambriense, MN14-15). Constituye la

unidad estratigráficamente más alta dentro del área de Los Mansuetos. Consiste en una sucesión bastante homogénea de carbonatos, localmente arenosos, y margas más o menos ricas en materia orgánica. El mejor corte de la unidad, aunque parcial, se sitúa en las proximidades del Pilar de Mansueto y en él se encuentra el yacimiento de La Gloria-4, con fauna de vertebrados de edad Alfambriense inferior, MN14 (Fig. 3). La descripción e interpretación detallada de esta sección se encuentra en Albesa *et al.* (1997). La datación más alta de la unidad viene dada por el yacimiento de El Arquillo 3, con faunas de edad Alfambriense superior, MN15 (Alcalá, 1994).

Estructura del área de Los Mansuetos

El área de Los Mansuetos constituye un bloque levantado, limitado al oeste por la Falla de Teruel y al norte por los afloramientos triásicos de la Sierra de Tortajada. Tal como se ha indicado al inicio de este trabajo, este bloque presenta la particularidad de estar, excepto en su lado oriental (Fig. 2), intensamente deformado, lo que lo diferencia notablemente de la mayor parte del relleno neógeno existente en el sector norte de la Fosa de Teruel. A la deformación relacionada con las 4 familias de fallas descritas se une la apretada sinforma de dirección NE-SW, que termina bruscamente en un cierre periclinal en su extremo NE, reconocible a lo largo de 1,5 km en la Rambla del Río Seco (representada como Rambla de Valdecebro en la figura 2) en contacto con materiales triásicos (Moissenet, 1983). Los sedimentos implicados en dicha sinforma, esencialmente la Unidad de calizas biomicríticas y tobáceas, de edad Vallesiense superior, presentan numerosas fracturas en la zona de flexión que corresponden a grandes grietas de extensión ensanchadas por disolución (*kluftkarren*) y a fallas normales de salto variable (hasta decamétrico) con orientaciones sintética y antitética respecto a la flexión. Esta estructura es interpretada como resultado de la subsidencia producida por karstificación de formaciones evaporíticas (triásicas) subyacentes. La disolución de las evaporitas provocó la pérdida del soporte basal de los depósitos miocenos, respondiendo éstos mediante una subsidencia por flexión (*sag-*

ging o *passive bending*) (Gustavson, 1986; Gutiérrez, 1996).

La coincidencia en la dirección de esta sinforma con una de las principales familias de fallas, las de orientación NE-SW, reconocidas en la zona (Fig. 2) apoya la relación genética de estas fallas con el proceso de disolución a gran escala de las formaciones evaporíticas triásicas. Dicho proceso actuaría esencialmente en el área actualmente ocupada por la Rambla de Valdecebro, provocando el descenso escalonado por fallas normales del flanco NW del bloque de Los Mansuetos (Moissenet, 1983). Cronológicamente, este sistema de fracturas debe ser muy reciente, incluso funcional en nuestros días, a tenor de su clara incidencia en la morfología actual.

Por el contrario, las otras tres familias de fracturas (NNW-SSE, E-W y NW-SE) muestran direcciones que convergen con las de la Falla de Teruel y la Falla de Conclud (Moissenet, 1983), o son conjugadas de las mismas. La complejidad estructural de la zona impide obtener una idea precisa de las relaciones cronológicas entre las diversas familias de fallas, aunque parece bastante evidente que la familia de fallas NNW-SSE desplaza en varios puntos a las otras, lo que permite suponer su carácter más reciente. Estas fallas NNW-SSE presentan los saltos de falla más importantes (hasta 70 m) y constituyen, junto con el sistema de fallas NE-SW, el elemento deformacional que más repercusión ha tenido en la configuración de la estructura actual del área de Los Mansuetos. La deformación correspondiente a este sistema de fallas se integra dentro de la tectónica tardía sufrida por la parte central de la Fosa de Teruel, que Moissenet (1983) interpreta como ligada a la reactivación de las fallas de Teruel y Conclud durante el Plioceno superior-Pleistoceno.

Conclusiones

La precisión sobre las unidades liotestratigráficas neógenas y su correlación a lo largo del área de Los Mansuetos permite una mejor ubicación de la sección definida como estratotipo del Turoliense, subsistiendo, no obstante, el problema de la escasez de niveles fosilíferos en esta sección que permitan determinar sus límites precisos.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a los Drs A. Cooper (British Geological Survey) y T. Gustavson (Univ. Texas, Austin) por sus comentarios y asesoramiento en las cuestiones relativas a subsidencia por disolución de evaporitas. El trabajo se incluye dentro del Proyecto PB95-0114 financiado por la DGICYT.

Referencias

- Aguirre, E. (1975): *Estudios geol.*, 31: 587-593.
- Aguirre, E., Alberdi, M.T. y Pérez González, A. (1975): *Veda Publ. Slovak. Acad. Sci.*, Bratislava, 2: 149-152.
- Albesa, J., Calvo, J.P., Alcalá, L. y Alonso Zarza, A.M. (1997): *Cuad. Geol. Ibér.*, 22: 239-264.
- Alcalá, L. (1994): *Inst. Estudios Turolenses - Mus. Nac. C. Naturales (CSIC)*: 1-554.
- Alcalá, L., Alonso Zarza, A.M., Calvo, J.P., Morales, J. y Sanz, M.E. (1994): *Comun. II Congreso Grupo Esp. Terciario*, Jaca: 11-14.
- Bruijn, H.de, R. Daams, R., Daxner-Höck, G., Fahlbusch, V., Ginsburg, L., Mein, P. y Morales, J. (1992): *Newslett. Strat.*, 26: 65-118.
- Crusafont, M. (1965): *Proc. Kon. Nederl. Akad.*, B, 68: 121-126.
- van Dam, J.A. (1997): *Geologica Ultraiectina*, 156: 1-204.
- Dereims, A. (1898): *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Le Bigot Frères; Lille. 199 pp., 2 mapas.
- Godoy, A., Olivé, A. y Moissenet, E. (1981): *Hoja Geológica 1/50000 n° 567 (Teruel)*. IGME, Madrid.
- Gustavson, T.C. (1986): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 97: 459-472.
- Gutiérrez, F. (1996): *Geomorphology*, 16: 277-293.
- Marks, P. (1971): *Gior. Geol.*, 37 (2): 209-213.
- Mein, P. (1990): *European Neogene Mammal Chronology* (Lindsay E.H. *et al.*, Eds). Plenum Press, 73-90.
- Moissenet, E. (1983): *Libro Jubilar J.M. Ríos*, Geología de España, t. II, 427-446.
- Rodríguez-Aranda, J.P. y Calvo, J.P. (1998): *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 140, 383-399.
- Thaler, L. (1966): *Mem. Mus. Nat. Hist. Naturelle*, Paris, C, 17: 1-295.