

La serie paleógena de la unidad superior del Gomáride en Talembote (Rif Interno, Marruecos)

The Paleogene successions in the upper Ghomaride unit in Talembote (Internal Rif, Morocco)

R. Hlila ^(1,2), A. Maaté ⁽¹⁾, C. Sanz de Galdeano ⁽²⁾, J. Serra-Kiel ⁽³⁾, F. Serrano ⁽⁴⁾ y Kh. El Kadiri ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Département de Géologie, Faculté des Sciences, B.P. 2121, Tétouan, Maroc. rhlila@yahoo.com ; amaate@yahoo.fr; khalielkadiri@yahoo.fr

⁽²⁾ Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-Univ.Granada). Campus Fuentenueva, 18071, Granada, España. csanz@ugr.es

⁽³⁾ Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, 08071. Barcelona, España. josepserra@ub.edu

⁽⁴⁾ Departamento de Geología y Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga, 29071, España. F.Serrano@uma.es

ABSTRACT

The lower Paleogene stratigraphic successions of the Talembote upper Ghomaride Unit represent an interval of age going from the (middle?) Ilerdian to the early Bartonian, showing a transgressive sequence interrupted by intermittent sedimentary gaps, which are indicated by surfaces of discontinuity. These sediments correspond essentially to carbonatic facies with benthic foraminifers deposited in a shallow platform that was maintained probably until the late Lutetian. The abrupt rupture of this platform allowed, during the early Bartonian, sedimentation of pelagic to hemipelagic facies in a bathyal sedimentary environment. Later, the sudden interruption of the sedimentation in the early Bartonian, indicated by a paleosol, may be better explained by tectonic reason than eustatism taking into account many actual geodynamic reconstructions.

Key words : Biostratigraphy, larger foraminifera, planktonic foraminifera, Paleogene, Gomarides, Rif.

Geogaceta, 43 (2007), 91-94

ISSN: 0213683X

Introducción

La historia geológica del Gomáride durante el Paleógeno inferior no es bien conocida debido a la escasez y a la dispersión de sus secuencias sedimentarias. Sin embargo, el estudio de estas series preorogénicas es importante para conocer la evolución geológica terciaria de la Zona Interna Bético-Rifeña, dado que las deformaciones compresivas alpinas comenzaron en la región durante ese intervalo de tiempo. En el Rif, se han descrito (Durand-Delga *et al.*, 1964; Olivier, 1979; Maaté, 1984,1996; Maaté *et al.*, 2000; El Kadiri *et al.*, 2001; Hlila, 2005) algunos restos conservados en las unidades de Beni Hozmar y Akaïli (Kornprobst, 1974). En la presente nota se describen dos afloramientos situados en Tarhzoute y Aghermane (Fig.1) situados en la cobertera de la unidad superior del Gomáride denominada unidad de Talembote (Chalouan, 1986). El primero se cita en una nota reciente (El Kadiri *et al.*, 2001) mientras que el segundo no se había descrito hasta ahora. El objetivo de esta nota es presentar los nuevos datos lito y bioestratigráficos que muestra el Paleógeno inferior en el manto Gomáride.

Datos lito- y bioestratigráficos

Corte de Aghermane

Este corte (x = 516,6; y = 514,3 coordenadas Lambert, mapas de Bab-Taza y Talembote, 1/50000) recibe el nombre de una localidad situada a 2 Km al SO de Talembote (Figs. 1 y 2). Sobre sedimentos del Triás y del Lías reposa una serie paleógena que presenta, de abajo arriba (Fig. 2):

- ▶ Calcarenitas gris oscuras a negras (1-2 m) (término 3, Fig.2b) con granos de glauconita y escasos restos de *Microcodium*. Se han estudiado tres muestras de este término. La primera (muestra E 1): Los foraminíferos bentónicos *Lenticulina* sp., nodosáridos, *Discocyclina* sp. y *Nummulites* sp. de pequeñas dimensiones, foraminíferos planctónicos y fragmentos de equinodermos. La segunda (muestra E 2): presenta los foraminíferos bentónicos *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Rotalia* sp., *Linaresia* sp., *Asterocyclina* sp. y amphistegínidos y numerosos restos de algas rojas (rodofitas). La última (muestra E 3): presenta los foraminíferos bentónicos *Assilina* sp. y textuláridos con briozoos y fragmentos

de equinodermos. Las pequeñas dimensiones de los macroforaminíferos del género *Nummulites* y *Assilina*, la ausencia de *Nummulites* granuloso y la presencia del género *Asterocyclina* permite atribuir estos niveles a la base del Eoceno Inferior (Ilerdiense sensu lato).

- ▶ Areniscas calizas y calizas arenosas (1m) (término 4a, Fig.2b) con pequeños cantos de cuarzo bastante numerosos y algunos feldespatos. La muestra E 4 presenta una textura packstone; contiene *Nummulites burdigalensis* (De La Harpe en Schaub, 1951) y *Discocyclina* sp. Las areniscas calizas y calizas arenosas pasan progresivamente a calizas beige (2-3m) (término 4b, Fig.2b) de las que se han estudiado dos muestras. La primera (muestra E 5) presenta textura wackestone con *Alveolina* del grupo de *Alveolina oblonga*, *Nummulites burdigalensis*, *Cuvillierina vallensis* (Ruiz de Gaona, 1948) y fragmentos de *Orbitolites* sp. La segunda (muestra E 5') se trata de una microbrecha formada por elementos calizos de textura packstone con una matriz wackestone y presenta una asociación fosilífera similar a la anterior, además de *Discocyclina* sp. La presencia de *Nummulites*

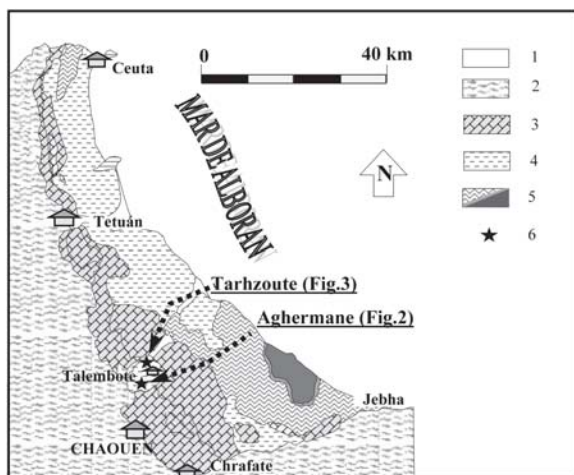


Fig. 1.- Mapa geológico simplificado del Rif septentrional modificado de Suter, (1980) con la localización de los dos afloramientos del Paleógeno inferior de la cobertera gomáride. 1: Plioceno-Cuaternario, 2: Zona Externa y unidades de los Flyschs, 3: Dorsal Caliza y grupo de Jebel Musa, 4: Unidades gomárides y su cobertera eocena-miocena, 5: Sébtides, 6: localización en el mapa de los afloramientos estudiados.

Fig. 1.- Location map of the studied early Paleogene Ghomaride cover in the Northern Rif (modified from Suter, 1980). 1: Pliocene-Quaternary, 2: External zones and the overriding Flysch nappes, 3: Calcareous Chain and J. Moussa Group, 4: Ghomaride units and their Eocene-Miocene transgressive cover, 5: Sebtime units, 6: Studied outcrops.

burdigalensis en la muestra E 4 y la de la asociación de este *Nummulites* con *Cuvillierina vallensis* en las muestras E 5 y E 5', indica una edad Cuisiense Inferior o Medio (SBZ10 o SBZ11, Serra-Kiel *et al.*, 1998) para este intervalo estratigráfico.

► 5-6 m de caliza gris clara a blanca. La muestra E 6 se trata de brechas con restos calcáreos de textura packstone y una matriz wackestone, con fragmentos de moluscos, briozoos, rodofíceas (*Peyssonelliáceas* y *Coralináceas*), foraminíferos planctónicos, foraminíferos incrustantes como *Haddonina* sp., *Solenomeris* sp. y *Miniacina* sp., *Sphaerogypsina globula* (Reuss, 1848), *Gyroidinella magna* (Le Calvez, 1949) *Carpenteria* sp., *Rotalia viennoti* (Greig, 1932), *Nummulites* del grupo de *Nummulites perforatus* con un diámetro de prolóculo de 0,560 mm. La muestra E 6' se trata de wackestone con *Nummulites* del grupo de *Nummulites perforatus* con un prolóculo de 0,400 mm de diámetro, *Discocyclina* sp., *Asterocyclina* sp., *Assilina* del grupo de *Assilina spira*, *Rotalia viennoti*, *Sphaerogypsina globula*, *Solenomeris* sp. y rodofitas (*Peyssonelliáceas*). La asociación de *Gyroidinella magna*, *Rotalia viennoti* (Greig, 1932) con *Nummulites* del grupo de *Nummulites perforatus* con prolóculos que varían de

0,400 a 560 mm es típica del Luteciense Medio o SBZ14-SBZ15 de Serra-Kiel *et al.*, (1998).

► Nivel superior de calizas de color beige sucio de textura wackestone. La muestra E 7 presenta los macroforaminíferos *Assilina* sp., *Asterigerina* sp., *Discocyclina* sp. y *Nummulites* del grupo de *Nummulites millecaput* con prolóculos que varían entre 0,880 y 1,040 mm de diámetro. Esta asociación del género *Assilina* con *Nummulites* del grupo del *Nummulites millecaput* con los diámetros de prolóculo que se han indicado más arriba corresponde al Luteciense Superior o SBZ16 (Serra-Kiel *et al.*, 1998).

► Margas amarillas con finas intercalaciones discontinuas de arenas que reposan en discordancia sobre los anteriores sedimentos y, en algunos lugares, incluso sobre el Paleozoico. Una muestra del techo de las margas (E 8) ha suministrado abundantes y bien preservados foraminíferos planctónicos (66-90 %), lo que indica un medio marino batial, relativamente profundo. Se ha determinado la siguiente asociación: *Subbotina linaperta* (Finlay), *Subbotina frontosa* (Subbotina), *Subbotina inaequispira* (Subbotina), *Muricoglobigerina senni* (Beckman), *Acarinina primitiva* (Finlay), *Acarinina broedemanni anapates* (Cushman y Bermúdez), *Acarinina bullbrookii*

(Bolli), *Acarinina spinuloinflata* (Bandy), *Acarinina cuneicamerta* (Blow), *Morozovella spinulosa* (Cushman), *Morozovella lehneri* (Cushman y Jarvis), *Truncarotaloides topilensis* (Cushman), *Truncarotaloides pseudodubia* (Bandy), *Clavigerinella eocenica* (Nuttall), *Globigerinatheka subconglobata* (Shutskaya) *Globigerinatheka kugleri* (Bolli, Loeblich y Tappan), *Globigerinatheka index* (Finlay), *Turborotalia possagnoensis* (Tourmakine y Bolli), *Neogloboquadrina griffinae* (Blow), *Neogloboquadrina Wilsoni* (Cole). Esta asociación es característica de la zona P12 de Berggren *et al.*, (1995), lo que permite precisar la edad como Eoceno Medio, en la base del Bartonense.

El estudio petrográfico de las arenas muestra esencialmente granos de cuarzo (aproximadamente el 40% del total de la roca) y feldespatos de tipo albita (10 a 15 %) y accesoriamente plagioclasas con maclas polisintéticas (1 a 2%), cristales de dolomita y calcita con bordes rubificados, bioclastos (restos de foraminíferos y de algas). Estas arenas corresponden a grauwascas de la clase intermedia (Pettijohn *et al.*, 1987), lo que sugiere un origen mixto, a partir de rocas sedimentarias y de otro tipo.

El límite superior de la serie coincide con un paleosuelo de aproximadamente 1m de espesor, sobre el que reposa en discordancia un conglomerado calizo y dolomítico de unos 8-10 m de espesor (término 8 de la Fig. 2b), que en el detalle recuerda al conglomerado superior de la formación Fnideq de Beni Maâden (Maaté, 1996) o conglomerado supra-Fnideq atribuido al Aquitaniense terminal (Hlila, 2005).

Corte de Tarhzoute

Este corte se sitúa en el borde occidental de la carretera que une Talembote y Oued Laou (x= 515, y= 518,7) (mapa de Talembote 1/50000, Figs. 1 y 3). Lo esencial de su serie triásico-jurásica fue descrita por El Kadiri *et al.* (2001). Sobre las calizas liásicas (término 1 de la Fig. 3b) intensamente brechificadas con una superficie ferruginosa endurecida en el techo, reposan:

- Calizas oolíticas rosas (término 2 de la Fig. 3b) cuyas facies son parecidas a las del corte de Dradia, descritas por Maaté (1984) y Maaté *et al.*, (2000), pero que aquí son más potentes (2-2,5 m). Estas calizas están muy brechificadas y su techo está tapizado por una superficie ferruginosa endurecida que contiene abundante *Microcodium*.
- Calizas masivas (5 à 6m) con pátina blanca (término 4b de la Fig. 3b) con algas y fauna bentónica muy variada,

que en su base tiene un nivel de calizas bioclásticas arenosas, rosas y de pátina gris (término 4a de la Fig. 3b), que recuerdan las del corte de Aghermame. En su conjunto y dada la similitud de facies, las atribuimos al Cuisiense Inferior-Medio. En el techo, existe una brecha (1,5m). Sobre las calizas eocenas reposan, en contacto tectónico, margas verdosas y pelitas color tabaco con pasadas de areniscas numidoides de la Predorsal, cuya edad es Burdigaliense inferior-medio (El Kadiri *et al.*, 2001).

Discusión y conclusión

El estudio lito y bioestratigráfico permite obtener las siguientes conclusiones:

- La serie paleógena del manto superior gomáride comienza por formaciones carbonatadas con foraminíferos bentónicos que testimonian la instalación, desde el Ilerdiense, de una plataforma carbonatada poco profunda que perduró, aunque con sedimentación discontinua, hasta el Luteciense Superior. Esta datación del Ilerdiense refuta la hipótesis de Martín-Martín (1996) y Maaté *et al.* (2000) de una laguna general en el Maláguide-Gomáride. Sin embargo, aún no sabemos como evolucionaron estos niveles ilerdienses hacia techo.
- El Cuisiense Inferior-Medio (SBZ10 y 11) muestra facies de calizas de alveolínidos y nummulítidos tanto en los cortes de Tarhzoute y Aghermame como en el resto de los afloramientos maláguide-gomárides (cf., síntesis de Maaté *et al.*, 2000). Esta constancia de facies supone la instalación de una gran plataforma carbonatada poco profunda en condiciones de estabilidad tectónica relativa. En los dos cortes estudiados no se han localizado materiales del Cuisiense Superior-Luteciense Inferior (SBZ 12 et 13, sensu Serra-Kiel *et al.*, 1998), por lo que esta laguna parece estar ligada a una probable regresión (ver síntesis de Maaté *et al.*, 2000), lo que concuerda con los ciclos T-R de la tabla 2 de Hardenbol *et al.*, (1998).
- Mientras que la serie de Tarhzoute parece corresponder a las partes altas que quedaron parcialmente emergidas después del depósito del Cuisiense Inferior-Medio, la de Aghermame muestra que la plataforma se mantuvo hasta el Luteciense Superior, edad a partir de la cual se asiste a su dislocación y ruptura. La plataforma probablemente se frag-

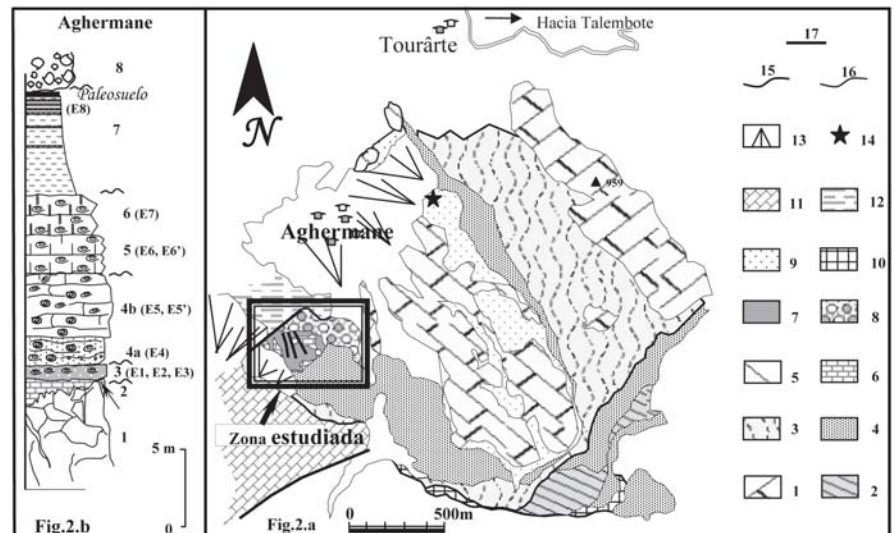


Fig. 2.- 2.a: Mapa geológico simplificado de la zona de Aghermame mostrando la localización de los afloramientos del Eoceno-Mioceno Inferior del manto paleozoico gomáride superior de Talembote, 1: Calizas con *Favosites* del Devónico inferior de la unidad superior de Talembote, 2: Devoniano-carbonífero del manto de Koudiat Tiziane en Talembote, 3: Grauwackas en grandes bancos y filitas oscuras del Carbonífero del manto de Talembote, 4: Facies Verrucano del Permo-Triás, 5: Calizas masivas blancas (C.M.B) del Lías inferior, 6: Calizas con *Alveolinas* y *Assilinas* del Eoceno Inferior-medio, 7: Margas amarillentas de la base del Bartonense, 8: Conglomerado poligénico del Mioceno Inferior, 9: Pelitas con bancos finos de areniscas (facies de tipo Viñuela) del Burdigaliense inferior, 10: C.M.B del Lías de las escamas de Ouaslaf (Dorsal interna), 11: Formaciones carbonatadas del Triás-Lías de la Unidad de Jebel Tissouka (Dorsal externa), 12: Areniscas y pelitas marrones del Mioceno Inferior de la predorsal, 13: Derrubios y formaciones aluviales cuaternarias, 14: Sedimentos de tipo Viñuela datados del Burdigaliense inferior mediante foraminíferos planctónicos, 15: contacto normal, 16: Contacto anormal, 17: Fallas. 2b: Columna litoestratigráfica de la serie eocena-miocena de Aghermame.

Fig. 2.-: 2.a: Simplified geological map of the Aghermame area and location of the studied Eocene-early Miocene series that transgressively cover the Paleozoic Ghomaride schists of the upper Talembote unit. 1: Favosites-bearing Devonian limestones of the upper Talembote unit, 2: Devonian-Carboniferous of the Ghomaride's Koudiat Tizian nappe in Talembote area, 3: Greywackes and Carboniferous thick dark pelites of the Talembote nappe, 4: Permo-Triassic Verrucano facies, 5: Early Liassic white massive limestones (CMB), 6: Alveolina- and Assilina-rich, early to middle Eocene limestones, 7: Earliest Bartonian yellowish marls, 8: Early Miocene polygenic conglomerates, 9: Early Burdigalian thin sand-intercalated pelites (Viñuela-type facies), 10: Liassic white massive limestones of the Uaslaf slices (Internal Dorsale), 11: Triassic-early Liassic massive carbonate formation of the Tissouka nappe (External Dorsale), 12: Early Burdigalian brown sandstone/pelite alternation (Predorsalian units), 13: Base-of-slope and fluvial Quaternary formations, 14: Early Burdigalian, planktonic Foraminifera-dated Viñuela-type sediments, 15: Stratigraphic contact, 16: Tectonic contact, 17: Faults, 2b: Stratigraphic column of the Eocene-Miocene Aghermame series.

mentó en bloques, alguno de los cuales se hundieron y fueron cubiertos por sedimentos hemipelágicos característicos de ambientes sedimentarios batiales. La profundidad alcanzada superó el límite de formación de carbonatos « maximum carbonate production deep » y reflejó una « drowning unconformity » (Schlager, 1989, 1991). Es decir, buena parte de la plataforma se situó por debajo de la zona eufótica, lo que inhibió la bioproducción de la fauna bentónica. La intercalación de grauwackas en los depósitos margosos del Bartonense indica que el transporte se hizo de forma muy rápida de tal forma que la alteración química del material sedimentario no se produjo de forma eficaz (Pettijohn

et al., 1987). Estas condiciones parecen reunirse en los márgenes continentales tectónicamente activos.

- En la parte inferior del Bartonense la interrupción de la sedimentación de las anteriores series se tradujo en la formación de un paleosuelo. La tabla 2 de Hardenbol *et al.*, (1998) muestra que el Bartonense estuvo dominado por un régimen transgresivo, lo que excluye la posibilidad de un cambio eustático que explique la disminución súbita de la lámina de agua. En función de esto, interpretamos que esta interrupción fue el resultado de un cambio de régimen tectónico que produjo el levantamiento del Gomáride, preludio de la importante tectónica tangencial ocurrida durante el Eoceno Superior-Oligoceno Inferior (Olivier, 1979,

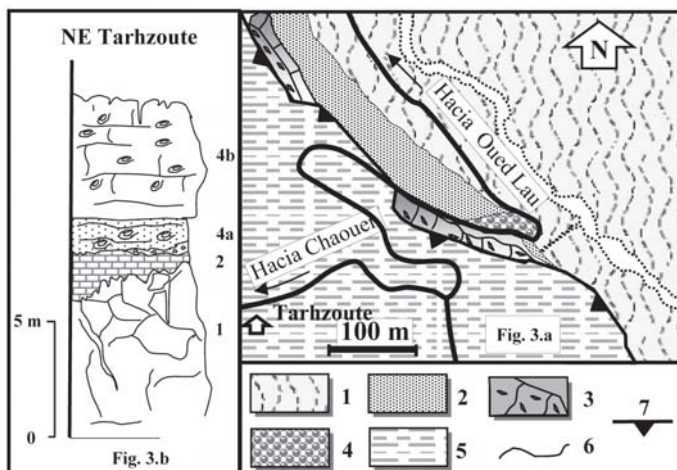


Fig. 3.- 3.a: Mapa geológico simplificado de la zona de Tarhzoute mostrando la localización de los afloramientos de la plataforma eocena de la unidad paleozoica gomáride de Talembote, 1: Grauwackas en grandes bancos y filitas oscuras del Carbonífero de Talembote, 2: Facies Verrucano del Permo-Trías, 3: Formaciones carbonatadas del Jurásico-Eoceno, 4: Brecha de color rojo con cantos de calizas con numulites, granitos y rocas volcánicas de edad post eocena, 5: Margas verdes y pelitas “brun tabac” con bancos finos de areniscas de tipo numidoide (unidad predorsaliense) del Burdigaliense inferior-medio. 6: contacto estratigráfico, 7: contacto anormal. 3.b: Columna litoestratigráfica de la serie eocena de Tarhzoute.

Fig. 3.- 3a. Simplified location map of the Eocene platform carbonates covering the Paleozoic Talembote Ghomaride unit in Tarhzoute area. 1: Greywackes and Carboniferous thick dark pelites of the Talembote nappe, 2: Permian-Triassic Verrucano facies, 3: Jurassic-Eocene, Massive carbonate formations, 4: Post-Eocene, red polygenic breccia reworking nummulitic limestones, granite and basalt pebbles, 5: Early to middle Burdigalian green marls and tobacco-brown pelites with thin intercalations of Numidian like sandstones (predorsalian units), 6: Stratigraphic contact, 7: Tectonic contact. 3b: Stratigraphic column of the Eocene Tarhzoute series.

Feinberg *et al.*, 1990, Hlila, 2005) responsable de la estructuración en mantos del Gomáride-Maláguide y su cabalgamiento sobre el Sébtide-Alpujárride, (tectogénesis paroxismal oligocena, sensu Serrano *et al.*, 2006, 2007)

- El depósito del conglomerado calizo y dolomítico atribuido al Aquitaniense terminal probable (Hlila, 2005) directamente sobre las margas bartonienses, supuso que, tras el evento tectónico anterior, o bien la transgresión del Oligoceno Superior-Aquitaniense responsable del depósito de la serie de Fnideq (NP25-NN1, Feinberg *et al.*, 1990), no pudo invadir los sectores que quedaron en alto durante este intervalo de tiempo o bien esta formación se depositó, pero ha sido completamente erosionada con posterioridad.

Agradecimientos

Esta nota se ha hecho en el marco de la beca concedida a uno de los autores (R.H) por la Agencia Española de

Cooperación Internacional (AECI) y del proyecto CGL 2005-00404/BTE.

Referencias

Berggren, W.A., Kent, D.W., Swisher C.C. y Aubry, M.P. (1995). En: *Geochronology, Time scales and Global Correlations: an unified temporal framework for a historical Geology*. (W.A. Berggren., D.W. Kent, C.C. Swisher, M.P. Aubry y J. Hardenbol, Eds). SEPM (Special Publication), 54,129-212.

Chalouan, A. (1986). *Les nappes ghomarides (Rif septentrional, Maroc). Un terrain varisque dans la chaîne alpine*. Tesis Doctoral, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 371 p.

Durand-Delga, M., Kornprobst, J., Leikine, M. y Raoult J.F. (1964). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris*, 258, 5925-5928.

El Kadiri, Kh., Chalouan, A., El Mrihi, A., Hlila, R., López-Garrido, A., Sanz de Galdeano, C., Serrano, F. y Kerzazi, K. (2001). *Eclogae geologica Helvetiae*, 94, 313-320.

Feinberg, H., Maaté, A., Bouhdadi, S., Durand-Delga, M., Maaté, M., Magné, J. y

Olivier, P. (1990). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris*, 310, Série II, 1487-1495.

Hardenbol, J., Thierry, J., Farley Martin, B., Jacquin, Th., De Graciansky, P.C. y Vail P.R. (1998). En: *Mesozoic and Cenozoic Sequences Stratigraphy of European Basins*. (P.C. De Graciansky, J. Hardenbol, Th. Jacquin y R. Vail Peter, Eds.). SEPM (Special Publication), 60.

Hlila, R. (2005). *Evolution tectono-sédimentaire tertiaire au front ouest du domaine d'Alboran (Ghomarides et Dorsale calcaire)*. Tesis Doctoral, Univ. Te-tuan, 351 p.

Kornprobst, J. (1974). *Notes et Mémoires du Service Géologique de Maroc*, 251, 226 p.

Maaté, A. (1984). *Étude géologique de la couverture mésozoïque et cénozoïque des unités ghomarides au Nord de Tétouan (Rif interne, Maroc)*. Tesis de tercer ciclo, Univ. Paul Sabatier, Toulouse-III, 161 p.

Maaté, A. (1996). *Estratigrafía y evolución paleogeográfica del Dominio Gomáride (Rif Interno, Marruecos)*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 397p.

Maaté, A., Martín-Algarra, A., Martín-Martín, M. y Serra-Kiel, J. (2000). *Geobios*, 33, 4. 409-418.

Martín-Martín, M. (1996). *El Terciario del Dominio Maláguide en Sierra Espuña (Cordillera Bética oriental, SE de España). Estratigrafía y evolución paleogeográfica*. Tesis Doctoral, Univ. Granada 354p.

Olivier, P. (1979). *Comptes Rendus Sommaires de la Société Géologique de France*, 2, 60-63.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. y Siever, R. (1987). *Sand and sandstones*. Springer-Verlag, second Edition, 531p.

Schlager, W. (1989). En: *Society of Economic Paleontologist and Mineralogist*. (P.D. Crevello, J.L. Wilson, J.F., Sarg y J.F. Read, Eds.). Special Publication, 44, 15-25.

Schlager, W. (1991). *Sedimentary Geology*, 70, 109-130.

Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Fernandez, C., Jahuri, A.K., Less, G., Pavlovic, R., Pignatti, J., Samsó, J.M, Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. y Zakrevskaya, E. (1998). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 169, 281-299.

Serrano, F., Guerra-Merchán, A., El Kadiri, Kh., Sanz de Galdeano, C., López-Garrido, A.C., Martín-Martín, M. y Hlila, R. (2007). *Geobios*, 40, 191-205.

Serrano, F., Sanz de Galdeano, C., El Kadiri, Kh., Guerra-Merchán, A., López-Garrido, A.C., Martín-Martín, M. y Hlila, R. (2006). *Eclogae Geologica Helvetiae*, 99, 237-253.