La sección Messiniense - Plioceno de Crevillente (Cordillera Bética oriental): expresión de la crisis de salinidad del Mediterráneo

The Messinian - Pliocene section of Crevillente (eastern Betic Cordillera): expression of the Mediterranean salinity crisis

J.M. Soria, A. Yébenes y J.E. Caracuel

Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Univ. Alicante. Apdo 99, 03080 San Vicente del Raspeig, Alicante, España. Jesus.Soria@ua.es ayebeness@wanadoo.es; Jesus.Caracuel@ua.es

ABSTRACT

A composite stratigraphic section in Crevillente (eastern Betic Cordillera) is studied. It represent a complete stratigraphical and paleontological record of the Messinian and Lower Pliocene. Two discontinuity surfaces related to the Mediterranean salinity crisis are analysed: a intra-messinian surface which coincides with a sea-level fall leading to the emergence of this area far from marine influences; and an uppermost Messinian unconformity, with strong erosional character, overlied by marine Lower Pliocene transgressive deposits.

Key words: *Mediterranean salinity crisis, Messinian, Pliocene, Crevillente, Eastern Betic Cordillera.*

Geogaceta, 31 (2002), 159-162
ISSN:0213683X

Introducción

Los sondeos realizados durante los años 1970 y 1975 en la llanura abisal de la cuenca mediterránea detectaron una potente acumulación de evaporitas (sulfatos y halita) de edad Messiniense (Nesteroff, 1973; Friedman, 1973; Hsü *et al.*, 1973a). A raíz de ese hallazgo, se generalizó el término "crisis de salinidad messiniense" (acuñado por Selli en 1960) para designar el singular acontecimiento paleoceanográfico que condujo a la precipitación de estas evaporitas. El modelo de "cuenca profunda desecada", propuesto por Hsü *et al.* (1973b) para explicar la crisis de salinidad y mayoritariamente aceptado por la comunidad científica, implica, al menos, tres hechos fundamentales: 1) una caída del nivel relativo del mar en torno a 1500 m que provocó la precipitación en el fondo del Mediterráneo de importantes depósitos salinos de aguas someras, 2) la formación de una superficie erosiva subaérea, con valles encajados en los márgenes continentales, y 3) la posterior reinundación que restauró las condiciones marinas profundas en el Mediterráneo.

La existencia de una superficie erosiva messiniense ha sido puesta de manifiesto por diferentes autores. Algunos de ellos la relacionan con la desecación del Mediterráneo (Montadert *et al.*, 1978; Clauzon, 1982; Riding *et al.*, 1991y 1998; Clauzon *et al.*, 1996), mientras que otros la explican sin necesidad de recurrir a la desecación (Martínez del Olmo, 1996; Martínez del Olmo y Serrano Oñate, 2000; Roveri *et al.*, 2001). Por otra parte, la reinundación del Mediterráneo queda claramente evidenciada por la presencia de depósitos marinos sobre la superficie erosiva, si bien existen propuestas diferentes respecto a la edad de este evento. Así, frente a la edad Plioceno inferior propuesta por Hsü *et al.* (1973b) y otros autores posteriores, Riding *et al.* (1999) proponen una edad messiniense.

En nuestro estudio presentamos un análisis del registro messiniense y plioceno inferior en un sector de una cuenca marginal del Mediterráneo (Cuenca del Bajo Segura). Los datos que se aportan ofrecen información tanto sobre la naturaleza de la superficie erosiva messiniense como sobre la edad de la reinundación.

Contexto geológico

La sección de Crevillente se localiza en el borde norte de la Cuenca del Bajo Segura. La estratigrafía general de esta cuenca ha sido establecida por Montenat *et al.* (1990), quienes establecen dos unidades mayores separadas por una discordancia regional: un Neógeno antiguo (Mioceno inferior y medio), intensamente deformado por la estructuración orogénica de la cordillera, y un Neógeno reciente (Mioceno superior y Plioceno), que se inicia con una transgresión regional y cuya deformación es notablemente menor. En Crevillente los materiales del Neógeno reciente forman una estructura monoclinal de dirección N70°E con buzamiento medio de 25° hacia el SE. Desde el punto de vista paleontológico, la sección de Crevillente contiene, según Martín Suárez y Freudenthal (1998), "una de las mejores secuencias conocidas de mamíferos de edad Mioceno superior".

Estratigrafía

Para el análisis estratigráfico de la sección de Crevillente se han seleccionado tres sucesiones localizadas inmediatamente al este del pantano de Crevillente, que abarcan temporalmente el Messiniense y el Plioceno inferior (Fig. 1). Los materiales representados han sido separados en cinco unidades, dos inferiores de edad Mioceno superior y tres de edad Plioceno inferior (Fig. 2), cuyas características se describen a continuación.

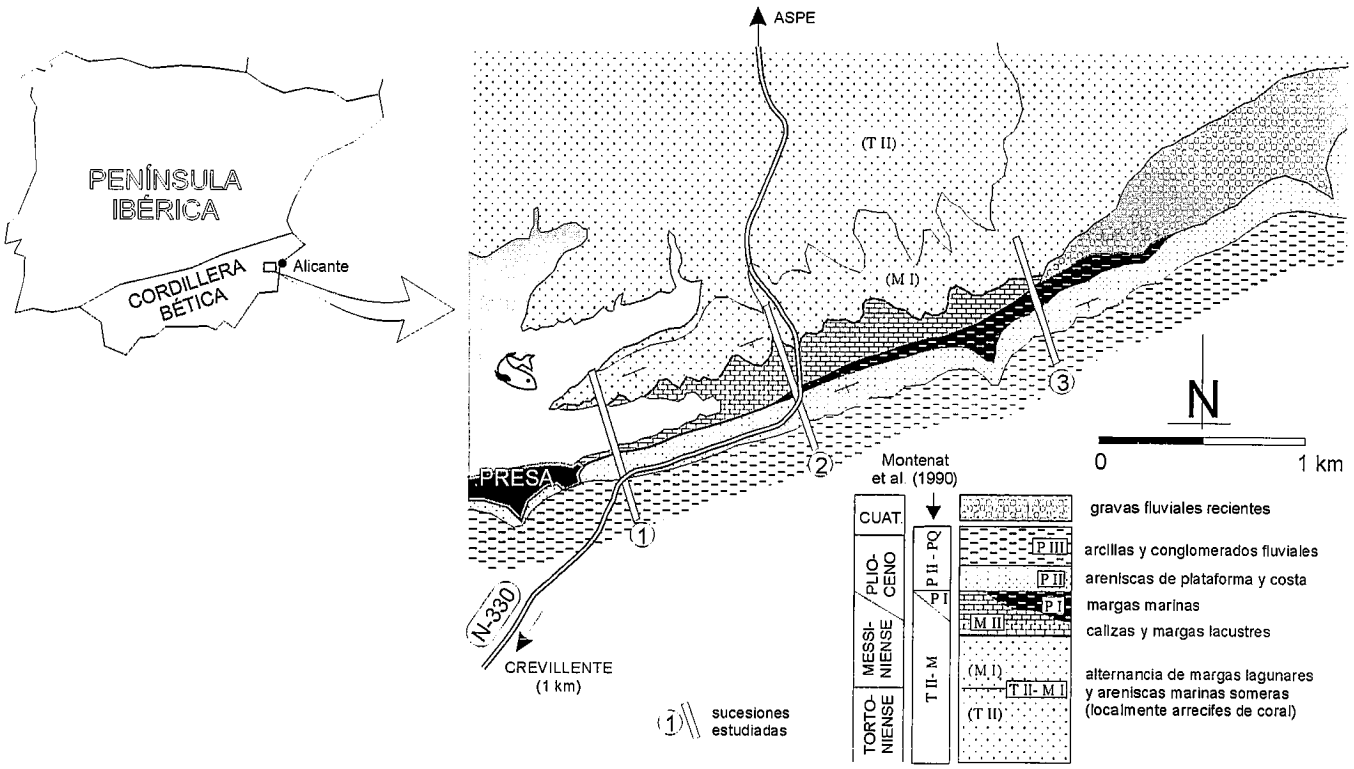

Fig. 1.- Localización geográfica y geológica de las secciones estudiadas.

Fig. 1.- Geographical and geological setting of the studied section.

Unidad Tortoniense II - Messiniense I (TII - MI)

El tramo superior de esta unidad, de edad messiniense (MI), está constituido por una asociación de tres tipos principales de litofacies: 1) margas y arcillas con fósiles de ostreidos y roedores, calizas margosas con fósiles de gasterópodos y niveles ocasionales de "ostracoditas", interpretadas como depósitos de lagunas y pantanos costeros; 2) areniscas con fósiles de pectínidos, ostreidos y serpúlidos, a menudo con bioturbaciones de *Thalassinoides* y estratificaciones cruzadas de gran escala (dunas subacuáticas), características de un ambiente marino somero; y 3) calizas de corales tipo framestone y rudstone que forman un biohermo instalado sobre las areniscas de la facies anterior. Las tres sucesiones estudiadas terminan con un nivel de margas de laguna costera (en ocasiones con fósiles de ostreidos perforados por litófagos) que define el techo de la unidad TII - MI. La edad del tramo MI ha sido establecida como Messiniense (biozona MN 13) a partir de los yacimientos de fósiles de roedores estudiados por Martín Suárez y Freudenthal (1998); su parte inferior corresponde a la biozona de inflatus mientras que el tramo terminal de margas con ostreidos pertenece a la biozona de Paraethomys.

Unidad Messiniense II (MII)

El tramo terminal de margas con ostreidos del tramo MI finaliza con una superficie neta que marca un importante cambio de facies. Litológicamente la unidad MII está dominada por calizas y margocalizas dispuestas en bancos masivos y nodulosobrechoides, con escasos fósiles de gasterópodos y bioturbaciones de raíces de gran tamaño. Estas calizas alternan con arcillas rojas y margas con fósiles de roedores que, en los yacimientos estudiados por Martín Suárez y Freudenthal (1998), datan el Messiniense (biozona MN 13, Paraethomys). Los materiales que constituyen la unidad se interpretan como depósitos de ambientes lacustres y palustres, sin influencia marina, aspecto que permite diferenciarla de la anterior (TII-MI). Es importante destacar que la unidad MII presenta un espesor próximo a 35 m en la sucesión más oriental (3), mientras que se reduce a 7 m en la sucesión mas occidental (1). Este cambio de espesor está relacionado con la presencia de una superficie erosiva que marca el techo de la unidad.

Unidad Plioceno I (PI)

Los primeros depósitos marinos del Plioceno (PI) se disponen sobre una superficie erosiva que corresponde a un marcado paleorelieve. A menor escala, el paleorelieve muestra una morfología irregular; así, cuando se desarrolla sobre sedimentos poco consistentes (margas y arcillas lacustres de MII), la discontinuidad adquiere un aspecto acarcavado. En la unidad PI es posible diferenciar dos litofacies fundamentales: oncolíticas y margosas. Las facies oncolíticas aparecen exclusivamente como un nivel basal que se apoya directamente sobre las zonas más elevadas del paleorelieve (sucesiones 1 y 2). Este nivel de oncolitos está compuesto por elementos rubefactados de talla muy variable, desde 1 a 30 cm de diámetro, con núcleos de fragmentos travertínicos y abundantes perforaciones de litófagos. En las zonas más bajas del paleorelieve (sucesión 3) falta el nivel oncolítico que es sustituido por un fondo ferruginizado, perforado por litófagos, desarrollado sobre calizas de la unidad MII. Las facies margosas cubren el tramo oncolítico o se apoyan directamente sobre la discontinuidad cuando falta éste. La secuencia margosa muestra un mayor espesor en las zonas más bajas del paleorelieve (sucesión 3). En su parte inferior predominan los foraminíferos planctónicos, con formas enanas y poco diversificadas; en la parte media y superior abundan tanto los foraminíferos planctónicos bien diversificados como los foraminíferos bentónicos con una gran variedad de géneros (*Elphidium, Nonion, Cibicides, Ammonia, Quinqueloculina, Nodosaria, Texturaria*, entre otros). Además son frecuentes las espículas silíceas de esponjas y los fósiles de pectínidos y equinodermos que muestran una ferrugi-

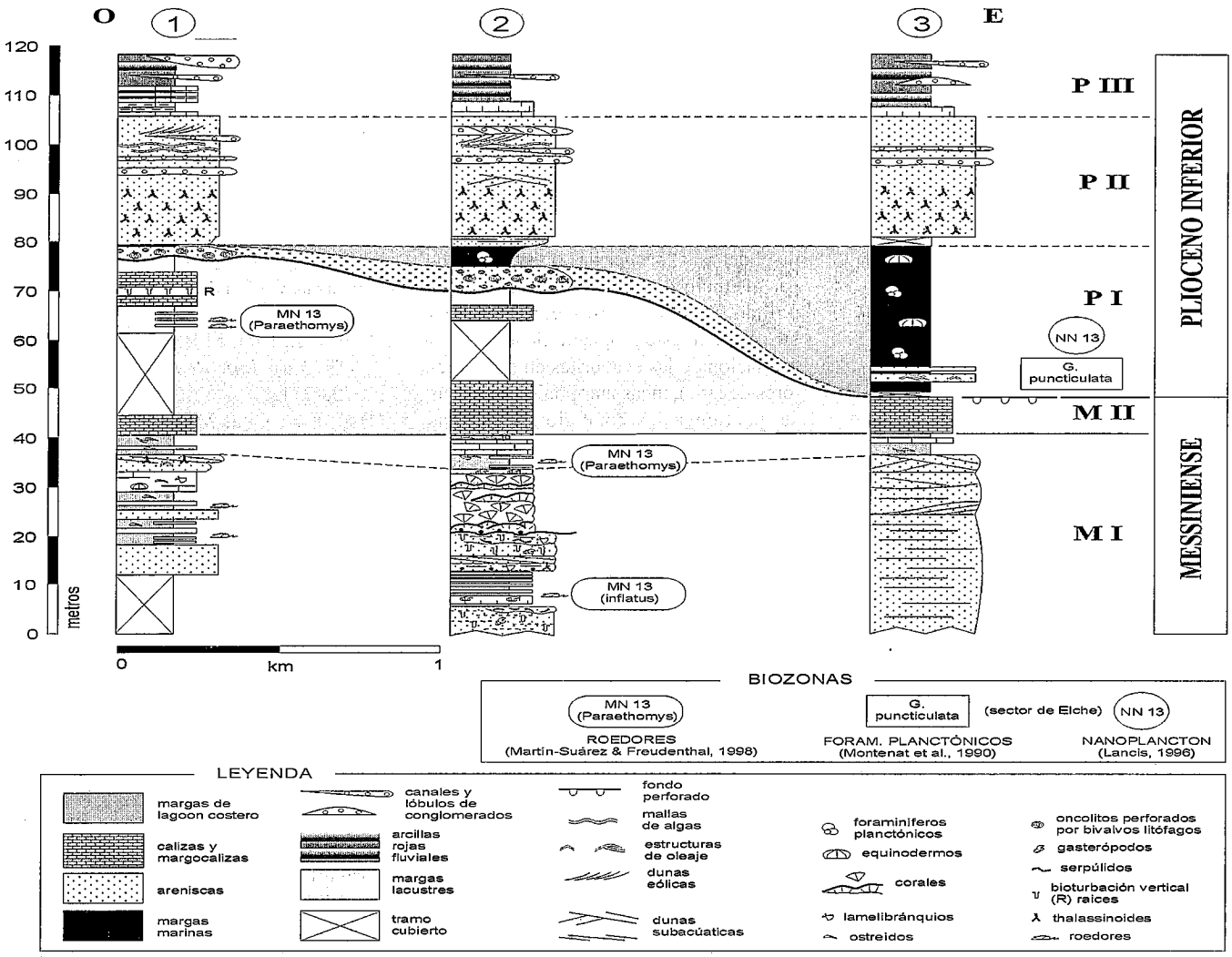

Fig. 2.- Correlación estratigráfica de las tres secciones estudiadas.

Fig. 2.- Stratigraphic correlation of the three studied section.

nización característica. La edad de las margas de la unidad PI se ha establecido por su equivalencia lateral con materiales idénticos en el sector de Elche, situado a pocos kilómetros al este de Crevillente. En dicho sector las margas de la unidad PI pertenecen a la biozona de G. puncticulata, correspondiente al Plioceno inferior no basal (Montenat et al., 1990). Este dato es congruente con la caracterización de la biozona NN 13 de nanoplancton calcáreo realizada por Lancis (1998), también indicativa del Plioceno inferior no basal. La sedimentación de la unidad PI se produce como consecuencia de una trangresión que avanza sobre el paleorelieve desarrollado a techo de la unidad MII. En las zonas más elevadas del mismo se forma el nivel de oncolitos redepositados, rubefactados y perforados por litófagos. Estos oncolitos proceden de niveles erosionados de la unidad subyacente MII. La rubefacción y la colonización por bivalvos litófagos se produciría en condiciones costeras bajo la influencia del oleaje, como se pone de manifiesto por la presencia de perforaciones en toda la superficie de los oncolitos. El tránsito vertical rápido, desde el nivel basal oncolítico a las margas marinas francas, indica que la transgresión tuvo lugar en un corto intervalo de tiempo, implantándose condiciones de cuenca pelágica somera.

Unidad Plioceno II (PII)

Las margas terminales de la unidad PI pasan muy rápidamente, a través de una superficie neta, a las calcarenitas amarillas de la unidad PII. En estas calcarenitas se diferencian varios tramos: 1) inferior, caracterizado por la abundancia de *Thalassinoides*; 2) intermedio, con estratificación cruzada originada por dunas subacuáticas; y 3) superior, donde se incorporan niveles de gravas perforadas por litófagos, lumaquelas de lamelibranquios y mallas de algas; la parte terminal de este tramo presenta estratificación cruzada de alto ángulo de origen eólico. En conjunto la unidad PII se organiza según una secuencia de somerización que se inicia con facies de plataforma somera y que termina con facies de dunas costeras. En la sección de Crevillente no se dispone de criterios biostratigráficos que permitan datar esta unidad. Sin embargo, en otros sectores de la cuenca, esta unidad aparece intercalada entre depósitos marinos y continentales que han sido atribuidos al Plioceno inferior (Soria *et al.*, 1996).

Unidad Plioceno III (PIII)

Es una unidad depositada enteramente en ambientes continentales. En ella se pueden identificar dos tramos: 1) tramo inferior de calizas lacustres, arenosas en el contacto con las calcarenitas PII, con bancos de calizas travertínicas en los que aparecen oncolitos similares a los del nivel basal de la unidad PI; y 2) tramo superior de arcillas rojas con paleosuelos en las que se intercalan canales y lóbulos conglomeráticos. Esta unidad registra una evolución desde ambientes lacustres a fluviales. La unidad PIII se co-

rrelaciona con las arcillas versicolores fluviales del sector meridional de la cuenca, donde se ha determinado el Plioceno inferior a partir de fósiles de roedores (Soria *et al.*, 1996).

Expresión de la crisis de salinidad del Mediterráneo

En la secuencia messiniense de Crevillente se han reconocido dos discontinuidades que podrían representar el evento erosivo asociado a la crisis de salinidad del Mediterráneo. La primera corresponde al límite neto entre las unidades TII - MI y MII, que registra un cambio paleogeográfico rápido desde ambientes marinos y lagunares costeros (MI) a otros continentales lacustres (MII). Este cambio implica necesariamente una caída relativa del nivel del mar y la consiguiente pérdida de influencia marina. La segunda, corresponde al límite entre las unidades MII y PI, representado por una superficie con rasgos erosivos a diferentes escalas: un paleorelieve con incisiones de hasta 30 m en 2 km de distancia horizontal, con cárcavas decimétricas desarrolladas en su fondo. La edad de este evento erosivo, que ha provocado la eliminación de gran parte de la unidad MII, se situaría entre la edad messiniense de la Unidad MII y el Plioceno inferior de la unidad PI.

Si se considera la primera superficie como representativa de la crisis de salinidad, la reinundación marina subsiguiente a la fase erosiva estaría representada por los depósitos lacustres de la unidad MII y, en consecuencia, su edad sería intramessiniense. Si fuese la segunda superficie, la reinundación tendría lugar en el Plioceno inferior, cuando se deposita la secuencia marina transgresiva de la unidad PI.

Ambas superficies pueden ser integradas en un único esquema evolutivo asumiendo el modelo de "dos pasos" propuesto por Clauzon *et al.* (1996) para explicar la progresión temporal de la crisis de salinidad. Aplicando este modelo a la sección de Crevillente la sucesión de acontecimientos sería como sigue:

1.- Depósito de la unidad TII - MI con facies marinas someras, simultáneamente a la acumulación tanto de depósitos marinos profundos en otros sectores de las cuencas marginales como de arcillas abisales en el centro del Mediterráneo.

2.- Una primera y modesta caída del nivel del mar (primer paso) que daría lugar al inicio de la sedimentación de la unidad MII con facies continentales lacustres; en este momento tiene lugar la formación de las evaporitas en otros sectores de las cuencas marginales, mientras se mantienen las condiciones marinas profundas y el depósito de arcillas en el centro del Mediterráneo.

3.- Una segunda caída del nivel del mar de mayor envergadura (segundo paso) que originaría la superficie erosiva a techo de la unidad MII. Como consecuencia de esta caída del mar el Mediterráneo quedaría aislado y sometido a sedimentación evaporítica en su centro, a la vez que se labrarían los cañones erosivos en los márgenes.

4.- Depósito de la unidad PI, restaurándose las condiciones marinas en toda la extensión de la cuenca mediterránea. El inicio de la sedimentación pliocena se produciría tempranamente en el centro del Mediterráneo, mientras que sería mas tardía, pero aún en el Plioceno inferior, en los márgenes. En este sentido apunta la existencia de una laguna temporal correspondiente al Plioceno basal en la sección de Crevillente y otros puntos de la Cuenca del Bajo Segura.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos PB-97-0808 DGESIC y BTE2000-0339 DGI. Agradecemos a Juani Parrés Ferri la ayuda prestada durante el trabajo de campo y al Dr. W. Martínez del Olmo la corrección del manuscrito original y sus valiosos comentarios sobre el significado de las discontinuidades estudiadas en este trabajo.

Referencias

Clauzon, G., (1982): *Bull. Soc. géol. France*, (7), XXIV, 3, 597-610.

Clauzon, G., Suc, J.P., Gautier, F., Berger, A. y Loutre, M.F., (1996): *Geology*, 24, 4, 363-366.

Friedman, G.M., (1973): *Init. Rep. D.S.D.P.*, 13, II, 695-707.

Hsü, K.J., Cita, M.B. y Schreiber, B.C., (1973 a): *Init. Rep. D.S.D.P.*, 13, II, 708-711.

Hsü, K.J., Cita, M.B. y Ryan, W.B.F., (1973 b): *Init. Rep. D.S.D.P.*, 13, II, 1203-1231.

Lancis, C. (1998): *Tesis Doctoral*, Univ. Alicante (inédita). 423 pp.

Martín Suárez, E. y Freudenthal, M., (1998): *Geobios*, 31, 6, 839-847.

Martínez del Olmo, W., (1996): *Rev. Soc. Geol. España*, 9 (1-2), 97-112.

Martínez del Olmo, W. y Serrano Oñate, A., (2000): *Geotemas*, 1, (2), 243-246.

Montadert, L., Letouzey, J. y Mauffret, A., (1978): *Init. Rep. D.S.D.P.*, 42, II, 1037-1050.

Montenat, C., Ott d'Estevou, P. y Coppier, G., (1990): *Doc. et Trav. I.G.A.L.*, 12-13, 313-368.

Nesteroff, W.D., (1973): *Init. Rep. D.S.D.P.*, 13, II, 673-693.

Riding, R., Braga, J.C. y Martín, J.M., (1999): *Sedimentary Geology*, 123, 1-7.

Riding, R., Braga, J.C., Martín, J.M. y Sánchez Almazo, I.M., (1998): *Marine Geology*, 146, 1-20.

Riding, R., Martín, J.M. y Braga, J.C., (1991): *Sedimentology*, 38, 799-818.

Roveri, M., Bassetti, M.A. y Ricci Lucchi, F., (2001): *Sedimentary Geology*, 140, 191-199.

Selli, R., (1960): *Giornale Geologia*, 28, 1-33.

Soria, J.M., Alfaro, P., Ruiz Bustos, A. y Serrano, F., (1996): *Estudios Geológicos*, 52, 137-145.