

Caracterización geoquímica del horizonte glauconítico en el límite superior de la Formación Niebla (Tortonense superior, SO España): Datos preliminares

Geochemical characterization of the glaucony horizon within the upper boundary of Niebla Formation (Upper Tortonian, SW Spain): A preliminary approach

M. Abad ⁽¹⁾, J. De La Rosa ⁽²⁾, J. G. Pendón ⁽²⁾, F. Ruiz ⁽¹⁾, M. L. González-Regalado ⁽¹⁾ y J. Tosquella ⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva, 21071, Huelva, España.

⁽²⁾ Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21071, Huelva, España. E-mail: manuel.abad@dgyp.uhu.es

ABSTRACT

An approach to the geochemical characteristics of the tortonian glaucony horizon cropping out along the northern margin of the Guadalquivir Basin is done in this note. The study of glauconite as well as the host whole rock allows us to identify the glauconite origin discriminating between its autochthonous or allochthonous provenance. Results suggest an autochthonous and evolved glauconite derived from a condensed section according to Amorosi (1995) criteria.

Key words: Geochemical, Glauconite, Condensed section, Tortonian, Guadalquivir Basin, SW Spain

Geogaceta, 35 (2004), 35-38
ISSN:0213683X

Introducción

La glauconita es un silicato laminar trioctaédrico que presenta una estructura muy similar a la biotita. Su profundidad óptima de formación en medios marinos se sitúa entre los 150-300 m, pero generalmente aparece en un rango batimétrico comprendido entre los 60 y los 1000 m, en condiciones de salinidad normal y pH de 7 a 8 (Odin y Fullagar, 1988).

La aparición de la glauconita como un mineral indicador de tasas de sedimentación muy bajas ha sido constatada desde el primer cuarto del siglo XX (Goldman, 1922; Heim, 1934), aunque sólo durante las últimas décadas se ha revelado como una herramienta útil en la estratigrafía secuencial. Gracias al desarrollo de esta disciplina se ha identificado la presencia de niveles de concentración de glauconita en el muro y techo de los Cortijos Sedimentarios Transgresivos, o delimitando la base de las parasecuencias (Baum y Vail, 1988, Van Wagoner *et al.*, 1990; Vail *et al.*, 1991). En estas circunstancias, la aparición de glauconita tiene lugar en secciones condensadas, dentro de depósitos marinos bioturbados y ligeramente litificados, en asociación con fosforita, materia orgánica y abundante microfauna planctónica y bentónica (Loutit *et al.*, 1988, Haq *et al.*, 1991, Swift *et al.*, 1991).

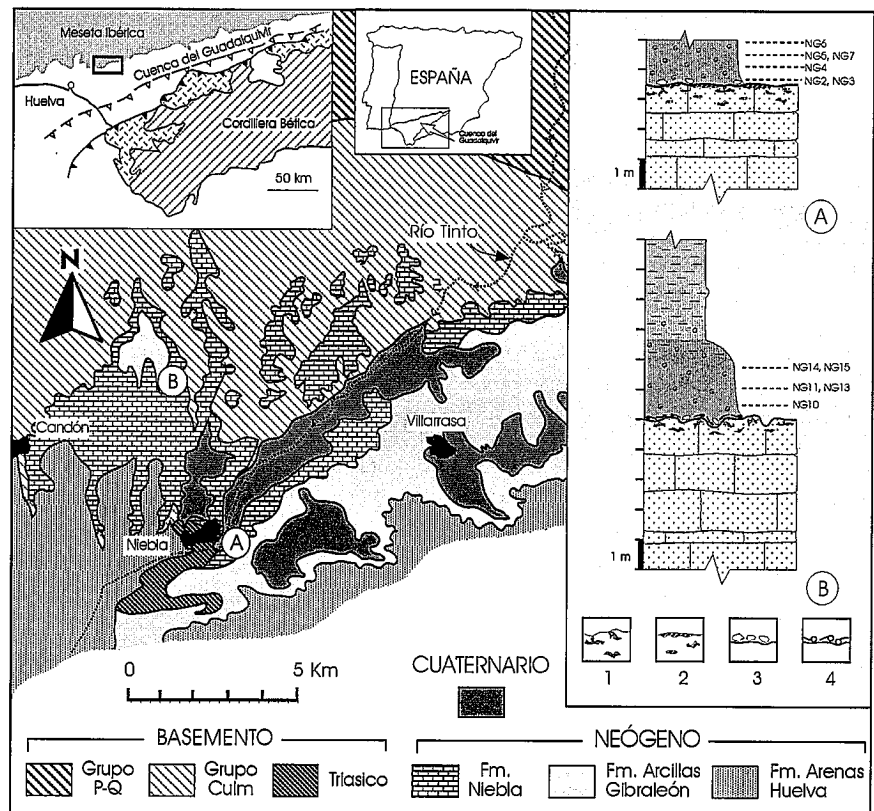


Fig. 1.- Situación geográfica y contexto geológico de las secciones estudiadas. Columna estratigráfica y situación de las muestras estudiadas. 1, Cavidades irregulares rellenas de microfósiles y granos de glauconita; 2, Concentraciones de óxidos de hierro; 3, Clastos angulosos de caliza; 4, Acumulaciones de conchas.

Fig. 1.- Geographical and geological setting of the studied sections. Stratigraphical sections and location of samples studied. 1, Irregular cavities filled up with microfossils and glauconite grains; 2, Concentration of iron oxides; 3, Limestone angular clast; 4, Bivalve shell; (G) Glauconite grains; (NG2), whole rock sample and glauconite samples.

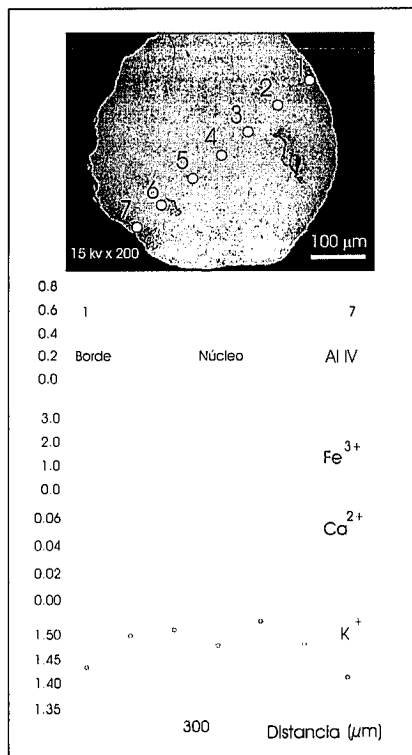


Fig. 2.- Variación composicional de Al³⁺, Fe³⁺, Ca²⁺ y K⁺ a lo largo de un grano de glauconita de la muestra NG-14

Fig. 2.- Compositional variations of Al³⁺, Fe³⁺, Ca²⁺ y K⁺ in a grain of glauconite of the sample NG-14.

En los sectores central y occidental del margen septentrional de la Cuenca del Guadalquivir (Fig. 1) se ha puesto en evidencia la existencia de un nivel condensado (Civis *et al.*, 1987, Sierro *et al.*, 1995, Baceta y Pendón, 1999) formado por un horizonte glauconítico, que separa la Unidad Transgresiva tortoniense de la Formación suprayacente "Arcillas de Gibraleón", de edad Tortoniense superior-Plioceno inferior. La edad de este horizonte de glauconita, datada en otros puntos de la cuenca, se aproxima a los 7 Ma (Sierro *et al.*, 1995), coincidiendo con la sección condensada global del Ciclo 3.2 de Haq *et al.* (1987).

En general, la mayor parte de estudios centrados en la glauconita profundizan en el proceso de la glauconitización y en el uso de este mineral como geocronómetro, y son muy escasos los trabajos destinados a conocer la abundancia y la distribución de las tierras raras, elementos mayores y trazas (p.e. Kohler, 1980, Valenton *et al.*, 1982, Ireland *et al.*, 1983, Piper *et al.*, 1988, Stille y Clauer, 1994). En este trabajo, se realiza una caracterización geoquímica de la glauconita y de roca total muestreada en el sector occidental de la cuenca, con el objetivo de conocer su

origen (autóctono o alóctono) y las implicaciones sedimentológicas que indica su aparición durante el final de la transgresión tortoniense.

Contexto geológico y geográfico

Las secciones estudiadas se localizan en el sector occidental de la Cuenca del Guadalquivir, concretamente en la provincia de Huelva (Fig. 1). En esta zona aflora ampliamente la sucesión neógena, constituida en su base por la unidad inferior, la Formación Niebla, de edad Tortoniense s.l., (Civis *et al.*, 1987, Baceta y Pendón, 1999) y la unidad suprayacente, la Formación "Arcillas de Gibraleón" (Civis *et al.*, 1987).

La Formación Niebla está constituida por arenas y conglomerados que evolucionan rápidamente en la vertical a calcarenitas y calizas bioclásticas, representando el Cortejo Sedimentario Transgresivo que se depositó discordante sobre los materiales de la Meseta Ibérica. Por otro lado, la Formación "Arcillas de Gibraleón" está formada por una sucesión monótona de margas y arcillas, y representa el Cortejo del Nivel del Mar Alto.

Este trabajo se centra en el nivel de limos glauconíticos que separa ambas formaciones. Corresponde a un tramo de sedimentos de hasta 2,5 m de potencia, ricos en microfauna planctónica y bentónica y con una proporción considerable de granos de glauconita (hasta un 30%). Se deposita mediante un contacto neto e irregular sobre los materiales de la Formación Niebla, en ocasiones tapizado por cantos centimétricos de calizas y valvas de ostreidos y pectínidos. Esta superficie representa una discontinuidad que muestra evidencias de exposición subáerea y un posterior retrabajo marino. Todas estas características demuestran que la inundación marina que sucedió a la exposición subáerea fue relativamente rápida, lo que originó las condiciones de condensación (Baceta y Pendón, 1999).

Metodología

La glauconita fue separada de cinco muestras (NG-10, NG-11, NG-13, NG-14, NG-15) usando un separador magnético isodinámico-Frantz. Las características y la pureza de la glauconita separada del sedimento fueron examinadas mediante un microscopio binocular. Los granos de una muestra representativa (NG-14) fueron separados manualmente y seleccionados en función de su forma y tamaño. Posteriormente fueron montados sobre una probeta de 2.5 cm de diámetro y pulidos para estu-

diar la composición de elementos mayores y su zonación mediante imágenes de electrones retrodispersados (BSE), obtenidas a partir de un microscopio electrónico de barrido (JEOL JSM5410) con un espectrómetro de energía dispersada (EDS), pertenecientes a la Universidad de Huelva.

Los elementos trazas y tierras raras de la glauconita concentrada y de roca total fueron analizados con un ICP-MS HP 4500 de la Universidad de Huelva. Su funcionamiento y calibración están descritos en De La Rosa *et al.* (2001). La precisión y exactitud fueron determinadas sobre los standards internacionales SARM-1 y SARM-4, siendo superior al 5-10% para la mayoría de los elementos.

Resultados

El contenido modal de la glauconita aumenta desde la base hacia el techo en el tramo estudiado (Fig. 1). Los granos de glauconita poseen un diámetro que varía entre las 100 y 500 μm, se encuentran subredondeados y presentan tonalidades verde oscuras en el núcleo y verde claro en su borde. La presencia de grietas en su superficie es muy común. La variación composicional está reflejada en las imágenes de BSE como cambios en la intensidad dentro de cada grano: las tonalidades claras del núcleo de los cristales indican elevadas proporciones de Fe³⁺ y K⁺, y menores cantidades de Al³⁺ y Ca²⁺ que en el borde, de tonos más oscuros (Fig. 2). Varios cristales poseen el núcleo redondeado y truncado por un borde externo, en el que aparecen pequeños cristales de apatito e inclusiones de ilmenita.

Se ha observado una correlación positiva entre Be vs Sc y Ga; Sc vs Cr; V vs Ni, Zr, Pb, Th; Cr vs Rb; Ni vs Zr y Pb; Cu vs Zn vs Th; Sr vs Y, y REE; Y vs REE; y Zr vs Th y Pb. La glauconita analizada se encuentra enriquecida en Li, Be, Cr, Sc Ni, V, Co, Cu, Zn and Rb y empobrecida en Nb, Sr, Ba, Zr, Y, REE, Pb, Th y U, en comparación con la roca total.

En los dos perfiles estudiados la concentración de la mayoría de elementos y tierras raras incrementa desde el muro hacia arriba (Fig. 1), tanto en la glauconita como en la roca total, mostrando una evolución similar y presentando una clara correlación negativa con el %CaCO₃. Los patrones normalizados a condritos y NASC de REE de las muestras de roca total y de glauconita se muestran en la Fig. 3. Se utilizaron los valores de normalización para REE a condritos de Nakamura (1974) y a NASC de Taylor and McLennan (1985).

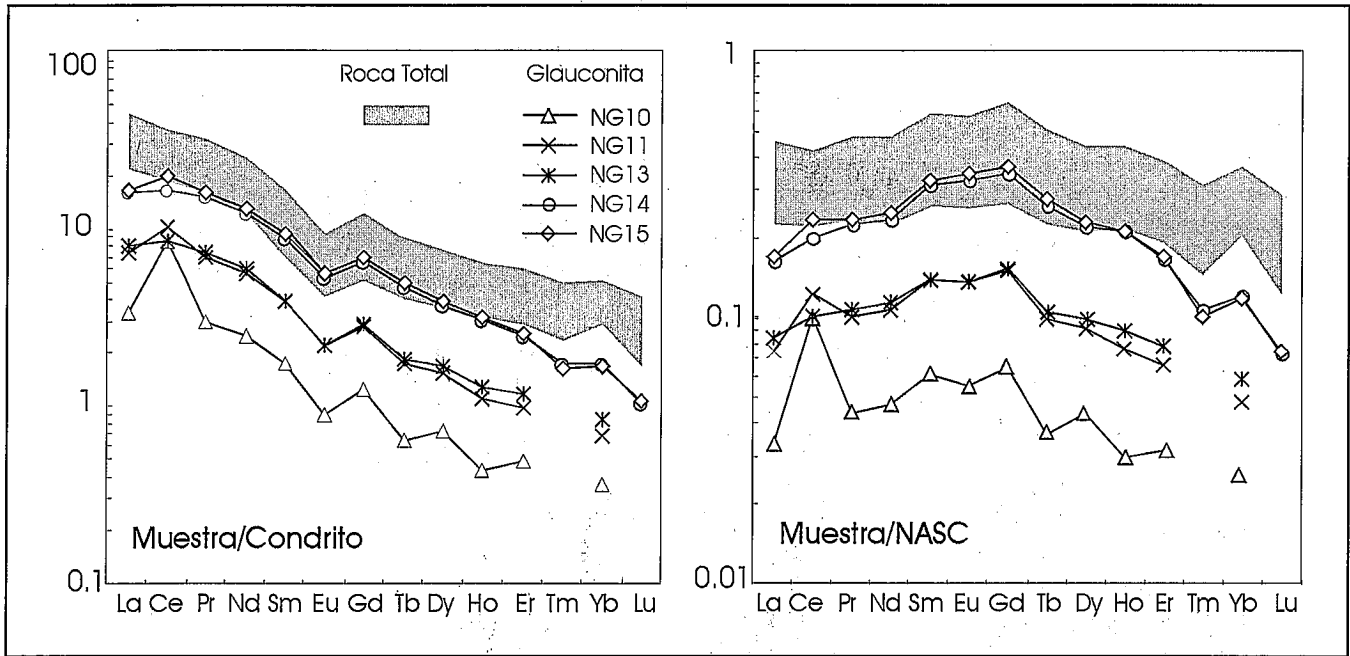


Fig. 3.- Contenido en REE normalizado a condritos y NASC de la glauconita y de roca total de Niebla. Se utilizaron los valores de normalización para REE a condritos de Nakamura (1974) y a NASC de Taylor and McLennan (1985).

Fig. 3.- Chondrite and NASC normalized contents of REE in glauconites and host whole rock of Niebla. Normalization values are chondrite data from Nakamura (1974) and NASC data from Taylor and McLennan (1985).

Todos los cristales de glauconita muestran un patrón similar, con enriquecimiento en REE y una anomalía de Eu normalizado a condritos. Todos los perfiles son paralelos, revelando un origen semejante para todos los cristales. Los patrones de REE normalizados respecto al NASC son muy parecidos entre sí, mostrándose perfiles convexos y subparalelos. Sin embargo, las MREE aparecen enriquecidas en comparación con las LREE y HREE en la glauconita.

Las concentraciones de REE en la roca total son mayores que en la glauconita. Estos patrones de REE de la roca total son similares a los descritos previamente en este mineral. Aún así, la anomalía positiva de Ce en la glauconita no se ha observado en la roca total. Esta característica puede ser debida a una mayor fugacidad del oxígeno durante la cristalización de la glauconita, variaciones entre condiciones anóxicas y óxicas o fluctuaciones en las condiciones de Eh (Elderfield y Pagett, 1986; Jarrar *et al.*, 2000).

Discusión

Las tie-lines de la glauconita y de la roca total en un diagrama Lan/Ybn vs. Ybn (Fig. 4) muestran para la mayoría de las muestras un paralelismo, sugiriendo que la glauconita se encontraba en equilibrio químico con el sedimento y/o el agua

en el momento de su formación, lo que indica un origen autógeno. La formación de la glauconita en medios oceánicos modernos se asocia al crecimiento directo de cristales desde el agua del mar, siguiendo una nucleación heterogénea, en zonas de profundidades comprendidas entre la plataforma media y el talud superior, en momentos de baja tasas de sedimentación (Gago-Duport, *et al.*, 2000).

La glauconita de Niebla presenta una concentración intermedia de REE en

comparación con la glauconita de Jordania (Jarrar *et al.*, 2000). Estos mismos autores proponen el contenido en REE como un factor muy significativo para la determinación del grado de madurez de este mineral. Tal circunstancia queda reflejada en el progresivo aumento de la proporción de glauconita y de su concentración en REE hacia el techo del tramo muestreado, manifestando un incremento continuo de la madurez de la glauconita en la vertical.

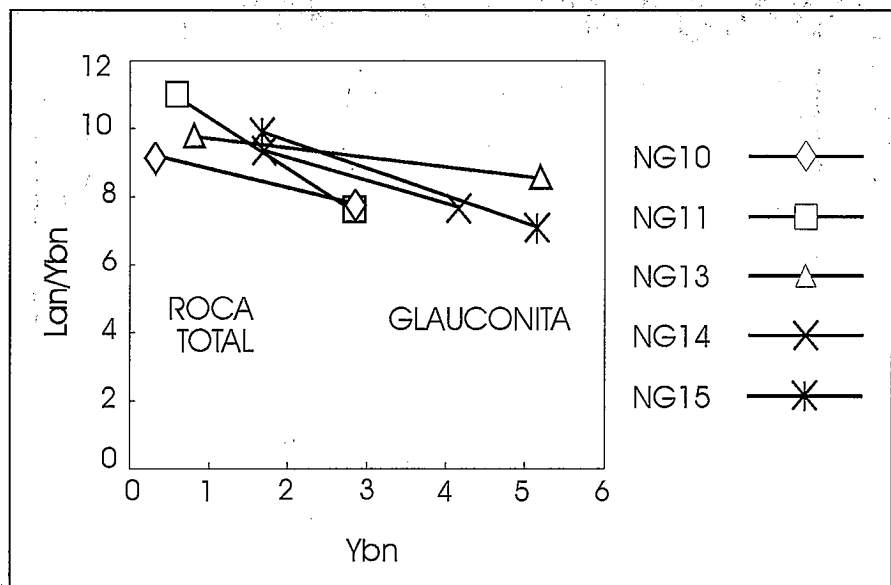


Fig. 4.- Diagrama Lan/Ybn vs. Ybn de glauconita y roca total.

Fig. 4.- Diagram Lan/Ybn vs. Ybn. Of glauconite and whole rock.

Por otro lado, las distintas características de la glauconita estudiada, de tonalidades verde oscuras, con presencia de grietas en su superficie y alta proporción de K_2O (6-8%), que sugieren una elevada madurez, también nos permite clasificarla como glauconita autóctona o intrasecuencial, siguiendo la nomenclatura de Amorosi (1995).

En conclusión, es posible afirmar que el horizonte de glauconita, datado en el Tortoniense superior, que aflora en este sector de la Cuenca del Guadalquivir, corresponde a una sección condensada que delimitó el paso de las condiciones transgresivas, dominantes durante el depósito de la Fm. Niebla, a la posterior estabilización relativa del nivel del mar en el momento de la formación de las "Arcillas de Gibralfón". Por lo tanto, en términos de estratigrafía secuencial, el nivel de limos glauconíticos representa una superficie de máxima inundación (maximum flooding surface, Loutit *et al.*, 1988; Haq, 1991).

El fin de la transgresión y la posterior estabilización del nivel del mar queda reflejada en la progresiva y rápida disminución de la proporción de glauconita por encima del tramo, lo que parece indicar un continuo incremento de la proporción de terrígenos, probablemente originado por el restablecimiento del aporte sedimentario una vez finalizada la pulsación transgresiva que dio lugar al nivel condensado.

Conclusiones

La caracterización geoquímica y el estudio petrográfico del horizonte glauconítico muestreado ha permitido verificar el origen autóctono de la glauconita, al menos en este sector de la Cuenca del Guadalquivir. El crecimiento de los cristales tuvo lugar en equilibrio con el sedimento y/o agua, en una zona de plataforma marina de elevada

batimetría y tasa de sedimentación muy baja. Las variaciones del Eh y/o de las condiciones de anoxia del fondo marino pudieron ser frecuentes.

Por otro lado, la variación modal del contenido de la glauconita y el aumento de la concentración de REE hacia el techo del horizonte representan unas condiciones cada vez más favorables para la formación y la maduración de la glauconita. Una vez finalizada la transgresión, el restablecimiento de las condiciones normales de aporte desde el continente se registra mediante la rápida desaparición de la glauconita y el depósito de las margas y arcillas de la Fm. "Arcillas de Gibralfón".

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Plan Propio de la Universidad de Huelva (Grupo de "Paleontología y Ecología Aplicadas") y por el Plan Andaluz de Investigación (Grupo RNM-238).

Referencias

- Amorosi, A. (1995): *Jour. Sed. Rech.*, 65B, 419-425.
- Baceta, J. I. y Pendón, J. G. (1999): *Rev. Soc. Geol. España*, 12, 419-438.
- Baum, G. R. y Vail, P. R. (1988): *S.E.P.M. Spec. Publ.*, 42, 309-328.
- Civis, J., Sierro, F. J., González-Delgado, J. A., Flores, J. A., Andres, I., Porta, J., Valle, M. F. (1987): *Paleo. del Neog. de Huelva*, 9-21.
- De La Rosa, J. D., Chacón, H., Sánchez de la Campa, A., Carrasco, R., Nieto, J. M. (2001): *III Congreso Iberico de Geoquímica, Libro Resumen*, 435-438.
- Elderfield, H. y Pagett, R. (1986): *In the Science of total environment*, 49, 175-197.
- Gago-Duport, L., Fernández-Bastero, S., Pimenter, F., Villar, P., Santos, A., Serra, C. Vilas, F. (2000): *Jour. Confer. Abst.*, 5, 418-419.
- Goldman, M. I. (1922): *Science*, 56, 1-6.
- Haq, B., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1987): *Science*, 235, 1156-1167.
- Haq, B. (1991): *Spec. Publs. Int. Ass. Sed.*, 12, 3-39.
- Heim, A. (1934): *Ecl. Geol. Helv.*, 27, 272-383.
- Ireland, B. J., Curtis, C. D., Whiteman, J. A. (1983): *Sedimentology*, 30, 769-786.
- Jarrar, G., Amireh, B., Zachmann, D. (2000): *Geochem. Jour.*, 34, 207-222.
- Kohler, E. E. (1980): *Geol. Jb.*, 39, 115-136.
- Loutit, T. S., Hardenbol, J., Vail, P. R., Baum, G. R. (1988): *S.P.E.M. Spec. Publ.*, 42, 183-213.
- Nakamura, N. (1974): *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38, 757-773.
- Odin, G. S. y Fullagar, P. D. (1988): *Green Marine Clays*, 295-232.
- Piper, D. Z., Baedeker, P. A., Crock, J. G., Burnett, W. C., Loebner, B. J. (1988): *Mar. Geol.*, 80, 269-285.
- Sierro, F.J.; González-Delgado, J.A.; Dabrio, C.J.; Flores, J.A.; Civis, J. (1995): *Tertiary Basins of Spain*, 339-345.
- Stille, P. y Clauer, N. (1994): *Contrib. Mineral. Petrol.*, 117, 253-262.
- Swift, D. J. P., Phillips, S., Thorne, J. A. (1991): *Inter. Assoc. Sed. Spec. Publ.*, 14, 89-152.
- Taylor, S. R. y McLennan, S. M. (1985): *The continental crust: its composition and evolution*, 312 pp.
- Vail, P. R., Audemard, F., Bowman, S. A., Eisner, P. M., Pérez-Cruz, C. (1991): *A.A.P.G. Mem.*, 36, 1129-1144.
- Valenton, I., Abdul-Razzak, A., Klussmann, D. (1982): *Geol. Jb.* D52, 5-87.
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., JR., Campion, K. M., Rahmanian, V. D. (1990): *A.A.P.G. Met. Exp. Ser.*, 7, 55.