

Estudio de los minerales de la arcilla en sedimentos del Messiniense terminal-Zancliense inferior en la cuenca de Málaga (S España). Resultados preliminares

Clay minerals study in terminal Messinian - early Zanclean sediments from the Malaga basin (S Spain). Preliminary results

Francisco Franco¹, María Dolores Rodríguez Ruiz¹, Antonio Guerra-Merchán² y Francisco Serrano²

¹ Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29071 Málaga, España. franco@uma.es, mdrodriguez@uma.es

² Departamento de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29071 Málaga, España. antguerra@uma.es/f.serrano@uma.es

ABSTRACT

The analysis of bulk mineralogical composition of Lago-Mare and early Zanclean sediments of the Malaga basin shows a significant change from the middle of the early Zanclean sequence. It consists in an increase in the proportion of dolomite, accompanied by a decrease of phyllosilicates and the disappearance of gypsum. This change can be related to further deepening of the basin and to the increases of sediment inputs from the erosion of Malaguide dolomites in the source area. By contrast, the clay minerals study shows a substantial change in the Miocene-Pliocene boundary, showing a significant increase in smectite, a decrease in illite and kaolinite, and the disappearance of chlorite. This fact could be related to a change from a hot and humid climate to a drier one, not to mention the possible influence of tectonics.

Key-words: Clay minerals, XRD, Mio-Pliocene transit, Palaeoclimatology, Malaga basin.

RESUMEN

El análisis de la composición mineralógica global de los sedimentos Lago-Mare y del Zancliense inferior de la cuenca de Málaga muestra diferencias significativas hacia la mitad de la secuencia del Zancliense inferior. Este cambio consiste en un aumento de dolomita, un descenso de filosilicatos y la desaparición del yeso, lo que puede relacionarse con una mayor profundización de la cuenca y un aumento en los aportes procedentes de la erosión de las dolomías maláguides en el área fuente. Por el contrario, el estudio de los minerales de la arcilla muestra un cambio sustancial en el límite Mioceno-Plioceno, apreciándose un aumento considerable en esmectita, un descenso en illita y caolinita, y la práctica desaparición de clorita. Este hecho podría relacionarse con un cambio en las condiciones climáticas, pasando de un clima húmedo y cálido a uno más seco, sin mencionar la posible influencia de la tectónica.

Palabras clave: Minerales de la arcilla, XRD, tránsito Mio-Plioceno, Paleoclimatología, Cuenca de Málaga.

Geogaceta, 52 (2012), 109-112.
ISSN 2173-6545

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2012
Fecha de revisión: 26 de abril de 2012
Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2012

Introducción

Durante la Crisis de Salinidad del Messiniense, después del episodio evaporítico principal, aconteció una etapa de dilución con desarrollo de condiciones ambientales salobres. Esta etapa se ha denominado tradicionalmente evento Lago-Mare y se caracteriza por depósitos en condiciones ambientales de agua dulce o de baja salinidad, con fauna de moluscos y ostrácodos originarios del Paratethys (Orszag-Sperber, 2006). Este evento finalizó con la apertura del estrecho de Gibraltar al comienzo del

Plioceno, cuando el Mediterráneo adquirió nuevamente condiciones marinas normales.

Este cambio paleogeográfico quedó registrado en muchas cuencas neógenas béticas, entre ellas la de Málaga (Guerra-Merchán *et al.*, 2010). En esta cuenca (Fig. 1), los depósitos Lago-Mare comprenden dos secuencias separadas por una discordancia (secuencia L-M inferior y secuencia L-M superior, Fig. 1D). Ambas secuencias están constituidas por un miembro inferior conglomerático de origen aluvial y un miembro superior lutítico depositado en un medio de estuario o lagoon. Los depósitos del Zan-

cliense inferior (secuencia PI-1) se disponen discordantes sobre los anteriores (Fig. 1C y D) y consisten en conglomerados litorales con fauna de moluscos marinos que pasan verticalmente a limos y margas blancas ricas en foraminíferos bentónicos y planctónicos.

En este trabajo se estudia la asociación mineralógica de las lutitas de las dos secuencias Lago-Mare y las margas de la secuencia PI-1 (Fig. 1D), con el objetivo de determinar la influencia del área fuente y del clima, así como establecer el contexto paleoclimático durante su depósito.

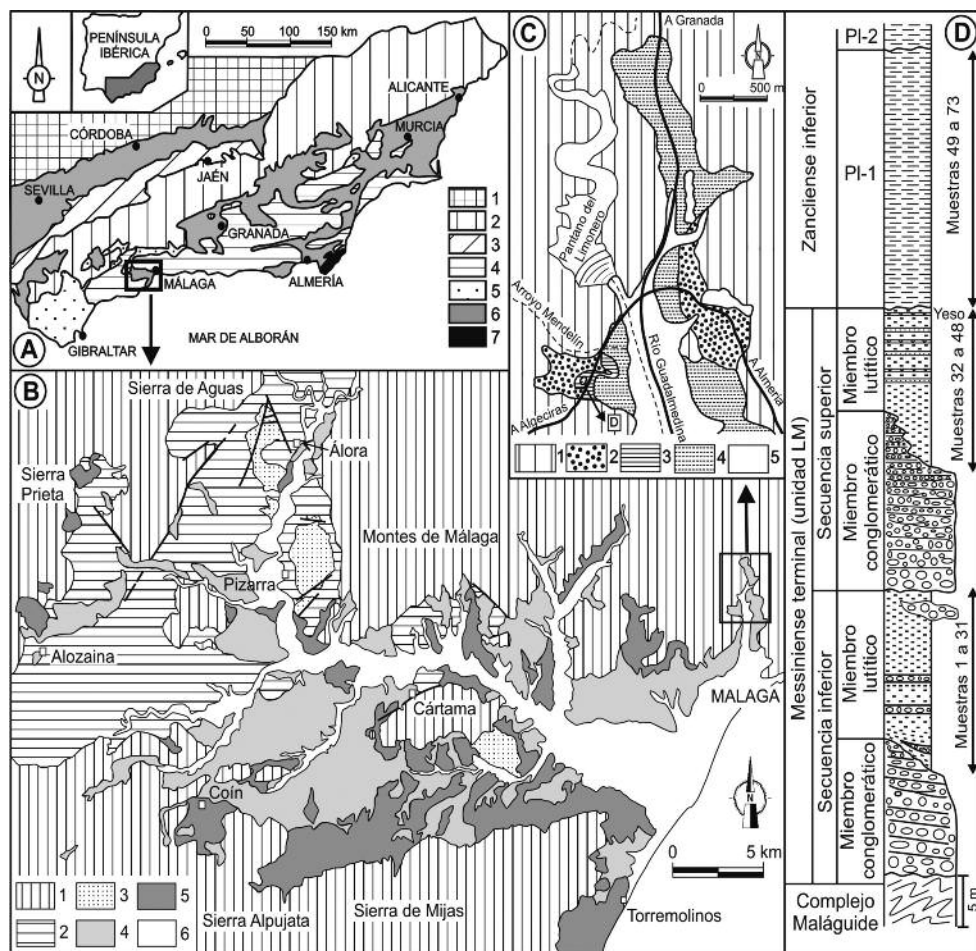


Fig. 1.- A: Localización de la cuenca de Málaga dentro de la Cordillera Bética (1.- Macizo Ibérico; 2.- Zonas Externas; 3.- Olistostromas subbéticos en materiales miocenos; 4.- Zonas Internas; 5.- Unidades flysch del Campo de Gibraltar; 6.- Neógeno-Cuaternario; 7.- Rocas volcánicas neógenas). B: Mapa geológico de la cuenca de Málaga indicando el área estudiada (1.- Zonas Internas; 2.- Unidades flysch del Campo de Gibraltar; 3.- Tortoniense; 4.- Plioceno inferior; 5.- Pleistoceno; 6.- Depósitos fluviales holocenos). C: Esquema geológico del área estudiada (1.- Complejo Maláguide; 2.- Depósitos Lago-Mare; 3.- Unidad PI-1; 4.- Unidad PI-2; 5.- Depósitos aluviales cuaternarios). D. Columna estratigráfica mostrando las secuencias estudiadas y la posición de las muestras.

Fig. 1.- A: Location of the Malaga basin within the Betic Cordillera (1.- Iberian massif; 2.- External Zone; 3.- Subbetic olistostroms in Miocene materials; 4.- Internal Zone; 5.- Flysch units of the Campo de Gibraltar Complex; 6.- Neogene-Quaternary; 7.- Neogene volcanic rocks). B: Geological scheme of the Malaga basin indicating the study area (1.- Internal Zone; 2.- Flysch units of the Campo de Gibraltar Complex; 3.- Tortonian; 4.- Early Pliocene; 5.- Pleistocene; 6.- Holocene fluvial deposits). C: Geological scheme of the study area (1.- Malaguide Complex; 2.- Lago-Mare deposits; 3.- PI-1 unit; 4.- PI-2 unit 5.- Quaternary alluvial deposits). D: Stratigraphic column showing studied sequences and the position of the samples.

Metodología

El muestreo se realizó en las facies finas de las tres secuencias estudiadas. En el miembro lutítico de la secuencia L-M inferior el muestreo se realizó aproximadamente cada 0,5 m; en la secuencia L-M superior aproximadamente cada 0,75 m; y para la secuencia PI-1 cada metro.

Las muestras se estudiaron por difracción de rayos-X (XRD), usando un difractor Philips X'Pert PRO MPD (Universidad de Málaga).

Se analizó la muestra global en polvo desorientado, y la fracción menor de 2 mm se preparó como agregados orientados que fueron sometidos a los tratamientos convencionales, de forma que se analizaron las muestras secadas al aire, tratadas con etilenglicol y calentadas a 550 °C. La determinación semicuantitativa de las fases minerales presentes en la muestra global se ha llevado a cabo usando el software High Score Plus de PANalytical con la base de datos PDF (JCPDS-ICDD). La cantidad de filosilicatos globales de cada muestra se ha

determinado mediante la relación de las áreas de los picos a 4,46 y 3,343 Å correspondientes a los filosilicatos y a la reflexión 101 del cuarzo, respectivamente. La proporción relativa de los minerales de la arcilla se ha estimado a partir del área de los picos de los diagramas de XRD de la fracción menor de 2 µm orientada y tratada con etilenglicol, usando los Factores de Intensidad de Minerales (MIF) (Islam y Lotse, 1986; Srodoń *et al.*, 2001; Kahle *et al.*, 2002). El área del pico a 10 Å se utilizó para determinar el porcentaje de illita; el del pico a 7 Å para determinar la cantidad total de clorita + caolinita, y posteriormente, la proporción relativa de estos dos minerales se determinó usando las áreas de los picos a 3.54 y 3.58 Å, respectivamente. El área del pico a 17 Å se utilizó para cuantificar las esmectitas. La banda situada entre el pico de la illita a 10 Å y el de la esmectita a 17 Å se empleó para estimar la proporción de interestratificados illita/esmectita (I/S). Con estas estimaciones semicuantitativas se pretendió establecer la evolución de las proporciones relativas a lo largo de los dife-

rentes depósitos. El error de estas estimaciones semicuantitativas se sitúa entre el 5 y el 10%.

Resultados y discusión

Mineralogía global. La figura 2 muestra los rangos composicionales relativos que caracterizan la asociación mineralógica global en cada secuencia determinada mediante XRD. Estos resultados indican que las muestras están compuestas fundamentalmente por filosilicatos, cuarzo y feldespatos, con cantidades menores de calcita, dolomita y yeso.

En la mineralogía global no se aprecian diferencias significativas entre las secuencias L-M inferior y superior. No obstante, algunas muestras de la secuencia L-M inferior presentan un descenso en el contenido de filosilicatos y un aumento en calcita, dolomita y feldespatos.

La secuencia PI-1 presenta entre las muestras 49 y 64 una mineralogía global similar a la observada en las secuencias L-M. Sin embargo, en su parte alta, entre las

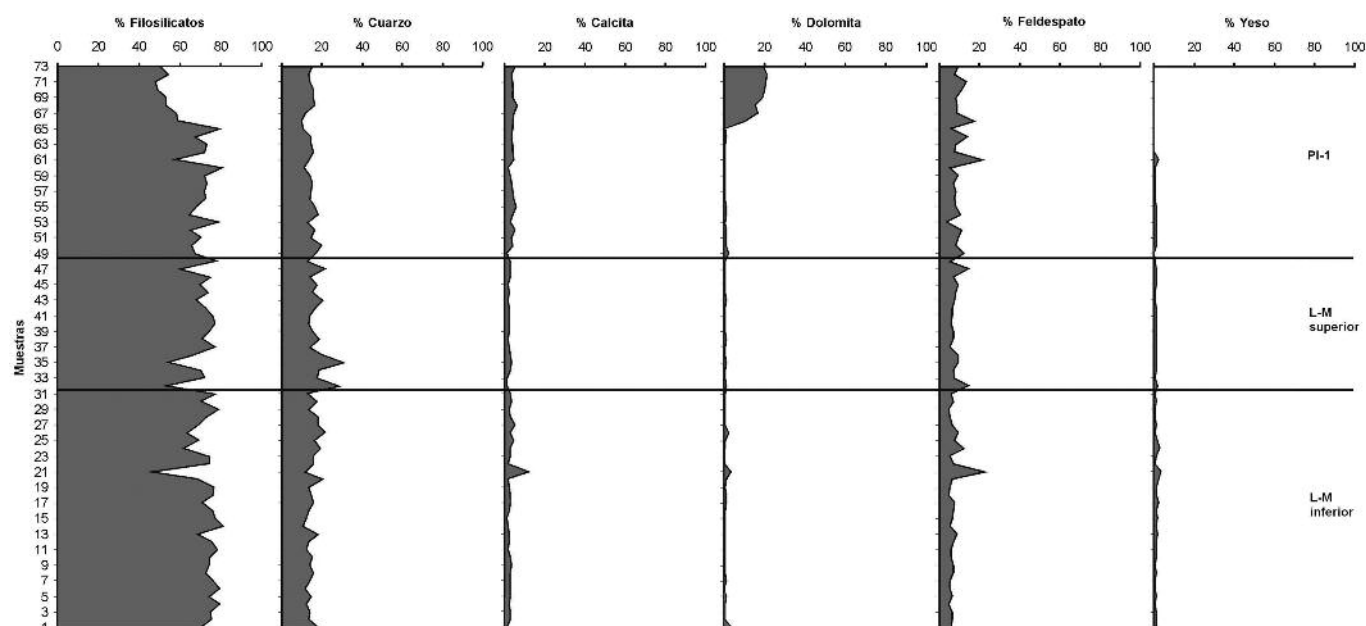


Fig. 2.- Proporciones relativas de la asociación mineralógica global en los sedimentos del Messiniense terminal y Zancliense inferior de la cuenca de Málaga. PI-1: depósitos del Zancliense inferior; L-M: secuencia Lago-Mare.

Fig. 2.- Bulk mineralogy along terminal Messinian and early Zanclean deposits in the Málaga basin. PI-1: early Zanclean deposits; L-M: Lago-Mare sequence.

muestras 65-73, se observa un descenso apreciable en la cantidad de filosilicatos, la desaparición del yeso y un aumento considerable de dolomita (Fig. 2). La desaparición del yeso nos indica un cambio en las condiciones ambientales que podría relacionarse con una mayor profundización de la cuenca, puesta de manifiesto por el aumento en la proporción de foraminíferos planctónicos (Guerra-Merchán *et al.*, 2010).

La aparición de dolomita, ha sido generalmente relacionada con la erosión de dolomías o con la dolomitización de parte de la calcita primaria debido a la circulación de fluidos ricos en Mg (Martínez-Ruiz *et al.*, 1999). Sin embargo, la constancia de las proporciones de calcita en estos estratos sugiere que, al menos en este caso, el primer proceso es el que predomina. Este aumento en la proporción de dolomita viene acompañado de un descenso en la proporción de filosilicatos. Estos datos sugieren que en la parte más alta de la secuencia PI-1 se intensifica la erosión de las dolomías triásico-jurásicas de la cobertera maláguide que afloran en las inmediaciones del área estudiada.

Mineralogía de arcillas. La figura 3 y la tabla I reflejan que los minerales de la arcilla más abundantes en la secuencia L-M inferior son, en orden decreciente, illita, esmectita e interstratificados I/S. Además, en estas

muestras podemos encontrar cantidades menores de clorita y caolinita. La fracción arcilla de la secuencia L-M superior presenta una mineralogía similar, pero se aprecia un ligero incremento de la illita y una disminución de interstratificados, en tanto que la esmectita, clorita y caolinita se mantienen prácticamente iguales.

Por el contrario, la esmectita es el mineral de la arcilla que predomina en las muestras de la secuencia PI-1 (Tabla I, Fig. 3). Este aumento de esmectita está acompañado de una disminución de illita. A diferencia de las muestras estudiadas de las secuencias Lago-Mare, la clorita está ausente en toda la secuencia PI-1.

El estudio de las variaciones en la proporción de los minerales de la arcilla en un sedimento permite realizar una aproximación a las condiciones climáticas reinantes durante su génesis y depósito (Chamley, 1989; Chamley y Robert, 1980; Singer, 1984). No obstante, estas variaciones pueden estar influenciadas por fenómenos tectónicos. En las secuencias Lago-Mare la presencia de esmectita y caolinita sugiere que en este periodo el clima fue relativamente cálido y húmedo (Chamley *et al.*, 1977). Sin embargo, en la secuencia PI-1 se produce un aumento de esmectita, que se mantiene en torno al 70%. Este aumento podría estar relacionado con el desarrollo de esmectita en suelos de los márgenes de las áreas deposicionales favorecidos por la existencia de

un clima más seco (Chamley y Robert, 1980).

Conclusiones

Los componentes detríticos de los sedimentos son, fundamentalmente, cuarzo, feldespatos, calcita, dolomita y arcillas. Las arcillas están compuestas por fases formadas durante la meteorización de la roca original como esmectita, caolinita e illita. A su vez, podemos encontrar minerales evaporíticos como el yeso.

La composición mineralógica global de las muestras estudiadas no cambia al pasar del Messiniense terminal al Zancliense inferior, lo que sugiere que no hubo cambio sustancial en relación con el área fuente. El mayor contenido en dolomita en la parte alta de la secuencia PI-1 justifica una mayor erosión de las dolomías de la cobertera maláguide, mientras que la desaparición del yeso se puede relacionar con una mayor profundización de la cuenca a lo largo del Zancliense inferior.

Los cambios observados en la proporción de esmectita en la transición Mioceno-Plioceno sugieren el paso de un clima húmedo y cálido a un clima más seco. No obstante, estos cambios podrían estar influenciados por la actividad tectónica acontecida en dicha transición, por lo que se requiere un estudio más detallado.

Asimismo, las variaciones relativas en la

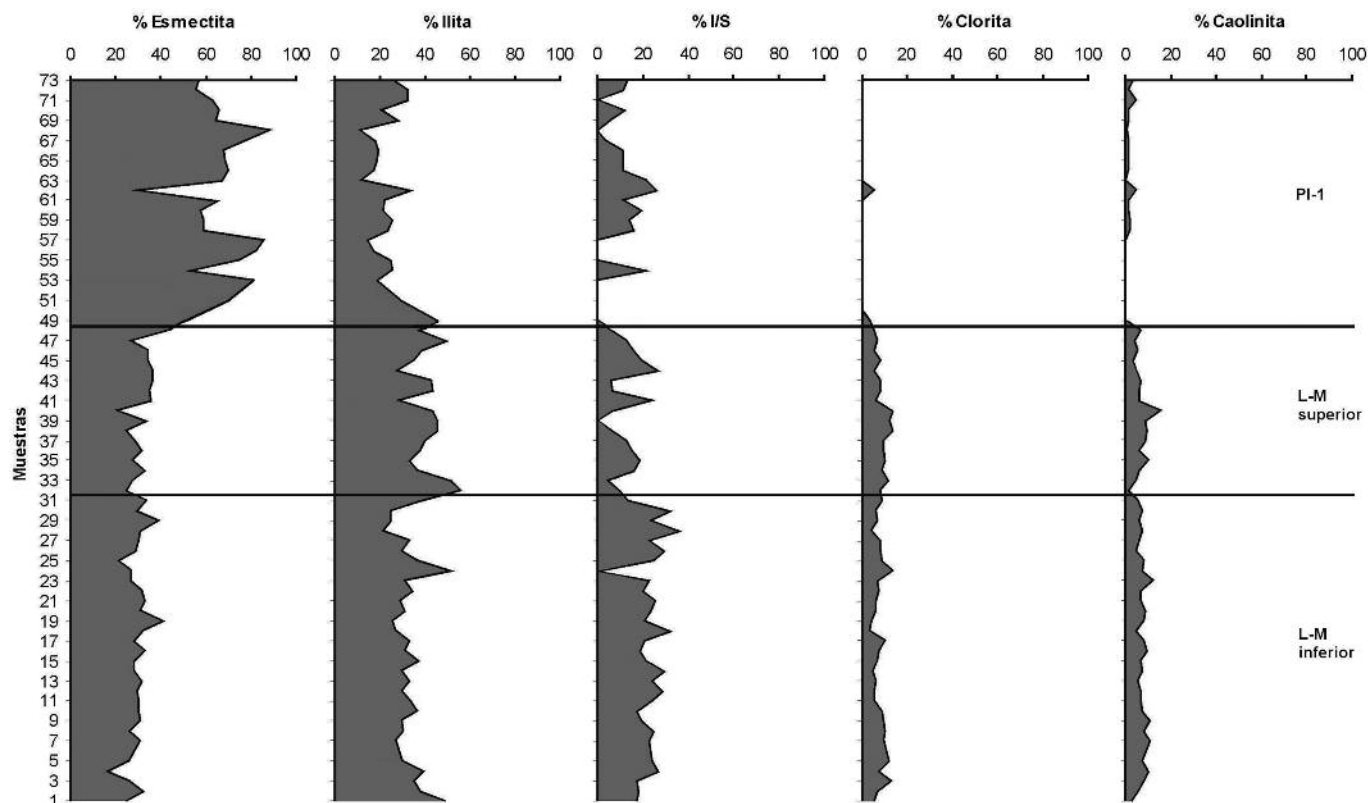


Fig. 3.- Proporciones relativas de los minerales de la arcilla en los sedimentos del Messiniense terminal y Zancleanse inferior de la cuenca de Málaga. I/S: interestratificados illita-esmeclita. PI-1: depósitos del Zancleanse inferior; L-M: secuencia Lago-Mare.

Fig. 3.- Clay mineralogy along terminal Messinian and early Zanclean deposits in the Malaga basin. I/S: Illite-Smeclite mixed-layer. PI-1: early Zanclean deposits; L-M: Lago-Mare sequence.

Unidades	Rango de los filosilicatos (%)				
	Smt	Ill	I/S	Chl	Kln
Z. inf.	29-88	11-44	0-26	0-6	0-5
LM sup.	21-44	27-56	Tr-27	6-14	Tr-15
LM inf.	17-41	21-52	Tr-36	4-14	3-12
Unidades	Filosilicatos (valor medio, %)				
Z. inf.	66	23	10	0	1
LM sup.	31	41	12	9	7
LM inf.	30	33	22	8	7

Tabla I.- Valores medios, mínimos y máximos de las proporciones de cada uno de los minerales de la arcilla presente en las muestras, expresado en %. Smt: Esmeclita; Ill: Illita; Chl: Clorita; Kln: Caolinita.

Table I.- Average values and ranges of the clay minerals proportions of studied samples (%). Smt: Smeclite; Ill: Illite; Chl: Chlorite; Kln: Kaolinite.

mineralogía de las arcillas de los sedimentos estudiados ponen de manifiesto una cierta ciclicidad cuyo estudio necesita una resolución de muestreo más alta que la abordada en este trabajo.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los grupos de investigación RNM-199 y RNM-146 de la Junta de Andalucía. Los autores agradecen a la Dra. Francisca Martínez Ruiz y a un revisor anónimo sus correcciones y comentarios, que, sin duda, han contribuido a mejorar notablemente este trabajo.

Referencias

Chamley, H. (1989). *Clay Sedimentology*. Springer, New York. 623 p.
 Chamley, H., Giroud d'Argoud, G. y Robert, C. (1977). *Géol. Méditerran.*, 4, 331-378.
 Chamley, H. y Robert, C. (1980). *Géol. Méditerran.*, 7, 25-34.
 Guerra-Merchán, A., Serrano, F., Garcés, M., Gofas, S., Esu, D., Gliozzi, E. y Grossi, F. (2010). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 285, 264-276.
 Islam, A.K.M.E. y Lotse, E.G. (1986). *Clay Minerals*, 21, 31-42.
 Kahle, M., Kleber, M. y Jahn, R. (2002). *Geoderma*, 109, 191-205.
 Martínez-Ruiz, F., Comas, M.C. y Alonso, B. (1999). *Proc. ODP, Scientific Results*, 161, 21-35.
 Orszag-Sperber, F. (2006). *Sedimentary Geology*, 188-189, 259-277.
 Singer, A. (1984). *Earth-Science Reviews*, 21, 251-293.
 Środoń, J., Drits, V.A., McCarty, D.K., Hsieh, J.C.C. y Eberl, D.D. (2001). *Clays and Clay Minerals*, 49, 514-528.