

# La composición mineralógica de los sedimentos terciarios de la Cuenca del Guadiana

## Mineralogy of Cenozoic sediments from Guadiana Basin

Meaza Tsige<sup>1</sup>, Guillermina Garzón Heydt<sup>1</sup>, Rosa Tejero López<sup>2</sup>, M<sup>a</sup> José Pellicer<sup>3</sup> y Rosa Babin<sup>†</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geodinámica, UCM. C/ José Antonio Novais, 12, 28040-Madrid, España. meaza@ucm.es, minigar@ucm.es

<sup>2</sup> Departamento de Geodinámica, UCM. IGEO (CSIC-UCM. C/ José Antonio Novais, 12, 28040-Madrid, España. rosatej@ucm.es.

<sup>3</sup> Departamento de Petrología y Geoquímica, UCM. C/ José Antonio Novais, 12, 28040-Madrid, España. pellicer@ucm.es.

### ABSTRACT

The mineralogical composition of 137 samples collected from the tertiary sediments in the Guadiana Basin has been studied by X-Ray Diffractometry. The mineralogical composition for the whole-rock samples is remarkably homogeneous being rich in phyllosilicates, quartz, with minor feldspars. However, this homogeneity disappears when studying the fraction <2µm revealing large differences in clay mineral assemblages among the samples. These assemblages together with the presence of some carbonates, indicate different sedimentary successions that can be correlated with the lithostratigraphic units defined in the basin: illite (predominant)-smectite-kaolinite assemblage characterizes the Lower Depositional Sequence (SDI); the presence of carbonates and smectite (predominant)-illite-kaolinite assemblage characterizes the Upper Depositional Sequence (SDS); the palygorskite-dolomite mineral assemblage characterizes the base of the Upper Depositional Sequence; finally, the assemblage calcite-palygorskite characterizes the carbonate levels located at the top of the Upper Depositional Sequence.

**Key-words:** Guadiana Basin, clay minerals, palygorskite, dolomite, mineral association.

Geogaceta, 54 (2013), 75-78.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

### Introducción

La Cuenca del Guadiana es una depresión de dirección E-O a NE-SO rellena por sedimentos terciarios que llegan a alcanzar un máximo espesor de 200m. Está formada por dos subcuencas, denominadas Vegas Altas y Vegas Bajas, separadas por un umbral de basamento varisco que ocupa el área de Mérida y que se ha elevado a favor de la falla de Mérida de orientación NNE-SSO (Fig. 1). El relleno está constituido por una sucesión continental formada por materiales siliciclásticos con algunos niveles carbonatados. Las principales unidades sedimentarias han sido cartografiadas y des-

critas en detalle en los mapas geológicos publicados, pero la falta de dataciones no ha permitido establecer unas unidades litoestratigráficas válidas para toda la cuenca. Los depósitos han sido atribuidos al Paleógeno o Neógeno, según los distintos autores. En general se han reconocido tres secuencias sedimentarias discordantes: Unidad Inferior, Unidad Superior y unos depósitos culminantes, denominados "raña" (Villalobos Mejía y Jorquera de Guindos, 1998; Moreno *et al.*, 2004). Recientemente Garzón *et al.* (2012) han definido dos secuencias deposicionales por debajo de los depósitos de raña, que son correlacionables a lo largo de toda la cuenca del Guadiana; Se-

### RESUMEN

Se ha estudiado la composición mineralógica de los depósitos terciarios de la Cuenca del Guadiana a partir del análisis mediante Difracción de rayos X de 137 muestras. Los depósitos de la Cuenca del Guadiana presentan una gran homogeneidad mineralógica al estudiar la roca total. Están formados por filosilicatos, cuarzo y feldespato en menor proporción. Esta aparente homogeneidad en la sucesión terciaria desaparece al analizar la fracción <2µm, poniéndose de relieve las diferencias en el contenido en carbonatos y en las asociaciones de minerales de la arcilla que son correlacionables con las unidades litoestratigráficas definidas en la cuenca: la asociación illita (predominante)-esmeclita-caolinita caracteriza la Secuencia Depositional Inferior (SDI); la presencia de carbonatos y la asociación esmeclita (predominante)-illita-caolinita caracteriza a la Secuencia Depositional Superior (SDS); la asociación palygorskita-dolomita caracteriza la base de la Secuencia Depositional Superior; por último, la asociación calcita-palygorskita caracteriza los niveles carbonatados a techo de la Secuencia Depositional Superior.

**Palabras clave:** Cuenca del Guadiana, minerales de arcilla, palygorskita, dolomita, asociación mineral.

Fecha de recepción: 31 de enero de 2013  
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013  
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

cuencia Depositional Inferior (SDI) y Secuencia Depositional Superior (SDS). En estos depósitos se ha realizado un muestreo litológico para estudiar sus características mineralógicas y su contenido en arcillas. Los resultados han permitido la identificación y correlación de las unidades estratigráficas características de la Cuenca del Guadiana y encontrar criterios para diferenciar las distintas unidades.

### Características mineralógicas de los sedimentos terciarios

Se han estudiado un total de 137 muestras de depósitos terciarios recogidas en

afloramientos de las Vegas Bajas y las Vegas Altas pertenecientes a las unidades litoestratigráficas siliciclasticas y unidades carbonatadas, así como a los depósitos de riña que no se han incluido en este trabajo pero que han servido para distinguir estos materiales de los depósitos infrayacentes (Fig. 1). Todas ellas corresponden a depósitos continentales, la mayor parte detríticos, escasamente cementados, compuestos por conglomerados, arenas y arcillas con intercalaciones de dos niveles de carbonatos. Se ha realizado el estudio mineralógico de la muestra total y de la fracción <2µm. Con el fin de poder comparar los diferentes resultados obtenidos, las condiciones de trabajo se han mantenido fijas en el análisis sistemático de todas las muestras. Las características mineralógicas de todos ellos se ha determinado mediante la técnica de difracción de rayos X (DRX), tanto para la muestra global (polvo) como para la fracción < 2 µm (agregados orientados). La semi-cuantificación de los minerales presentes, se ha efectuado utilizando los poderes reflectantes recopilados por Schultz (1964) y Barahona (1974). En algunas muestras seleccionadas se ha realizado el estudio de la microestructura y análisis químicos puntuales mediante el microscopio electrónico de barrido (SEM) con sistema EDX incorporado.

*Asociaciones minerales en los depósitos terciarios siliciclasticos*

La distribución de la composición mineralógica de la muestra total es muy similar y está marcada por una cantidad importante de filosilicatos y cuarzo, acompañado por feldespatos.

Estos últimos aparecen con proporciones variadas siendo mayor en los depósitos de las Vegas Altas debido al aumento del contenido en materiales arenosos y limosos. A pesar de esta similitud mineralógica observada en la muestra total, en la fracción < 2µm existen diferencias importantes, tanto en el tipo, como en la cantidad dominante de la arcilla. Esto permite diferenciar dos asociaciones mineralógicas.

La asociación mineralógica, que caracteriza a los depósitos estratigráficamente inferiores (SDI) (Garzón *et al.*, 2012), está representada por la presencia de *illita*(predominante)-*caolinita-esmectita*. Se han estudiado un total de 24 muestras distribuidas a lo largo de la Cuenca del Guadiana, 7 en las Vegas Bajas y 17 en las Vegas Altas. En

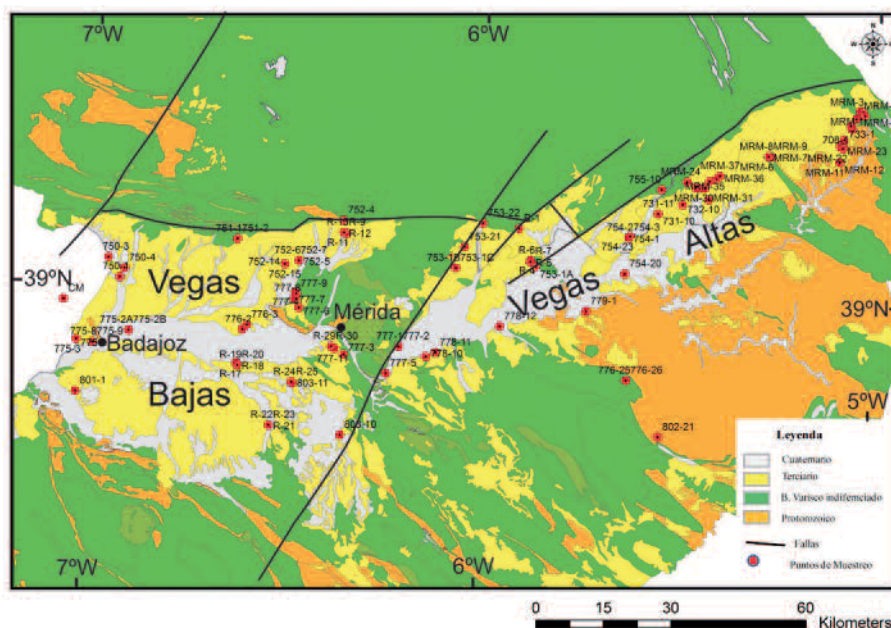


Fig. 1.- Esquema geológico de la Cuenca del Guadiana realizado a partir del mapa geológico de Cáceres y Badajoz 1:200.000 (IGME). Los puntos indican la situación de las muestras analizadas.

Fig.1.- Simplified geological map of Guadiana Basin modified after 1:200.000 Geological Map of Badajoz and Cáceres provinces (IGME). Dots show sample location.

la figura 2 se presenta los resultados semi-cuantitativos de los minerales de arcilla obtenidos en la fracción < 2µm. Como se ve, en la totalidad de las muestras es más abundante la illita que los otros dos minerales de la arcilla presentes. Los porcentajes relativos de estos tres minerales varían sensiblemente en las distintas muestras: la illita (varía entre 50 y 86%) tiene un valor medio superior a 60%; la esmectita oscila entre indicios en las Vega Altas y hasta un 30% en las Vegas Bajas; la caolinita apa-

rece en todas las muestras con porcentajes entre 10% y 25%, siendo mucho mayor en las muestras de las Vegas Altas. De forma esporádica, se encuentran y siempre en pequeños porcentajes, minerales interestratificados del tipo illita-esmectita y clorita-esmectita. Existen, no obstante, algunas variaciones en el contenido mineralógico entre las dos sub-cuencas. La variación más acusada es la disminución progresiva de esmectita que llega a desaparecer en el NE de las Vegas Altas. Paralelamente se produce

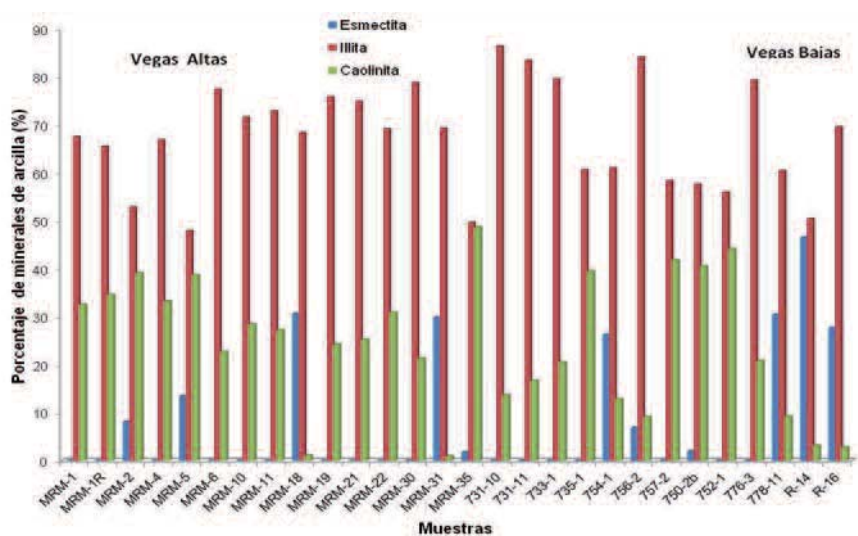


Fig. 2.- Distribución de los resultados semi-cuantitativos de los minerales de arcilla en la fracción < 2 µm, asociación, illita (predominante)-esmectita-caolinita,, representativa de la SDI.

Fig. 2.- Distribution of clay minerals in the < 2 µm fraction, illite (rich)-smectite-kaolinite assemblage, representative of SDI.

un incremento de los porcentajes de caolinita, que pueden superar el 30%. Las illitas presentan alta cristalinidad (Kübler, 1968; Kisch, 1996) con IC entre 0.3 y 0.35° 2 CuK. Por el contrario, la esmectita presenta una cristalinidad baja (Biscaye, 1965) con índice de lb entre 0.5 y 0.6. Según los datos de la reflexión, D<sub>60</sub>, los filosilicatos son de naturaleza di-octaédrica. Todos estos datos sugieren el origen detrítico de los depósitos, producto del desmantelamiento del manto de alteración de las pizarras, grauwacas y rocas ígneas que forman el basamento (Rodríguez *et al.*, 1988). Otra característica importante junto a la asociación de los minerales de la arcilla de estas muestras es la ausencia de carbonatos tanto en forma de matriz como de clastos.

La asociación mineralógica que caracteriza a los depósitos estratigráficamente superiores (SDS), está representada por la *esmectita(predominante)-illita-caolinita*. Se han estudiado un total de 42 muestras distribuidas a lo largo de las dos sub-cuencas (14 en Vegas Bajas y 28 en Vegas Altas). Las litologías características de estos depósitos superiores son arenas y limos con intercalaciones de conglomerados y areniscas muy cementadas. La mineralogía de la muestra total de estos depósitos estratigráficamente superiores (SDS) es similar a los depósitos de SDI descritas anteriormente, salvo por la aparición frecuente de un importante contenido de carbonatos tipo dolomita en la mayoría de las muestras en forma de nódulos o clastos resedimentados. En esta asociación el mineral de arcilla dominante es la esmectita que representa más de la mitad de los filosilicatos (50-90%) con un valor medio de 70%, seguida por proporciones de illita y caolinita que oscilan entre el 5-30% (Fig. 3). El porcentaje de la illita y caolinita suele ser constante aunque varía la proporción entre ambas. La illita, en ocasiones esta ausente.

En algunas muestras y siempre asociada a la presencia de clastos dolomíticos resedimentados, se ha encontrado paligorskita con porcentajes de hasta un 15%. La cristalinidad de la esmectita es algo más alta que en las muestras de los depósitos inferiores (SDI), presentando valores de índice de Biscaye (lb) entre 0.8 y 0.9. La cristalinidad de la illita presenta valores entre 0.3-0.35° 2 CuK. Al igual que en las muestras de la asociación anterior la esmectita e illita son de carácter di-octaédrica.

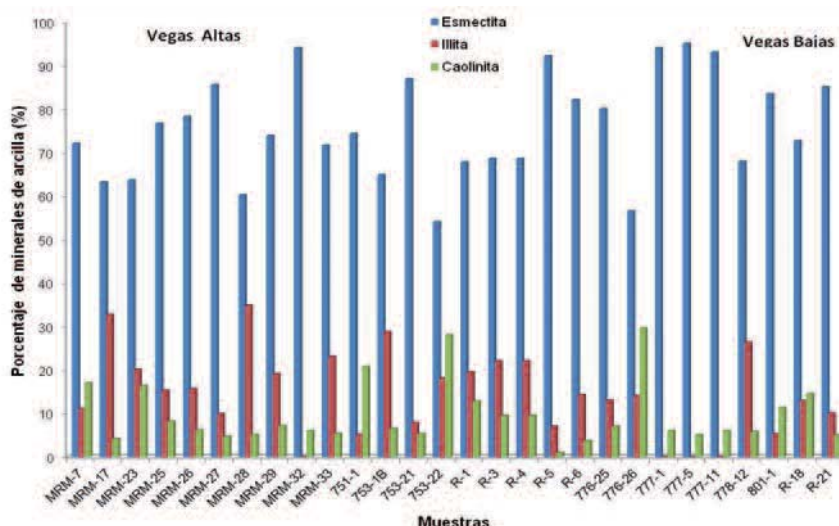


Fig. 3.- Distribución de los resultados semi-cuantitativos de los minerales de arcilla en la fracción < 2 μm, (asociación esmectita (predominante)-illita-caolinita, representativa de la SDS.

Fig. 3.- Distributions of clay minerals in the < 2 μm fraction, smectite (rich)-illite-Kaolinite assemblage, representative of SDS.

Asociaciones minerales carbonatadas

En los depósitos de la Cuenca del Guadiana se identifican dos niveles carbonatados. El primero se encuentra intercalado en la sucesión siliciclástica y ha sido utilizado como nivel de referencia para diferenciar las dos secuencias deposicionales (Villalobos Mejía y Jorquera de Guindos, 1998; Moreno *et al.*, 2004; Garzón *et al.*, 2012). El segundo nivel se encuentra a techo de la sucesión y marca el techo de las unidades siliciclásticas existentes por debajo de los depósitos de Raña.

Carbonatación inferior

Los niveles de carbonatación aparecen de forma discontinua bien como un nivel

dolo-conglomerático o como un horizonte de alteración que afecta a las rocas ígneas y metamórficas del basamento. El espesor de estos horizontes dolo-conglomeráticos es variable, pudiendo alcanzar los 4 metros en las Vegas Bajas. Están compuestos principalmente por rocas silíceo-calcareas, donde el contenido en carbonatos es siempre superior al 80%, predominando la dolomita sobre la calcita. Esta última aparece como mineral secundario rellenando poros y fisuras. El cuarzo, que aparece como clastos de tamaño y forma variable (diámetro >2.5 cm), puede formar el 20 % del total de la roca. Se trata de cristales transparentes, muy angulosos que se encuentran flotando dentro de la masa dolomítica (Fig. 4).

El contenido en filosilicatos en estas rocas es muy bajo (<12%) y está represen-

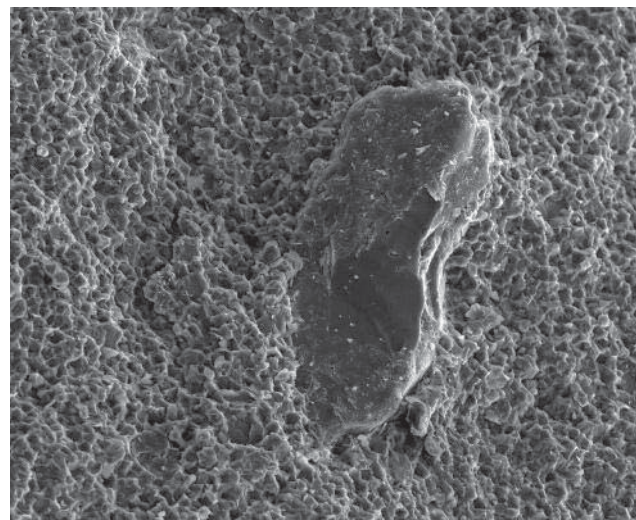


Fig. 4.- Grano de cuarzo rodeado por dolomita con tetura microesparítica.

Fig.4.- Quartz grain surrounded by dolomite with microsparite texture.

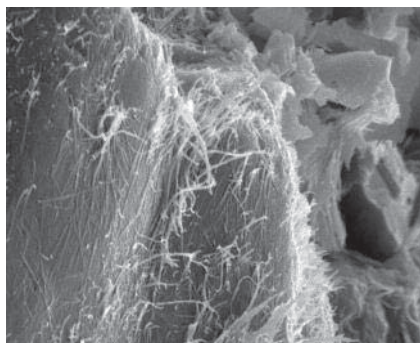


Fig. 5.- Imagen de SEM donde se aprecia el crecimiento de las fibras de palygorskita en los bordes de una illita.

Fig. 5.- SEM image showing palygorskite fiber growing over illite.

tado fundamentalmente por palygorskita que constituye más del 80% del total de los filosilicatos existentes. La illita y la esmectita se encuentran en proporciones muy bajas. La palygorskita muestra relación con la presencia de la dolomita y de la alteración de los minerales laminares (Fig. 5).

#### Carbonatación superior

En el techo de los sedimentos terciarios pre-raña que rellenan la Cuenca del Guadiana se encuentran unos afloramientos discontinuos de costras calcáreas con espesores de entre 1 y 2 m. Aparecen como depósitos estratificados o como relleno de poros y fracturas y como alteraciones secundarias y en muchas ocasiones es muy difícil de separarlas de los carbonatos inferiores. En esta investigación se han observado afloramientos aislados de calcitas de alteración superpuestas a los conglomerados dolomíticos y en ocasiones como caliches y horizontes de alteración asociados a los depósitos detríticos superiores. Los mejores afloramientos también se encuentran en las Vegas Bajas donde han sido denominados como "caleños" y en los que se superponen ambos niveles carbonatados. Desde el punto de vista mineralógico la calcita es el mineral más representativo de esos depósitos, acompañado por cuarzo detrítico y filosilicatos como componentes minoritarios. En trabajos anteriores (Rodríguez-Vidal *et al.*, 1988, Villalobos Mejía y Jorquera de Guindos, 1998) esta carbonatación ha sido interpretada como producto de una sedi-

mentación lacustre con láminas de agua muy someras o como horizontes formados por un proceso de alteración calcárea representada fundamentalmente por costras discontinuas. A pesar de su distribución por casi toda la cuenca, esta unidad actualmente se encuentra prácticamente desmantelada y alterada por un intenso proceso de edafización, que la convierte en calizas pulverulentas y caliches. La microestructura observada en SEM desvela la presencia de rasgos claramente edáficos. Como mineral de arcilla asociada a esta carbonatación se presenta mayoritariamente la palygorskita.

### Mineralogía y registro sedimentario de la Cuenca del Guadiana

Los depósitos de la Cuenca del Guadiana presentan una aparente similitud mineralógica en muestra de roca total estando formados por filosilicatos y cuarzo acompañados por menos proporción de feldespatos. No obstante, el resultado del análisis de la fracción < 2 μm ha puesto de relieve la existencia de diferencias importantes tanto en el tipo como en la proporción de los distintos minerales de la arcilla presentes. Se diferencian dos asociaciones minerales relacionadas con los depósitos siliciclásticos definidos en la Cuenca del Guadiana (Villalobos Mejía y Jorquera de Guindos, 1998; Moreno, *et al.*, 2004; Garzón *et al.*, 2012). La ausencia de carbonatos y la presencia de la asociación *illita*(predominante)-*caolinita-esmectita* caracterizan la Unidad Inferior descrita en las Vegas Bajas y la Secuencia Depositional Inferior (SDI) descrita para toda la cuenca (Garzón *et al.*, 2012). Asimismo, la presencia de carbonatos y de la asociación *esmectita* (predominante)-*illita-caolinita* caracteriza la Unidad Superior o la Secuencia Depositional Superior (SDS). Los porcentajes de los minerales de la arcilla que caracterizan a las dos secuencias varían sensiblemente en las dos sub-cuencas. La variación más importante se observa en el contenido de la caolinita fundamentalmente en la SDI.

Dentro de la asociación carbonatada se diferencian dos niveles. Una que se encuentra en la base de la Secuencia Deposi-

cional Superior (SDS) compuesta principalmente por dolomita y palygorskita como minerales característicos. En esta carbonatación se intuye el origen antigénico de las palygorskitas como producto de alteración de illita-esmectita producido posiblemente bajo condiciones de un alto contenido de Mg y PH alto (Elprince *et al.*, 1979). Otra superior donde la calcita es el mineral más representativo. El mineral de la arcilla más representativo es la palygorskita

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CGL2011-23857 (Ministerio de Economía y Competitividad). Los análisis se han realizado en el Centro de Apoyo a la Investigación de la Facultad de Ciencias Geológicas. UCM.

### Referencias

- Barahona, E. (1974). *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: evaluación del ensayo de algunas materias primas*. Tesis Doctoral, UPV/EHU, 220 p.
- Biscaye, P. E. (1965). *Geological Society of America Bulletin* 76, 803-832.
- Elprince, A. M., Mashhady, A. S., and Aba-Husayn, M. M. (1979). *Soil Science* 128, 211-218.
- Garzón, G., Pellicer, M.J., Tsige, M., Tejero, R., Brum, A., Cabral, J. y Babín, R. (2012). *Geo-Temas*, 13. CD.
- Kubler, D. (1968). *Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite*. Bulletin. Centre Reaserch Pau SNPA, 2,385-397
- Kisch, H.J. (1991) *Illite crystallinity: recommendations on sample preparation, X-ray diffraction settings, and interlaboratory samples*. *Journal of Metamorphic Geology* 9, Issue 6, 665-670.
- Moreno, F., Matas, J. y Leyva, F. (2004). *Mapa Geológico de España 1:50.000, Hoja nº 732 (Valdecaballeros) y memoria*. IGME,
- Rodríguez Vidal, J, Villalobos, M., Jorquera, A. y Díaz del Olmo, F. (1988). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 1, 1-2, 157-164.
- Schultz, L.G. (1964). *U.S. Geological Survey Professional Paper* 391, 1-31.
- Villalobos Mejía, M y Jorquera de Guindos, A. (1998). *Publicaciones Museo de Geología de Extremadura* 5, 33-44.