

150 años del descubrimiento del yacimiento cámbrico de Murero (Cadenas Ibéricas, NE España)

150 years of the discovery of the Cambrian Lagerstätte of Murero (Cadenas Ibéricas, NE Spain)

Eladio Liñán¹, José Antonio Gámez Vintaned², María Eugenia Dies Álvarez³, Juan Bautista Chirivella Martorell², Eduardo Mayoral⁴,
Andrey Yu Zhuravlev⁵, José Antonio Andrés⁶ y Rodolfo Gozalo²

¹ Área y Museo de Paleontología-IUCA, Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza,
c/ Pedro Cerbuna, n.º 12, 50009 Zaragoza, España. linan@unizar.es

² Departamento de Geología, Universitat de València, c/ Dr. Moliner, n.º 50, 46100 Burjassot, España. gamez@unizar.es, juanchirivella@ieslesfoies.org, rodolfo.gozalo@uv.es

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Universidad de Zaragoza,
c/ Valentín Cardenera, n.º 4, 22003 Huesca, España. medies@unizar.es

⁴ Departamento de Geodinámica y Paleontología, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus de El Carmen, Universidad de Huelva,
Avda. Tres de Marzo s/n, E-21071 Huelva, España. mayoral@uhu.es

⁵ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskiy pereulok, 7, 119017 Moscow, Russia. ayzhur@mail.ru

⁶ Dirección General de Patrimonio Cultural, Dpto. de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, Gobierno de Aragón,
Avda. Alcalde Gómez Laguna, n.º 25. 50009 Zaragoza, España. jaandres@aragon.es

ABSTRACT

The lower-middle Cambrian palaeontological site of Murero (Cadenas Ibéricas, NE Spain) is a classical locality of the Cambrian in Europe. The site was first reported by the French geologist Edouard de Verneuil in 1862, and now it achieves 150 years of geological works contributing to a better knowledge of the Cambrian Period. Murero is an exceptional Lagerstätte because the coexistence of both skeletal and soft-bodied groups along a continuous record of ca. 8 million years, which is subdivided into 14 trilobite zones. Murero was the first palaeontological site in Spain to obtain the highest protection figure (Bien de Interés Cultural, BIC) from the Spanish Administration in 1997. Since then, the educational and social projection of the site is continuously increasing.

Key-words: History of Palaeontology, Palaeontological heritage, Murero Biota, Cadenas Ibéricas, Spain.

RESUMEN

El yacimiento paleontológico del Cámbrico inferior-medio de Murero (Cadenas Ibéricas, NE de España) es una localidad clásica del Cámbrico europeo. Fue dado a conocer a la ciencia por Edouard de Verneuil en 1862, celebrándose en 2012 el 150 aniversario de su descubrimiento. Es un siglo y medio de trabajos geológicos y de logros puestos al servicio del conocimiento del Período Cámbrico. Murero es un Lagerstätte excepcional porque coexisten en él grupos esqueléticos y de cuerpo blando a lo largo de un registro estratigráfico continuo que abarca unos 8 millones de años, dividido en 14 zonas de trilobites. En 1997, este yacimiento paleontológico fue el primero de España en obtener de la Administración la máxima figura de protección legal: Bien de Interés Cultural. Desde entonces, su proyección social no ha cesado de aumentar.

Palabras clave: Historia de la Paleontología, Patrimonio paleontológico, biota de Murero, Cadenas Ibéricas, España.

Geogaceta, 53 (2013), 25-28.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 15 de julio de 2012
Fecha de revisión: 25 de octubre de 2012
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2012

Introducción

Dieciséis años después de que el geólogo Joachim Barrande describiera en Bohemia la denominada "fauna primordial", esta fue citada en Murero por el también francés Edouard de Verneuil (1862), describiéndola como compuesta por trilobites paradoxicóidos y conocorífidos. Aunque no era la primera cita de la "fauna primordial" en España (se había descrito en rocas de la meseta), la mención sirvió de punto de arranque para los estudios paleontológicos en Murero. Así, poco después el yacimiento fue incluido en la te-

sis doctoral de Dereims (1898), defendida en la Universidad de Lille (Francia).

Para una revisión en profundidad de los estudios geológicos llevados a cabo en Murero, véanse Liñán y Gozalo (1986, 1999). Las contribuciones paleontológicas más esenciales para comprender el yacimiento son —quizás— las monografías de Sdzuy (1961) y de Liñán y Gozalo (1986), pues describen la mayoría de las especies de trilobites utilizadas en la construcción de la escala biocronológica entre el Cámbrico inferior tardío y la parte media del Cámbrico medio para la provincia Mediterránea (Liñán *et al.*, 1993).

Situación geográfica y geológica, estratigrafía y biocronología

Murero es un pequeño pueblo situado a ocho kilómetros al NO de la ciudad medieval de Daroca y a unos 80 km al SO de la de Zaragoza (Aragón, NE de España), en el corazón del sistema Ibérico.

Geológicamente, el yacimiento se localiza en el sector SE de la Cadena Ibérica (o Celtibérica) Occidental (una de las dos grandes alineaciones de afloramientos precámbricos y paleozoicos que se disponen a ambos lados de la cuenca de Calatayud)

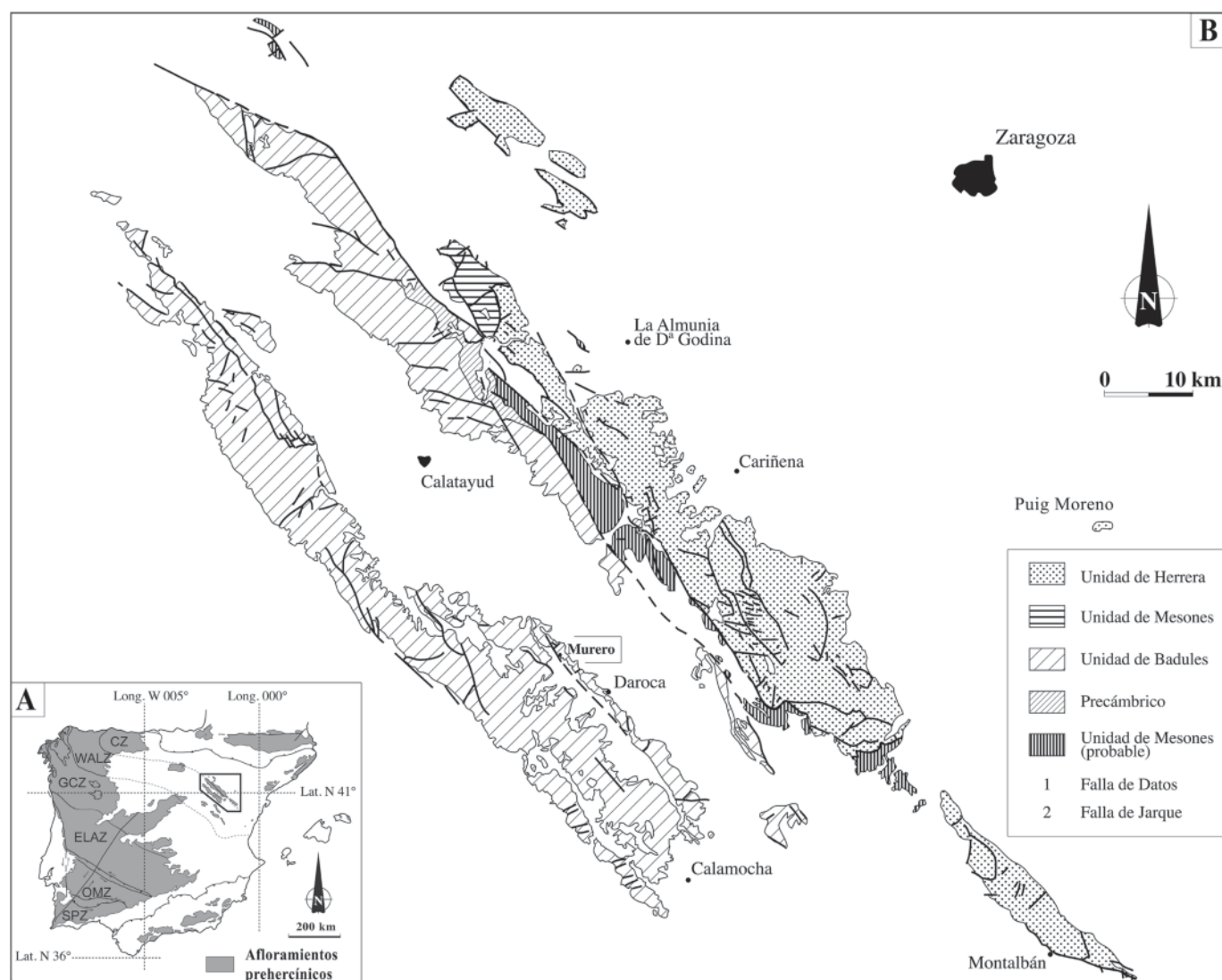


Fig. 1.- Localización geográfica y geológica de Murero (según Liñán *et al.*, 2008).

Fig. 1.- Geographic and geologic location of Murero (after Liñán *et al.*, 2008).

(Fig. 1). De acuerdo con la terminología de Carls (1983), se encuadra en la unidad de Badules y, más localmente, en el denominado "bloque de Villafeliche", un kilómetro al N de la población de Murero. La sucesión estratigráfica es normal y buza unos 30° hacia el SO, aflorando a lo largo de la rambla de Valdemiedes. Las dos secciones principales (RV1 y RV2) se sitúan a una y otra orilla de esta rambla (Liñán y Gozalo, 1986) (Fig. 2).

Desde el punto de vista de su estratigrafía, en el yacimiento de Murero afloran materiales del Grupo Mesones (en orden estratigráfico, las formaciones Valdemiedes – en su parte superior –, Mansilla y Murero) y de la base del Grupo Acón, con un espesor total de 195 m. La edad de estas capas abarca desde el Bilbiliense superior (Cámbrico inferior temprano; piso 4 de la serie 2 del Cámbrico) hasta el Languedociense inferior

(Cámbrico medio tardío; Piso Drumiense de la serie 3 del Cámbrico). Los estratos están compuestos por lutitas y algunas delgadas intercalaciones de areniscas de grano muy fino, con horizontes con más o menos abundantes nódulos de carbonatos y, ocasionalmente, niveles de dolomía. El color de las lutitas es gris verdoso, con excepción de la Formación Mansilla, donde el color es rojo viñáceo y predominan los niveles dolomíticos.

Los datos mineralógicos indican que las lutitas del Grupo Mesones experimentaron un incipiente anquimetamorfismo (Bauluz *et al.*, 1998). Ello se traduce en el crecimiento de pequeños cristales de clorita que suelen reemplazar los antiguos tegumentos y esqueletos de los fósiles (Gámez Vintaned *et al.*, 2009a).

En cuanto a la estratigrafía secuencial (secuencias de segundo orden), la sucesión de Murero registra, sucesivamente, un cortejo se-

dimentario transgresivo, uno de nivel del mar alto y de nuevo uno transgresivo (Gámez Vintaned *et al.*, 2009b).

En lo que a la biocronología respecta, el intervalo temporal del Cámbrico de Murero (unos 8 Ma, entre unos -511 Ma y unos -503 Ma) se subdivide en 14 zonas de trilobites, en lo que es la escala más fina de todo el mundo para este intervalo temporal (Gozalo *et al.*, 2008; Liñán *et al.*, 2008). Estas zonas son, en orden estratigráfico: *Protolepus jilcanus*, *Acadoparadoxides mureroensis*, *Eccaparadoxides sdzuyi*, *Eccaparadoxides asturianus*, *Badulesia tenera*, *Badulesia granieri*, *Pardailhanian hispidus*, *Pardailhanian multispinosa*, *Pardailhanian sdzuyi*, *Solenopleuropsis ribeiroi*, *Solenopleuropsis ribeiroi*+*S. verdiagana*, *Solenopleuropsis verdiagana*+*S. rubra*, *Solenopleuropsis simula*, y *Solenopleuropsis thoralis*+*S. marginata*.

El límite clásico Cámbrico inferior/medio

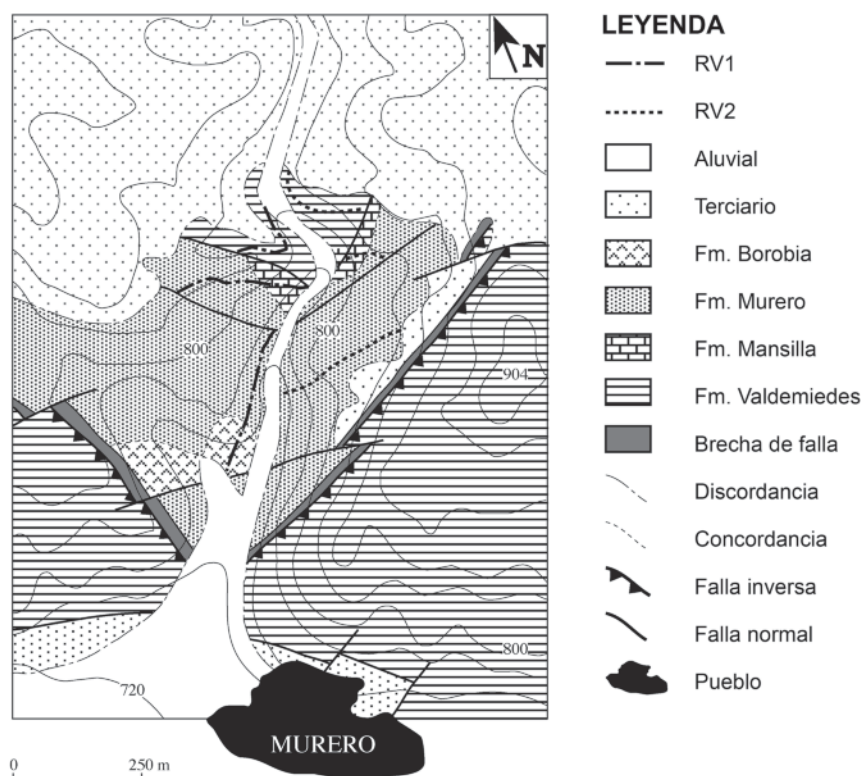


Fig. 2.- Cartografía geológica del yacimiento de Murero (modificada de Liñán y Gozalo, 1986; Liñán et al., 2008). En el sur, el bloque de Jiloca cabalga hacia el N sobre el bloque de Villafeliche, ambos rodeados de materiales terciarios continentales.

Fig. 2.- Geological sketch of the Murero site (modified from Liñán and Gozalo, 1986; Liñán et al., 2008). In the south, the Jiloca block thrusts over the Villafeliche block, both surrounded by continental Tertiary materials.

(esto es, el límite Bilbiliense/Leoniense) se sitúa en el FAD del trilobites polímero *Acadoparadoxides mureoensis* Sdzuy, 1958 (Fig. 3). Este descansa sobre estratos escasamente fosilíferos que registran el evento Valdemiedes (Liñán et al., 1993), en cuya base los valores isotópicos $^{13}\text{C}_{\text{org}}$ muestran una pronunciada variación negativa. Este evento coincidió en el tiempo con la extinción de los trilobites olenélidos en Laurencia (Gozalo et al., 2013).

Paleontología

Los estratos marinos someros de Murero son muy fosilíferos, con especímenes bien conservados de grupos con esqueleto y de cuerpo blando. De entre los primeros, los trilobites son especialmente abundantes. Destacar que, gracias al registro continuo de paradoxídidos en una misma sección (RV1), se demostró la existencia de dimorfismo (probablemente sexual) en los trilobites durante el Cámbrico medio (Gozalo et al., 2003). Otros artrópodos encontrados son aracnomorfos y bradoriidos. El filo de los braquiópodos comprende seis especies y el de los



Fig. 3.- *Acadoparadoxides mureoensis* Sdzuy, 1958. Ejemplar MPZ 2003/682. Molde interno de cranium. Parte superior de la Formación Valdemiedes. (Barra de escala = 1 cm).

Fig. 3.- *Acadoparadoxides mureoensis* Sdzuy, 1958. Specimen MPZ 2003/682. Internal mould of cranium. Upper Valdemiedes Formation. (Scale bar = 1 cm).

equinodermos incluye eocrinoideos, edrioasteroideos y cintas, con un registro preliminar de quince taxones. Los hiolitos están también presentes.

La primera descripción de fósiles de cuerpo blando de tipo Burgess Shale en Murero fue publicada por investigadores anglosajones en 1986. Estudios posteriores sobre estos fósiles excepcionales han incrementado la relevancia de este yacimiento, habiéndose descrito algunas algas clorofíceas y feofíceas, esponjas, ecdisozoos (paleoescolécidos y xenúsidos lobópodos; Fig. 4), así como veinte icnotaxones.

Murero como recurso educativo

Desde, al menos, los años finales de la década de 1970, el yacimiento de Murero viene siendo visitado asiduamente por numerosos estudiantes de universidades españolas, así como por alumnos no universitarios, y también ha sido empleado como ejemplo en Didáctica de la Geología.

El yacimiento fue declarado Bien de Interés Cultural en 1997 por el Gobierno de Aragón, siendo el primer yacimiento paleontológico español en obtener tal figura de protección.

En los años recientes, se han instalado dos rutas turístico-educativas que discurren por la rambla de Valdemiedes, por sus inmediaciones y en el trayecto entre Daroca y Murero, estando prevista también una tercera (Díez Álvarez et al., 2009) (Fig. 5).

Con el mismo objetivo de acercar el yacimiento de Murero a todos los públicos, se ha producido recientemente un documental divulgativo sobre la "Explosión Cámbrica" de la vida y Murero (Liñán y Bayón, 2009).

Conclusiones

Desde las primeras citas del yacimiento cámbrico de Murero en el S. XIX, han visto la luz una decena de tesis doctorales, varios libros y más de un centenar de artículos en revistas científicas. Como consecuencia, ya se han catalogado en el yacimiento –por el momento– más de cien especies, la mayoría de trilobites. Murero es, por tanto, considerado desde el S. XIX como uno de los yacimientos emblemáticos de España y también una localidad clásica de referencia internacional para el estudio del Período Cámbrico. También es crucial para el conocimiento de los numerosos fenómenos geológicos que concurren durante la transición entre el Cámbrico inferior y el Cámbrico medio a escala global en el planeta. Por todo ello, en 2012 se celebra jubilosamente el 150 aniversario de su descubrimiento.

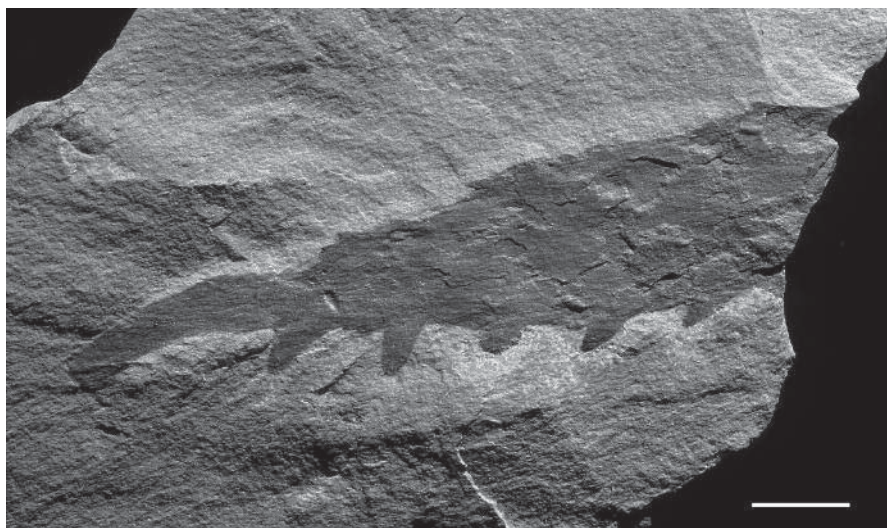


Fig. 4.- El xenúsido lobópodo *Mureropodia apae* Gámez Vintaned, Liñán y Zhuravlev, 2011. Ejemplar MPZ 2009/1241. (Barra de escala = 1 cm).

Fig. 4.- The lobopod xenousian *Mureropodia apae* Gámez Vintaned, Liñán y Zhuravlev, 2011. Specimen MPZ 2009/1241. (Scale bar = 1 cm).

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto CGL2011-24516 (Ministerio de Ciencia e Innovación-FEDER, UE), el Programa «Juan de la Cierva» (referencia JCI-2009-05319; Ministerio de Ciencia e Innovación), y del Grupo Consolidado E-17 (Gobierno de Aragón).

Referencias

- Bauluz, B., Fernández-Nieto, C. y González López, J.M. (1998). *Clay Minerals*, 33, 373-393.
- Carls, P. (1983). En: *Libro Jubilar J.M. Ríos. Tomo III. Contribuciones sobre temas generales* (J. A. Comba, coord.). Instituto Geológico y Minero de España, 11-32.
- Dereims, A. (1898). *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragón. T. II. Annales Hébert*, 199 p.



Fig. 5.- Excursión de la Comisión de Patrimonio Geológico de la SGE a Murero el 19 de junio de 2009. Al fondo se observa el acondicionamiento de la sección RV2 en torno al límite entre las series 2 y 3 del Cámbrico (límite tradicional Cámbrico inferior/medio).

Fig. 5.- Field excursion of the Commission on Geological Heritage of the Spanish Geological Society (SGE) in Murero (June 19th, 2009). On the background, stairs providing access to section RV2 around the Cambrian Series 2/3 boundary (traditional lower/middle Cambrian boundary).

- Dies Álvarez, M.E., Gámez Vintaned, J.A., Liñán, E. y Gozalo, R. (2009). En: *Comunicaciones de las XXV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología* (P. Palmqvist, P. y J.A. Pérez-Claros, coords.), Málaga, 177.
- Gámez Vintaned, J.A., Liñán, E., Zhuravlev, A.Yu., Bauluz, B., Gozalo, R., Zamora, S. y Esteve, J. (2009a). En: *International Conference on the Cambrian Explosion. Walcott 2009. Abstract Volume*, 32-33.
- Gámez Vintaned, J.A., Schmitz, U. y Liñán, E. (2009b). En: *Global Neoproterozoic Petroleum Systems: The Emerging Potential in North Africa* (J. Craig, J. Thurow, B. Thusu, A. Whitham y Y. Abutarruma, Eds.). Geological Society, London, Special Publications 326, 231-244.
- Gozalo, R., Liñán, E. y Dies, M.E. (2003). En: *Trilobites and their relatives (proceedings of Oxford conference 2001)* (P.D. Lane, D.J. Siveter y R.A. Fortey, Eds.). *Special Papers in Palaeontology*, 70, 141-156.
- Gozalo, R., Liñán, E., Gámez Vintaned, J.A., Dies, M.E., Chirivella, J.B., Zamora, S., Esteve, J. y Mayoral, E. (2008). *Cuadernos del Museo Geominero*, 9, 137-151.
- Gozalo, R., Dies Álvarez, M.E., Gámez Vintaned, J.A., Zhuravlev, A.Yu., Bauluz, B., Subías, I., Chirivella Martorell, J.B., Mayoral, E., Gursky, H.-J., Andrés, J.A. y Liñán, E. (2013). *Geological Journal*, 48, 142-145.
- Liñán, E. y Bayón, J.M. (2009). *On the trail of Primitive Life (the Cambrian Period)*. Pressas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, DVD, 30'.
- Liñán, E. y Gozalo, R. (1986). *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 2, 1-104.
- Liñán, E. y Gozalo, R. (1999). En: *XV Jornadas de Paleontología y simposios de los proyectos PICG 393, 410 y 421. Actas (Tomo I)* (I. Rábano, Ed.). Temas Geológico-Mineros, 26, Instituto Tecnológico Geominero de España, 83-88.
- Liñán, E., Perejón, A. y Szdzy, K. (1993). *Geological Magazine*, 130, 817-833.
- Liñán, E., Fernández-Nieto, C., Gámez, J.A., Gozalo, R., Mayoral, E., Moreno Eiris, E., Palacios, T. y Perejón, A. (1993). *Revista Española de Paleontología*, número extraordinario, 26-39.
- Liñán, E., Gozalo, R., Dies, M.E., Gámez Vintaned, J.A., Mayoral, E., Chirivella, J., Esteve, J., Zamora, S., Zhuravlev, A.Yu. y Andrés, J.A. (2008). *Post-Conference Field Trip. Lower and Middle Cambrian trilobites of selected localities in Cadenas Ibéricas (NE, Spain). Fourth International Trilobite Conference, Trilo 08. Toledo, Spain, 2008*. Universidad de Zaragoza, 52 p.
- Szdzy, K. (1961). *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse*, 1961 (7-8), 499-690.
- Verneuil, E. de. (1862). *Revista Minera*, 13, 479.