

# Fontanarejo (Ciudad Real): una localidad icnológica excepcional del Ordovícico Inferior en los Montes de Toledo meridionales

*An outstanding ichnological locality from the Lower Ordovician of the southern Toledo Mounts (Fontanarejo, Ciudad Real province, central Spain)*

Juan Carlos Gutiérrez-Marco<sup>1</sup>, Saturnino Lorenzo<sup>2</sup> y Artur A. Sá<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociencias (CSIC, UCM) y Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Novais 12, 28040 Madrid (España). jcgprpto@ucm.es

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, Escuela de Ingeniería Minera e Industrial, Universidad de Castilla-La Mancha, Plaza Manuel Meca 1, 13400 Almadén, Ciudad Real (España). saturnino.lorenzo@uclm.es

<sup>3</sup> Departamento de Geología, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5001-801 Vila Real; y Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, 3030-790 Coimbra (Portugal). asa@utad.pt

## ABSTRACT

*Large bedding exposures, intensively bioturbated by the producer of *Daedalus desglandi* (Rouault), are reported from the lower part of the Ordovician succession (lower Arenigian "Intermediate Beds") east of the town of Fontanarejo (Ciudad Real Province). This ichnofossil corresponds to a vertical spreiten burrow, spirally twisted inwards, initiated from a single point in the water-sediment surface on a very shallow marine environment. Most of the recorded specimens are transverse sections of *D. desglandi* in epirelief preservation, reaching a density of 250-275 specimens per square meter, and extending over an area up to 12000 m<sup>2</sup>. The magnitude of this extremely crowded monoichnospecific assemblage makes this locality unique in the world's ichnological record for the Paleozoic and reinforces its future inventory in the list of the Spanish Geosites of international interest. Similar occurrences of *D. desglandi* in the Naturtejo Geopark of Portugal reached a maximum of 70 m<sup>2</sup> (Serra de Muradal) and 700 m<sup>2</sup> (Fonte Longa geosite) for epichnial records of a single bed.*

**Key-words:** Trace fossils, *Daedalus*, Ordovician, geological heritage, Iberian Peninsula.

## RESUMEN

*Se presenta el hallazgo de un gran afloramiento cuarcítico situado al este de Fontanarejo (Ciudad Real), afectado por una intensa bioturbación a cargo del productor de *Daedalus desglandi* (Rouault). La localidad se sitúa en los niveles inferiores de las "Capas Intermedias" (Arenigiense inferior) y el icnofósil corresponde a una excavación vertical con conexiones convexas, con desarrollo helicoidal hacia el interior, que se inicia desde un punto situado inicialmente en la interfase agua-sedimento, en un ambiente marino muy somero. La mayoría de los ejemplares observados son secciones transversales de *D. desglandi* conservados como epirelieves, que alcanzan la increíble densidad de 250-275 ejemplares/m<sup>2</sup>, en un área que podría alcanzar los 12000 m<sup>2</sup>. La magnitud de esta asociación icnoespecífica, tan masiva, convierte a la localidad en un referente único a nivel mundial del registro icnológico paleozoico, y promueve nuestra propuesta para que sea inventariada en la lista de los Lugares Geológicos Españoles de interés internacional.*

**Palabras clave:** Icnofósiles, *Daedalus*, Ordovícico, patrimonio geológico, Península Ibérica.

*Geogaceta*, 62 (2017), 47-50  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 26 de enero de 2017  
Revisión: 20 de marzo de 2017  
Aceptación: 26 de abril 2017

## Introducción

Las formaciones cuarcítico-areniscosas que componen la sucesión del Ordovícico Inferior en la región surcentroibérica (Cuarcita Armoricana y formaciones que la enmarcan) son ricas en icnofósiles de las icnofacies de *Skolithos* y *Cruziana* (ver listado general en Romano, 1991), que se hallan representados en numerosas localidades aún por recopilar y estudiar en detalle. Cuatro de las más conocidas del sector español de la Zona Centroibérica meridional, se ubican en las secciones del

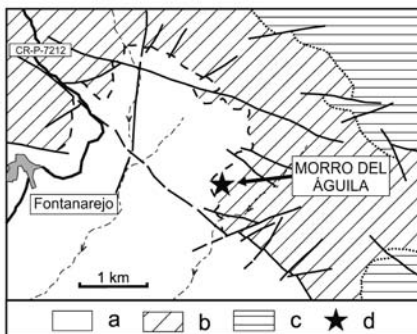
puerto de Mestanza (Bouyx, 1970), norte de Navalpino (Martín Escorza, 1977), Boquerón del Estena (Parque Nacional de Cabañeros: Gutiérrez-Marco *et al.*, 2010), todas en Ciudad Real, más el paraje de La Cimbarra próximo a Aldeaquemada (Jaén: Rodríguez-Tovar *et al.*, 2014). Las dos últimas han sido incluidas en el catálogo de Lugares de Interés Geológico (LIG), de rango provincial a internacional, que está siendo elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España.

En esta nota se presenta sucintamente una nueva localidad icnológica que registra la aparición masiva del icnofósil *Daedalus*

*desglandi* (Rouault, 1850) en España. Hasta el momento, el único yacimiento comparable se ubica en el geosito "Risco Carbonero" del Geoparque Mundial de la UNESCO Villuercas Ibores Jara (Barrera Martín-Merás y Gil Montes, 2013; Cortijo Sánchez *et al.*, 2016), donde sin embargo la icnoespecie no había sido propiamente identificada. No obstante y por sus características, el yacimiento de Fontanarejo podría resultar el más extenso y mejor conservado de *D. desglandi* a nivel mundial, lo que nos lleva a proponerlo como un futuro LIG de interés internacional.

## Marco geológico y antecedentes

El yacimiento icnológico se localiza en la parte más alta de la vertiente oriental del Morro del Águila (815 m), ubicado unos 3 km al este de la población de Fontanarejo (Montes de Toledo meridionales), en el noroeste de la provincia de Ciudad Real (Fig. 1). Desde el punto de vista geológico, este lugar se sitúa en la terminación periclinal oriental del anticlinal de Navalpino, donde la sucesión cámbrica, representada por las Pizarras del Pusa, ofrece intercalaciones de fosfatos objeto de atención minera, y donde la sucesión ordovícica sobreyace en discordancia angular a la antedicha formación. De acuerdo con Rubio Pascual *et al.* (2008), la sección del Ordovícico del Morro del Águila debuta con una unidad basal microconglomerática y de espesor reducido, que se continúa en unas potentes alternancias arenosas, de tonalidades rojizas a violáceas, que alcanzan los 700 m de espesor ("serie púrpura") y dan paso de forma gradual a la Cuarcita Armoricana. Las dos primeras unidades equivalen a las llamadas "Capas Intermedias" de los sectores septentrionales y centrales de los Montes de Toledo, consideradas como de edad Arenigiense inferior por Gutiérrez-Marco *et al.* (2010). Como fósiles de las "Capas Intermedias", Rubio Pascual *et al.* (2008, p. 23) señalan la presencia de "abundante bioturbación de *Skolithos* y *Daedalus*, que llega a borrar la estratificación en algunos casos", por lo que probablemente el hecho se refiera a la sección aquí estudiada.



**Fig. 1.** Esquema geológico con la ubicación de la localidad fosilífera. a) Pizarras del Pusa (Cámbrico inferior). b) "Capas Intermedias" (Arenigiense inferior). c) Cuarcita Armoricana (Arenigiense medio). d) yacimiento icnológico con *Daedalus desglandi* (Rouault).

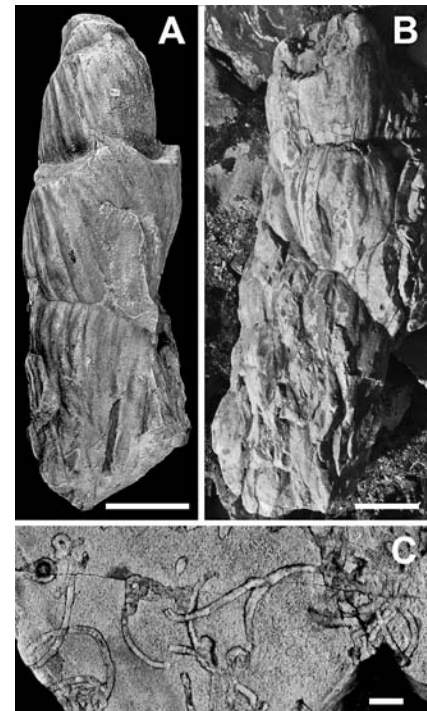
*Fig. 1. Geological sketch map showing location of the studied outcrop. a) Pusa Shale (lower Cambrian). b) "Intermediate Beds" (lower Arenigian). c) Armorican Quartzite (middle Arenigian). d) ichnological concentration of *Daedalus desglandi* (Rouault).*

Las primeras noticias concretas sobre la existencia de un importante yacimiento icnológico en la cumbre del Morro del Águila llegaron a los autores por vía de dos aficionados: Juan Ramón Navarro, quien en diciembre de 2006 colgó en un blog de Internet una página titulada "Fósiles del Morro del Águila", y Juan Manuel Gil Gahete, que envió algunas fotografías al Museo Geominero (IGME) en abril de 2013. Con anterioridad a ello, el icnogénero *Daedalus* había sido reportado en los horizontes inferiores de las "Capas Intermedias", abundando especialmente al norte de Navalpino (Martín Escorza, 1977), en una sección localizada unos 9 km al oeste del yacimiento estudiado. Estos niveles contienen esencialmente *Daedalus halli* (Rouault, 1850), una icnoespecie que se registra profusamente en el Morro del Águila en una posición estratigráfica más elevada que la de Navalpino. No obstante, en la sección estudiada es el tramo con *D. desglandi* el que constituye los horizontes monoicnoespecíficos, siendo su extraordinaria abundancia la que determina la singularidad del yacimiento paleoicnológico de Fontanarejo.

## Interés paleontológico

El icnogénero *Daedalus* Rouault fue descrito originalmente, de manera conjunta con *Vexillum* y *Humilis*, como parte de un grupo de fósiles vegetales conservados en la Arenisca Armoricana de Bretaña y Normandía (Rouault, 1850). Posteriormente, su autor estableció la sinonimia entre los tres géneros y sus respectivas especies, proponiendo a *Vexillum* como nombre prioritario (Rouault, 1883). De ellos, "*Humilis*" representaría las secciones transversales de la estructura, paralelas al plano de estratificación (Fig. 2C). Aunque el icnogénero "*Vexillum*" es el que aparece citado más comúnmente en la literatura geológica del Ordovícico ibero-armoricano, su nombre correcto es *Daedalus*, porque *Vexillum* ya había sido utilizado en el siglo XVIII para designar a un gasterópodo (Sarle, 1906). *Daedalus* deriva de la semejanza lejana del icnofósil con la efígie de mítico Dédalo (con las alas cerradas), en ejemplares desgajados de la matriz cuarcítica (Fig. 2A-B), en donde los relieves longitudinales recordarían a las plumas remeras y timoneras.

*Daedalus* corresponde a la huella de excavación de un organismo de cuerpo blando, que penetraba el sustrato desde un único lugar en la interfase agua-sedimento, construyendo un tubo en forma de "J" muy



**Fig. 2.** A-B) ejemplares aislados de *Daedalus desglandi* (Rouault) en vista lateral (perpendiculares a la estratificación). C) secciones de *Daedalus halli* (Rouault) paralelas a la estratificación. Escala gráfica 50 mm (A-B) y 10 mm (C). A y C) de Cabañeros, B de Fontanarejo.

*Fig. 2. A-B) isolate specimens of *Daedalus desglandi* (Rouault) in lateral view (perpendicular to bedding). C) Transverse sections of *Daedalus halli* (Rouault) parallel to bedding. Scale bars 50 mm (A-B) and 10 mm (C). A and C) from Cabañeros, B from Fontanarejo*

inclinado, que se traduce en trazas subperpendiculares a la estratificación. A partir de ahí el tubo se desplazaba lateralmente, apelmazando tras de sí el sedimento de los lugares previamente bioturbados, lo que genera conexiones (*spreite*) longitudinales (en vista lateral) y meniscos protrusivos (*lateral backfill*) en secciones transversales a la estructura (Fig. 3I), conservándose las últimas en planos paralelos al de estratificación. A diferencia de las formas cónicas simples como *D. halli*, donde el tubo generador tiende a alejarse del eje de la traza en sentido descendente, en *D. desglandi* el extremo inferior del tubo se vuelve hacia el eje de la estructura, formando una espiral apretada, con conexiones convexas en vista lateral y cuyas vueltas, orientadas hacia adentro, pueden repetirse en la vertical de manera consecutiva (Fig. 2A-B).

En el yacimiento de Fontanarejo, *D. desglandi* llega a bioturbar completamente varias capas decimétricas de cuarcita que afloran en gran extensión, conservándose

como epirelieves que representan secciones de las estructuras a variados niveles en la vertical (Figs. 3C-I). Las dimensiones promedio para ejemplares individuales son 10-20

mm para el diámetro del tubo y tan sólo 60-70 mm para el diámetro de cada estructura, por lo que éstas dan lugar a concentraciones muy densas, con media de 250-275

ejemplares por metro cuadrado (rango: <math><200-300/m^2</math>). No obstante, en estratos lateralmente erosionados llegan a apreciarse ejemplares notablemente más

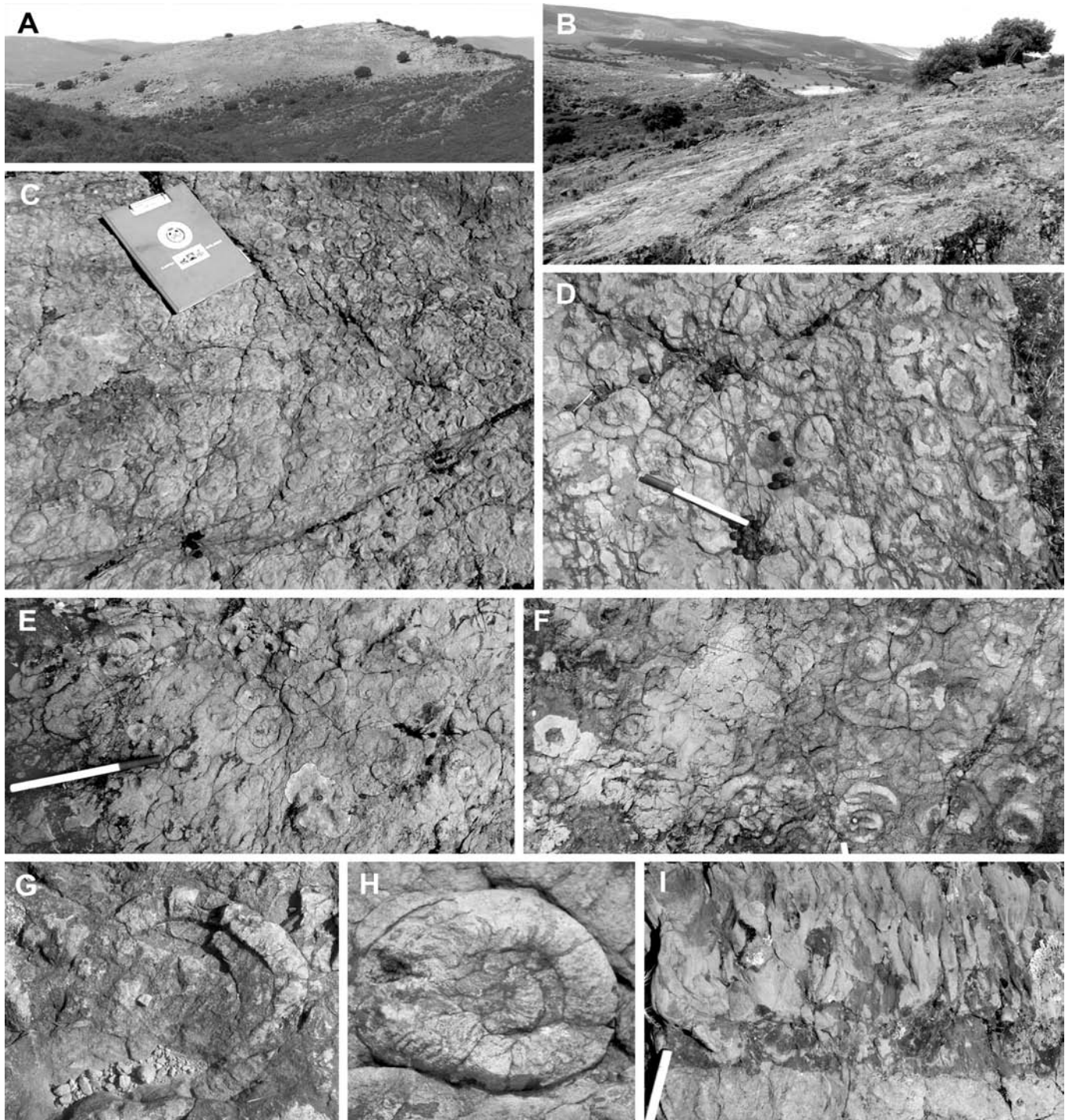


Fig. 3. Aspectos de campo del yacimiento icnológico, con concentraciones masivas de *Daedalus desglandi* (Rouault). A) vista general del Morro del Águila desde el norte: el yacimiento destaca por la ausencia de vegetación; B) detalle de la parte sur del yacimiento, donde los estratos están atiborrados de icnofósiles; C-F) concentración de numerosas huellas seccionadas transversalmente, formando epirelieves en el techo de las capas; G-H) detalle de dos secciones individuales, la segunda de ellas con restos del relleno en menisco; I) vista lateral de un estrato mostrando el límite inferior de las huellas. Las escalas gráficas representan 23 cm de anchura (la carpeta) y 14 x 0,8 cm (el bolígrafo).

Fig. 3. Field views of the massive concentration of *Daedalus desglandi* (Rouault) at Morro del Águila. A) the hill viewed from the north: the site is enhanced by the absence of vegetation; B) detail of the southern part of same, with the strata crowded by ichnofossils; C-F) massive occurrence of the traces, represented by spiralled cross sections, in epirelief preservation; G-H) details of two individual traces, the second-one showing vestiges of their back-fill; I) lateral view of a couple of specimens showing the base of the traces and the boundary with non-bioturbated sandstone. Graphic scales: the notepad is 23 cm wide; the pen measures 14x0.8 cm.

grandes (Fig. 2B), e incluso el contacto basal neto de muchas de las trazas con areniscas no bioturbadas (Fig. 3J).

La arquitectura general de *D. desglandi*, su significado ambiental y evolutivo, así como los aspectos etológicos reflejados por el organismo productor (un sedimentívoro sistemático oportunista, que beneficia biopelículas en arena o bien aprovecha el bombeo de nutrientes por el oleaje subtidal), ha sido recientemente compilado por Neto de Carvalho *et al.* (2016), por lo que no creemos necesario insistir en el asunto.

## Conclusiones

El afloramiento del Morro del Águila brinda una profusión extraordinaria de *Daedalus desglandi* (Rouault), en niveles situados estratigráficamente entre 50 y 65 m por encima del contacto basal de la sucesión ordovícica. La estimación inicial sobre la extensión del yacimiento varía entre 8000 y 10000 m<sup>2</sup>, si bien podría abarcar más de 12000 m<sup>2</sup> si enlazamos algunos afloramientos aislados en la vertiente oriental de la misma colina. En la misma sección, y unos 80-100 m por encima de las concentraciones de *D. desglandi*, la icnoespecie continúa representada dentro de las "Capas Intermedias", en este caso asociada a *D. halli*, que también suele formar concentraciones en bancos monoicnoespecíficos.

Las dimensiones y la buena conservación del yacimiento icnológico del Morro del Águila superan, en extensión y calidad de afloramiento, al denominado "mega-icno-sitio con *D. desglandi*" de la Sierra de Muradal, así como al LIG de Fonte Longa del sinclinal de Penha García, lugares ambos ubicados en el Geoparque Naturtejo del centro de Portugal (Neto de Carvalho *et al.*, 2016). El primer caso comprende pequeños afloramientos de una capa fuertemente bioturbada, de hasta 70 m<sup>2</sup> de afloramiento individual, que se alinean a lo largo de 6,5 km en el sinclinal de Muradal. El segundo expone unos 700 m<sup>2</sup> de superficie casi enteramente bioturbada por *D. desglandi*, con una conservación semejante a la de la localidad española, pero como hiporelieves aflorantes en estratos notablemente más restringidos e inclinados. En términos cronológicos, los yacimientos con *Daedalus* del centro de Portugal se descubrieron años después de otro espectacular geositio paleoicnológico en el norte de ese país, definido por la aparición masiva de *D.*

*halli*, que figura catalogado como las "piedras escritas" del Alto de Martim Preto (Guadramil: Meireles y Sá, 2001; Sá, 2005; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2007); y fue citado incorrectamente como de "Martim Branco" por Neto de Carvalho *et al.* (2016).

Por lo que respecta al registro de *D. desglandi* en diversos puntos del Geoparque Mundial de la UNESCO Villuercas Ibores Jara (provincia de Cáceres), cabe destacar que en el Geositio del Risco Carbonero, perteneciente al flanco sureste del Sinclinal del Guadarranque, aparecen concentraciones masivas de la icnoespecie muy similares por su aspecto y densidad a las de Fontanarejo. No obstante, la extensión de las capas implicadas no se explica en las publicaciones (Barrera Martín-Merás y Gil Montes, 2013; Cortijo Sánchez *et al.*, 2016), donde tampoco se menciona a esta icnoespecie en particular. Nuestra identificación de *D. desglandi* en tres localidades del geoparque se basa en el reconocimiento de muestras y fotografías expuestas, tanto en el Centro de Recepción de Visitantes de Cañamero (Cáceres), como en el Museo geológico-minero "Vicente Sos Baynat" de Logrosán (Cáceres).

Obrando en consecuencia con la extrema rareza de *D. desglandi* en el registro geológico ibero-armoricano y mundial (Durand, 1984; Seilacher, 2000), y teniendo en cuenta las excepcionales condiciones que concurren en la aparición masiva de la icnoespecie en el Morro del Águila (Fontanarejo, Ciudad Real), la conclusión principal de nuestro trabajo es exponer la necesidad urgente de catalogar el yacimiento entre los Lugares de Interés Geológico de la Península Ibérica. Y ello con prioridad tanto a su estudio detallado, como a cuantas actuaciones específicas de conservación y aprovechamiento divulgativo puedan estimar, de cara al futuro, las autoridades competentes.

## Agradecimientos

Al Dr. G.F. Aceñolaza (Tucumán, Argentina) y a un revisor anónimo, por las sugerencias y mejoras introducidas al texto. A Carlos Alonso (Universidad Complutense de Madrid) por su ayuda con las ilustraciones fotográficas. Al Dr. Teodoro Palacios (Universidad de Extremadura), por advertirnos de la existencia de los yacimientos cacereños. La fotografía 3I es de J.R. Navarro (Fontanarejo de los Montes). Este trabajo es una contribución a los proyectos IBEROR (CGL2012-39471) del MINECO e IGCP 653 (IUGS-UNESCO).

## Referencias

- Barrera Martín-Merás, J.M. y Gil Montes, J. (2013). *Guía de Geositios del Geoparque Villuercas Ibores Jara*. Dip. Prov. Cáceres, 119 p.
- Bouyx, E. (1970). *Memorias del IGME* 73, 263 p.
- Cortijo Sánchez, I., López Caballero, J. Barrera Martín-Merás, J.M., Gil Montes, J. y Palacios Medrano, T. (2016). *Guía Turística. Geoparque Mundial de la UNESCO Villuercas Ibores Jara*. APRODERVI, Cáceres, 164 p.
- Durand, J. (1984). *Mémoires et Documents du Centre Armoricaín d'Étude Structurale des Socles* 3, 150 p.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sá, A.A., San José, M.A., Pieren Pidal, A.P., Sarmiento, G.N., Piçarra, J.M., Durán, J.J., Baeza, E. y Lorenzo, S. (2007). *Acta Palaeontologica Sinica* 46 (Suppl.), 163-169.
- Gutiérrez-Marco, J.C., San José Lancha, M.A. de, Pieren Pidal, A.P., Rábano, I., Baeza Chico, E., Sá, A.A., Perejón Rincón, A. y Sarmiento, G.N. (2010). En: *Proyectos de investigación en parques nacionales: 2006-2009* (L. Ramírez y B. Asensio, Eds.). OAPN, Investigación en la Red 3, 29-54.
- Martín Escorza, C. (1977). *Estudios Geológicos* 33, 57-80.
- Meireles, C. y Sá, A.A. (2001). En: *Actas do II Seminário de Recursos Naturais do Nordeste Transmontano*, Bragança, 38-39.
- Neto de Carvalho, C., Baucon, A. y Gonçalves, D. (2016). *Comunicações Geológicas* 103, 59-70.
- Rodríguez-Tovar, F.J., Stachacz, M., Uchman, A. y Reolid, M. (2014). *Journal of Iberian Geology* 40, 539-555.
- Romano, M. (1991). En: *Advances in Ordovician Geology* (C.R. Barnes y S.H. Williams, Eds.). Geological Survey of Canada, Paper 90, 191-204.
- Rouault, M. (1850). *Bulletin de la Société Géologique de France* [2] 7, 724-744.
- Rouault, M. (1883). En: *Oeuvres posthumes de Marie Rouault* (P. Lebesconte, Ed.). Typographie Oberthur, Rennes, 47-57.
- Rubio Pascual, F.J., López Díaz, F., Nozal Martín, F., Monteserín López, V., Martín-Serrano García, A. e Insúa Márquez, M. (2008). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 735 (El Robledo) y memoria*. IGME, Madrid, 67 p.
- Sá, A.A. (2005). *Bioestratigrafía do Ordovícico do nordeste de Portugal*. Tesis Doctoral, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 571 p.
- Sarle, C.J. (1906). *Proceedings of the Rochester Academy of Science* 4, 203-210.
- Seilacher, A. (2000). En: *Geological exploration in Murzuq Basin* (M.A. Sola y D. Worsley, Eds.). Elsevier Science, Amsterdam, 237-258.