

Cistoideos rombíferos (Echinodermata) de la Caliza Urbana (Ordovícico Superior) de la Zona Centroibérica, España

Rhombiferan cystoids (Echinodermata) from the Urbana Limestone (Upper Ordovician), Central Iberian Zone, Spain

Juan Carlos Gutiérrez-Marco¹

Resumen: Los cistoideos son fósiles sumamente escasos en la Caliza Urbana de la región surcentroibérica, en contraste con otras unidades calcáreas del Kralodvoriense (Ashgill «medio») de la Península Ibérica, donde su registro es abundante y variado. En esta nota se recapitulan y discuten todos los hallazgos previos de estos equinodermos en la Caliza Urbana (7 ejemplares en total), identificándose dos formas distintas de *Heliocrinites* (*Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL y *Heliocrinites* sp. -aff. *H. jaekeli?* CHAUVEL-) más otro rombífero indeterminable (Rombífera indet.), que se asimilan desde el punto de vista paleobiogeográfico a la «fauna de *Heliocrinites*». La extrema rareza de cistoideos en la Caliza Urbana se atribuye a factores paleoambientales y sedimentarios desfavorables, verificados en el seno de una plataforma interna muy somera y de escaso gradiente. Entre ellos podría citarse una energía elevada, el influjo terrígeno y el predominio de sustratos semiconsolidados, que tendría su contrapunto en los restantes depósitos ibéricos del tipo de «calizas de pelmatozoos», donde los ambientes más tranquilos o profundos de la plataforma externa serían mucho más proclives a su colonización por equinodermos.

Palabras clave: Ordovícico, Kralodvoriense, Ashgill, Caliza, Macizo Hespérico, Zona Centroibérica, Echinodermata, Rhombífera, Descripción Sistemática, España.

Abstract: Cystoids are very rare fossils in the Urbana Limestone of the southern Central Iberian Zone, in contrast to the fossil content of the remaining Kralodvorian («mid» Ashgill) limestones cropping out in the Iberian peninsula, where these echinoderms display a more abundant and diverse record. After a complete recapitulation and discussion about all findings of cystoids in the Urbana Limestone (only 7 specimens derived from 4 localities among dozens of sections examined), two different species of *Heliocrinites* (*Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL and *Heliocrinites* sp. -the latter perhaps related with *H. jaekeli?* CHAUVEL-) and one undetermined rhombiferan (Rombífera indet.) have been identified. From a palaeogeographic point of view, these elements belong to the «*Heliocrinites* Fauna» and its extreme rarity in the Urbana Limestone may be consequence of non-favourable environmental factors, such as a high energetic gradient and terrigenous influx, or the predominance of semiconsolidate substrates within a very shallow and nearly flat inner shelf setting. The opposite scenario, much more suitable to be colonized by echinoderms, is characteristic of the «pelmatozoan limestones» known in other Iberian areas, which generally were deposited in quieter and deeper environments of the outer shelf.

Key words: Ordovician, Kralodvorian, Ashgill, Limestone, Hesperian Massif, Central Iberian Zone, Echinodermata, Rhombífera, Systematic Description, Spain.

INTRODUCCIÓN

La Caliza Urbana es la única unidad propiamente calcárea del Ordovícico de la Zona Centroibérica española, y toma su nombre del antiguo Pozo Urbana del sector minero de Los Guindos (HENKE, 1926). En un principio, la Caliza Urbana fue adscrita a la parte terminal de los «Bancos Mixtos», dentro de la sucesión del Ordovícico Superior de Sierra Morena Oriental (TAMAIN, 1967, 1972), pero en los modernos

trabajos y en la cartografía MAGNA pasó a ser considerada como una formación independiente, cuyo contacto basal puede implicar lagunas estratigráficas locales de difícil cuantificación (SARMIENTO, 1993).

Desde el punto de vista paleontológico, la Caliza Urbana es una unidad muy fosilífera y de carácter bioclástico, donde se identifican numerosos restos de briozoos, ostrácodos, braquiópodos, pelmatozoos, poríferos, cefalópodos, gasterópodos, trilobites, posibles tabulados, algas calcáreas y conodontos. Sin

¹ Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, E-28040 Madrid. jcgrapo@geo.ucm.es

embargo, casi todos estos fósiles (a excepción de los conodontos) o bien suelen ser taxonómicamente indeterminables, o aún no han sido estudiados (caso de los briozoos, por ejemplo), reconociéndose tanto en las láminas delgadas como en los levigados para el tratamiento de microfósiles (HAFENRICHTER, 1979; SARMIENTO, 1993: ambos con referencias previas).

La Caliza Urbana equivale estratigráficamente a otras calizas fosilíferas del Ordovícico Superior del Macizo Hespérico, descritas por ejemplo en la Cordillera Ibérica (Caliza de Cistoideos, Calizas del Cabezo), Zona Cantábrica (Caliza de Portilla de Luna), margen septentrional de la Zona Centroibérica (Caliza de La Aquiana) y Zona de Ossa Morena (Caliza de Pelmatozoos). En casi todas las regiones y formaciones indicadas, las unidades calcáreas correlacionables con la Caliza Urbana han proporcionado abundantes restos determinables de cistoideos, raros blastozoos y placas columnares de crinoideos y rombíferos (CHAUVEL *et al.*, 1975; CHAUVEL & LE MENN, 1979; HAFENRICHTER, 1979; GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, 1996a, 1996b, 1996c). La identificación de bioclastos y restos articulados de equinodermos es también notoria en muchas secciones de la Caliza Urbana, pese a lo cual apenas existen datos paleontológicos sobre los posibles cistoideos presentes en esta unidad, depositada en un área más extensa que cualquiera de las formaciones equivalentes que acabamos de reseñar.

El presente artículo tiene pues como objeto, el examen de los equinodermos encontrados hasta ahora en la Caliza Urbana, incidiendo de forma especial en el registro de los cistoideos rombíferos.

ANTECEDENTES

La primera mención de cistoideos del Kralodvoriense (Ashgill «medio») en la región surcentroibérica española se debe a TAMAIN (1967, 1972) y a CHAUVEL *et al.* (1969), quienes describen un ejemplar de *Heliocrinites* cf. *rouvillei* VON KOENEN encontrado al sur de El Centenillo (Jaén). Más tarde LAURET (1974) cita la presencia de un segundo ejemplar de *H.* cf. *rouvillei* al sur de Chillón (Ciudad Real), localidad que fue revisada por GUTIÉRREZ-MARCO (1995), y de donde proviene el *Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL descrito en el presente trabajo. Por último, GUTIÉRREZ-MARCO (1985) y PORTERO GARCÍA *et al.* (1988) identifican *Heliocrinites helmackeri* (BARRANDE) (sic) en una tercera localidad

de la Caliza Urbana al Norte de Corral de Calatrava (Ciudad Real).

Entre las placas columnares de pelmatozoos, la lista sintética de los morfotipos reconocidos en la Caliza Urbana comprende *Cyclocharax paucicrenellatus* LE MENN, *Aonodiscus* cf. *spinosus* LE MENN, *Conspectocrinus celticus* LE MENN, *Ristmacrinus* cf. *cirrifer* LE MENN y *Trigonocyclicus* cf. *vajgatschensis* YELTYSHEVA & STUKALINA. No todos ellos son crinoideos, sino que al menos el último de los mencionados puede corresponder a elementos pedunculares de un cistoideo rombífero (DONOVAN, 1989). Estas identificaciones de columnares provienen de las mismas secciones de Caliza Urbana de Corral de Calatrava (HAFENRICHTER, 1979; GUTIÉRREZ-MARCO, 1985; PORTERO GARCÍA *et al.*, 1988) y Chillón (GUTIÉRREZ-MARCO, 1995) que proporcionaron también restos de cistoideos.

Una mención aparte, en estos breves antecedentes, la constituyen las asociaciones de equinodermos del Kralodvoriense de la Zona Centroibérica portuguesa, descubiertas por DELGADO (1897, págs. 15, 31; 1908, págs. 39, 62) en Contença (Buçaco), donde identificó (sic): *Caryocrinus ornatus* SAY, *Mimocystites bohemicus* BARR.?, *Echinospaerites aurantium* GYLL., *E. quaerendus* BARR., *E. (Caryocystites) balticus* EICHW. (cf. *E. davisi* MCCOY), *Aristocystites* cf. *sculptus* BARR., *A.* cf. *bohemicus* BARR., *Orocystites helmackeri* BARR., *Mespilocystites bussacensis* sp. n. y *Troostocrinus*? Aunque ninguno de estos equinodermos fue descrito ni vuelto a citar en trabajos posteriores, el material original de DELGADO (1908) se conserva en el Museo del Instituto Geológico e Mineiro en Lisboa, donde aparentemente fue reexaminado por YOUNG (1985, pág. 137-138). Este último autor menciona la presencia de *Heliocrinites* cf. *minuta*, *H. helmackeri*? (sic), *Conspectocrinus celticus*, *Ristmacrinus* cf. *cirrifer* y *Aonodiscus spinosus* en una localidad indeterminada que asigna al Miembro Poaires (inferior) de la Formación Ferradosa (el equivalente centroibérico portugués de la Caliza Urbana). YOUNG (1985) resalta las relaciones de esta asociación con el yacimiento de Coat-Carrec del Macizo Armoricano francés (Formación Rosan: CHAUVEL & LE MENN, 1973) y la Caliza de Cistoideos de Aragón (CHAUVEL *et al.*, 1975; CHAUVEL & LE MENN, 1979). Previamente a estas nuevas identificaciones, tan sólo CHAUVEL *et al.* (1975, pág. 355) habían llegado a comentar que la mención de «*Echinospaerites*» *balticus* hecha por DELGADO (1908) correspondería probablemente a *Heliocrinites rouvillei* VON KOENEN.

CISTOIDEOS DE LA CALIZA URBANA

En el presente trabajo se revisan las localidades con restos identificables de cistoideos rombíferos del Kralodvoriense en el sector español de la Zona Centroibérica meridional. Ninguna de ellas había sido considerada en la última actualización general de los equinodermos ordovícicos de los Montes de Toledo y Sierra Morena (GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, 1984).

El primer yacimiento se sitúa en la región de El Centenillo (Jaén), correspondiente al flanco N de la alineación magmática de Los Pedroches. Se trata de una antigua calicata para la prospección de caliza, emplazada a la altura del mojón del Km 1 de la carretera local JV-5031 entre El Centenillo y La Carolina, justo al sur de la primera localidad (Hoja nº 884, coordenadas UTM 30S VH x= 436,520; y= 4243,200). TAMAIN (*in* CHAUVEL *et al.*, 1969; 1972) tipificó en esta localidad el llamado «nivel con cistoideos» o «nivel con *Heliocrinites*» de su «serie-tipo» de El Centenillo, de referencia para toda Sierra Morena oriental. En realidad, el punto fosilífero es el único que libró dicho fósil, conocido a través de un solo ejemplar que aparece descrito como *Heliocrinites* cf. *rouvillei* VON KOENEN, o bien como *Heliocrinites rouvillei* VON KOENEN *forma M*, en CHAUVEL *et al.* (1969), y es citado indistintamente en una u otra forma por estudios geológicos posteriores. TAMAIN (*in* CHAUVEL *et al.*, 1969; 1972) afirma que el «nivel de *Heliocrinites*» se sitúa justo en el contacto entre la Caliza Urbana y las Pizarras Chavera suprayacentes, diferenciándose a su vez de la Caliza Urbana *s. s.* a través de una capa ferruginizada intermedia, y ocupando siempre la misma posición estratigráfica. LAURET (1974, pág. 49) fue el primero en discutir que no siempre estos tramos se presentan en el orden indicado por TAMAIN, lo cual se ha visto confirmado en numerosas secciones de Caliza Urbana descubiertas con posterioridad a los trabajos de los autores franceses.

La revisión de la localidad tipo (y única) del «nivel de *Heliocrinites*» de El Centenillo (GUTIÉRREZ-MARCO, 1997) no ha servido para localizar nuevos ejemplares determinables de cistoideos, pero al menos permite concluir que el mismo se localiza en la propia Caliza Urbana y no en un horizonte aparte diferenciado a techo de la misma. La calicata en cuestión proporciona una sección muy alterada del conjunto de la unidad, compuesta por tramos margosos descalcificados y limonitizados, con restos de briozoos y equinodermos, coronados por una capa de caliza silicificada y alterada irregularmente. De este

horizonte debe de proceder el molde del cistoideo rombífero estudiado por CHAUVEL *et al.* (1969), que también libró algunos conodontos del Ordovícico Superior (SARMIENTO, 1993, muestra BE-X).

El segundo yacimiento de cistoideos se sitúa igualmente al Norte de la alineación magmática de Los Pedroches, en la parte oriental del sinclinal de Guadalmez. Se trata de la localidad indicada por LAURET (1974) a unos 9 Km al Sur de Chillón (Ciudad Real: Hoja 807, coordenadas UTM 30S UH, x= 337,800; y= 4287,010). La Caliza Urbana no aflora directamente, sino que fue explotada en hornos de cal y su trazado puede seguirse a través de más de 600 m, en una trinchera semicolmatada por derrubios. En los bordes de la misma hay fragmentos de caliza bioclástica y detritos margosos alterados, donde abundan los fósiles sueltos de briozoos trepostomados. LAURET (1974, pág. 51) cita el hallazgo de dos tecas mal conservadas de cistoideos en una piedra de caliza roja, de los cuales uno es muy probablemente *Heliocrinites* cf. *rouvillei* VON KOENEN, según la identificación realizada por CHAUVEL. El punto fue revisado por GUTIÉRREZ-MARCO (1995), quien encontró un ejemplar de *Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL (el cual se describe en el presente trabajo), en asociación con *Cyclocharax paucicrenellatus* LE MENN. 450 m al ESE del punto de hallazgo de estos equinodermos, SARMIENTO (*in* GUTIÉRREZ-MARCO, 1995) identificó los conodontos: *Amorphognathus ordovicicus* BRANSON & MEHL, *Scabbardella altipes* (HENNINGSMOEN) y *Panderodus gracilis* (BRANSON & MEHL), igualmente en muestras de la Caliza Urbana.

El tercer yacimiento con cistoideos kralodvorienses se sitúa en el sinclinal de Corral de Calatrava, unos 4 Km al Norte de la localidad homónima (provincia de Ciudad Real: Hoja 784, coord. UTM 30S VJ, x= 406,400; y= 4305,750). HAFENRICHTER (1979) cita en la Caliza Urbana de esta sección del río Jabalón numerosos fósiles, incluyendo morfotipos columnares de pelmatozoos. GUTIÉRREZ-MARCO (1985) y PORTERO GARCÍA *et al.* (1988) añaden la presencia del rombífero *Heliocrinites helmackeri* (BARRANDE) (sic), cuya cita se revisa en el presente trabajo, junto al morfotipo columnar *Aonodiscus* cf. *spinus* LE MENN en los niveles altos de la unidad. Este perfil de la Caliza Urbana es uno de las más representativos de la Zona Centroibérica, y contiene ricas asociaciones de conodontos de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus*, estudiadas por SARMIENTO (1990, 1993) y SARMIENTO *et al.* (1999).

Por último, a lo largo de varios años de investigación de docenas de afloramientos de la Caliza Urbana en compañía de la Dra. G.N. SARMIENTO, no deja de resultar sorprendente el escaso número de restos de cistoideos que se han podido identificar hasta ahora en esta notable unidad calcárea. A las localidades antedichas cabe añadir tan sólo otro perfil situado 8,3 Km al Norte de Huertezuelas (Calzada de Calatrava, Ciudad Real: Hoja 837, coord. 30S VH x= 433,650; y= 4268,850), en el sinclinal de Puertollano-Almuraldiel. De allí proviene la sección de una teca articulada, que igualmente se estudia en este trabajo, encontrada 45 cm bajo el techo de la Caliza Urbana, justo encima de un horizonte de concentración de restos de nautiloideos ortoconos, y en un perfil de la unidad particularmente rico en conodontos de la Biozona de *Amorphognathus ordovicicus* (SARMIENTO, 1993; SARMIENTO *et al.*, 1999).

En cuanto al marco cronoestratigráfico general de las muestras estudiadas, la Caliza Urbana se asigna al Kralodvoriense de la escala regional nordgondwánica, equivalente al Ashgill «medio» (pre-Hirnantienne) de la escala regional británica (SAN JOSÉ *et al.*, 1992 y GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, en prensa; ambos con referencias previas). Los fósiles con mayor valor bioestratigráfico son los conodontos, identificados en numerosas secciones (FUGANTI & SERPAGLI, 1968; HAFENRICHTER, 1979; SARMIENTO, 1990, 1993; SARMIENTO *et al.*, 1999, 2000), pero las mayores precisiones cronoestratigráficas derivan de la correlación de la unidad con la Caliza de Cistoideos de Aragón. En esta última se han encontrado trilobites, braquiópodos y equinodermos muy próximos a los de las formaciones Králuv Dvur de Bohemia (estratotípica del Kralodvoriense) y Kildare del SE de Irlanda (terreno Leinster), de edad esencialmente Rawtheyense: HAMMANN (1992, con referencias).

SISTEMÁTICA

La terminología morfológica y la clasificación adopta el criterio de PAUL (1997), quien actualiza y enmienda lo indicado por autores precedentes. Los ejemplares ilustrados están depositados en el Museo Geominero de Madrid (sigla MGM).

Clase Rhombifera ZITTEL, 1879

Orden Dichoporita JAEKEL, 1899, *emend.* PAUL, 1968

Superfamilia Caryocystitida JAEKEL, 1918

Familia Caryocystitidae JAEKEL, 1918

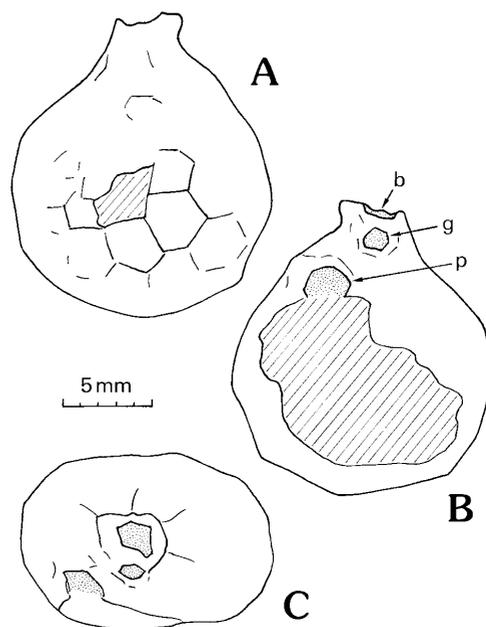


Figura 1.-*Heliocrinites cf. minutus* CHAUVEL, 1973. Esquemas del ejemplar MGM-2301-O (Museo Geominero, Madrid), procedente de Caliza Urbana (Kralodvoriense) del Sur de Chillon (Ciudad Real). A, B, vistas laterales de la teca, mostrando el contorno de algunas placas y la posición de las tres aberturas (b, boca; g, gonoporo; p, periprocto); C, vista oral.

Figure 1.-*Heliocrinites cf. minutus* CHAUVEL, 1973. Single specimen MGM-2301-O (Geominero Museum, Madrid), from the Urbana Limestone (Kralodvorian) south of Chillon (Ciudad Real province). A, B, opposed lateral views, showing arrangement of some thecal plates and apertures (b, mouth; g, gonopore; p, periproct); C, oral view of same specimen.

Género *Heliocrinites* EICHWALD, 1840

Especie tipo: *Echinosphaerites balticus* EICHWALD, 1829, del Ordovícico de Estonia.

Heliocrinites cf. minutus CHAUVEL, 1973
(Figs. 1A-1C, 2A-2B)

cf. 1973 *Heliocrinites minuta* nov. sp., CHAUVEL in CHAUVEL & LE MENN, págs. 55-57, Figs. 4a-4h; Lám. 1, Figs. 7-11.

cf.v. 1979 *Heliocrinites minuta* CHAUVEL; CHAUVEL & LE MENN, págs. 561-564, Figs. 4a-4f; Lám. 2, Fig. 8.

cf. 1985 *Heliocrinites cf. minuta* CHAUVEL; YOUNG, pág. 137.

v. 1995 *Heliocrinites cf. minuta* CHAUVEL; GUTIÉRREZ-MARCO, págs. 7, 20.

Material: Un ejemplar, MGM-2301-O, procedente de las «margas de briozoos» asociadas a la Caliza

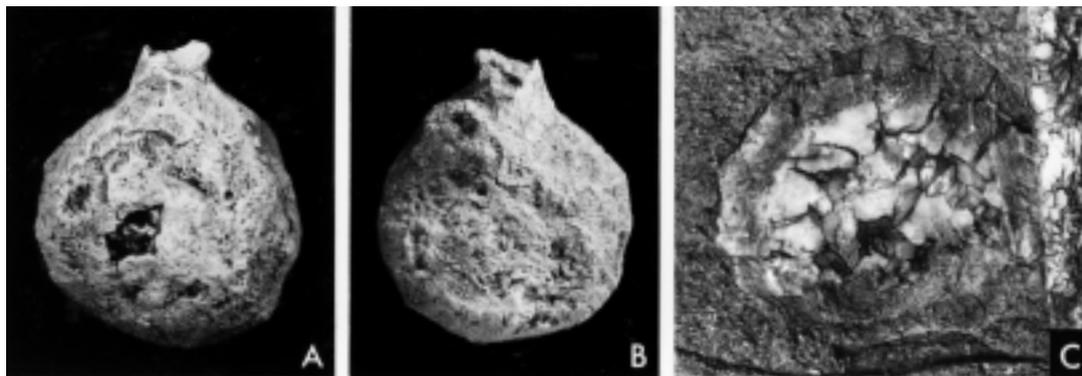


Figura 2.-Cistoideos rombíferos de la Caliza Urbana (Kralodvoriense), Zona Centroibérica. A-B, *Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL, 1973 del Sur de Chillón (Ciudad Real): vistas laterales de una teca erosionada, blanqueada con MgO (ejemplar MGM-2301-O, ambas x 2,5).- C, Rhombifera indet. del Norte de Huertezuelas (Ciudad Real): sección natural de una teca de gran tamaño (ejemplar MGM-2302-O, x 1). Originales en el Museo Geominero, Madrid.

Figure 2.-Some rhombiferan cystoids from the Urbana Limestone (Kralodvorian), Central Iberian Zone. A-B, *Heliocrinites* cf. *minutus* CHAUVEL, 1973 from locality south of Chillón (Ciudad Real province): anterior (A) and posterior (B) views of an eroded theca, whitened with MgO (specimen MGM-2301-O, both x 2,5).- C, *Rhombifera* indet., from locality north of Huertezuelas (Ciudad Real province): a large theca in nearly tangential cross-section (specimen MGM-2302-O, x 1). Originals in the Geominero Museum, Madrid.

Urbana en el yacimiento del Sur de Chillón (Ciudad Real).

Descripción: El único ejemplar disponible consiste en una teca calcificada y algo comprimida lateralmente, de pequeñas dimensiones (16 mm de altura y 13 mm de anchura transversal), en la que se reconoce bien la morfología general globosa y algunos contornos de placas, individualizadas éstas por calcita hialina. El carácter más sobresaliente es la presencia de una prominencia oral bien desarrollada, de 3 mm de anchura lateral y 2,3 mm de anchura antero-posterior, que muestra un perfil superior truncado. La boca tiene un contorno irregular (1,9 x 1,3 mm, erosionada) y ocupa una posición ligeramente excéntrica a la prominencia oral, dejando espacio para la inserción de posibles braquiolas, cuyas facetas laterales no se conservan. El gonoporo se sitúa en la base de la prominencia oral y tiene un contorno aproximadamente hexagonal, con un diámetro máximo de 1,3 mm. Presenta un leve reborde de 0,3 mm de anchura. El periprocto se abre a una distancia de 2 mm de la base de la prominencia oral en la cara posterior de la teca, y está sobreelevado con respecto a la superficie de ésta. Tiene un contorno redondeado y mide aproximadamente 2,3 mm de diámetro. Las placas son poligonales, penta y hexagonales, y de 3 mm de diámetro máximo. Su ornamentación externa no se conserva por haber sido enteramente desgastadas por la meteorización; sin embargo en una de las caras laterales

de la teca y en la base de la prominencia oral se observan vestigios de crestas dispuestas entre placas adyacentes, que convergen en número de 6 en el centro de una de ellas. La superficie de la base de la teca presenta frecuentes estriaciones en grupos con distinta orientación, probablemente desarrolladas en las interáreas entre las crestas desaparecidas durante la meteorización.

Observaciones: La teca pequeña, globosa y provista de una destacada protuberancia oral, tiene un aspecto muy semejante al de formas como *Heliocrinites davisii* (MCCOY), *H. pseudogranatus* PAUL, *H. ? laevis* PAUL o *H. minutus* CHAUVEL, así como al de individuos juveniles de *H. rouvillei* VON KOENEN. Las tres primeras especies se encuentran representadas en el Ashgill británico (Rawtheyense-Hirnantiense), y hasta la fecha nunca han sido citadas en el SO de Europa. De acuerdo con el trabajo de PAUL (1997), éstas difieren de nuestro ejemplar en la forma y posición relativa de las aberturas tecales, así como en el contorno y grado de protrusión de la protuberancia oral.

La morfología de la teca estudiada concuerda con la de muchos ejemplares atribuidos a *Heliocrinites minutus* por CHAUVEL & LE MENN (1979), especialmente por el tamaño de la teca y de las placas, y la disposición de las aberturas tecales. Las diferencias vienen dadas por la teca globosa (en nuestro ejemplar) más que transversa (en el holotipo de *H. minu-*

tus), y por la ausencia aparente de un periprocto prominente como el del holotipo.

La distinción del ejemplar frente a los individuos juveniles de *H. rouvillei* se centra en el menor número y mayor tamaño relativo de las placas de la forma estudiada, en relación con tecas de la misma talla de *H. rouvillei*, cuya forma es siempre más alargada en el sentido del eje de la teca (CHAUVEL & LE MENN, 1979, pág. 565). Aunque la disposición de las aberturas tecales es muy parecida en ambas formas (adultos de *H. minutus* y juveniles de *H. rouvillei*), la boca de *H. rouvillei* tiene forma de ranura, y en ello se distingue tanto de nuestro ejemplar como del material tipo de *H. minutus*.

De todos modos, las diferencias observadas con respecto a *H. minutus* no nos parecen incompatibles con la probable atribución del ejemplar centroibérico a esta especie, lo que no puede ser acreditado por la mala conservación del material. En este sentido, el periprocto está bastante erosionado y podía haber sido originalmente prominente. La protracción de este elemento es máxima en el holotipo de la especie, pero en varios ejemplares de la Cordillera Ibérica (CHAUVEL & LE MENN, 1979, figs. 4f, 4e; lám. 1, fig. 8) el peristoma no es muy prominente y puede llegar a abrirse en un simple abombamiento de la superficie de la teca. Por otro lado, la morfología general de la teca de *H. minutus* varía dentro de amplios márgenes, incluyendo frecuentes formas esféricas e incluso algunas manifiestamente alargadas (CHAUVEL & LE MENN, 1979, fig. 4d). Esta variabilidad está presente en el material de la especie recolectado por el autor en Fombuena (Zaragoza) e incluido en el estudio de CHAUVEL & LE MENN (1979, pág. 561), donde por equivocación aparece imputado a la localidad de Luesma en una supuesta «coll. Gutieney» (*Gutieney*=interpretación manuscrita errónea de «GUTIÉRREZ»).

La posible relación del ejemplar centroibérico con *H. minutus*, habida cuenta de su deficiente conservación, no podrá confirmarse hasta el hallazgo de nuevo material en mejor estado de conservación. Sin embargo, a la probabilidad morfológica de que la especie pueda estar representada en la Caliza Urbana, deberá unirse el predominio de la misma en la Caliza de Cistoideos de la Cordillera Ibérica (más de un 60% de los 480 ejemplares de *Heliocrinites* identificados por CHAUVEL & LE MENN, 1979, son *H. minutus*), y por el hecho de que *H. cf. minuta* ha sido citado también en la Zona Centroibérica portuguesa (YOUNG, 1985).

Finalmente, la grafía taxonómica original «*Helio-*

crinites minuta» aportada por CHAUVEL (in CHAUVEL & LE MENN, 1973, pág. 55), resulta nomenclaturalmente incorrecta, al haberse planteado el nombre específico como adjetivo y no concordar en género gramatical con su denominación genérica. Siguiendo las estipulaciones del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (cuarta edición - 2000, art. 31.2), se establece aquí la enmienda correspondiente de la especie en *Heliocrinites minutus*, del modo ejemplificado además por otras formas del género (*H. balticus*, *H. triangulatus*, *H. pseudogranatus*, etc.).

Heliocrinites sp.

- v 1969 *Heliocrinites* cf. *rouvillei* VON KOENEN; CHAUVEL in CHAUVEL *et al.*, pág. 623 (descripción).
- v 1969 *Heliocrinites rouvillei* VON KOENEN, forme M; CHAUVEL in CHAUVEL *et al.*, Lám. 15, Fig. 10.
- v 1972 *Heliocrinites rouvillei* VON KOENEN, forme M; TAMAIN, pág. 193, Lám. 16, Fig. 2.
- p.v 1973 *Heliocrinites rouvillei* forme M, *Heliocrinites* sp., CHAUVEL & LE MENN, pág. 58 (= ejemplar de Sierra Morena).
- p.v 1979 *Heliocrinites rouvillei* VON KOENEN; CHAUVEL & LE MENN, pág. 564 (= sinonimia ejemplar de Sierra Morena).
- v 1985 *Heliocrinites helmackeri* (BARRANDE); GUTIÉRREZ-MARCO, pág. 9.
- v 1988 *Heliocrinites helmackeri* (BARRANDE); PORTERO GARCÍA *et al.*, pág. 23.

Material: Vacío en látex de un ejemplar de El Centenillo (CHAUVEL *et al.* 1969, lám. 15, fig. 10), original en el Instituto de Geología de Rennes (Francia); 2 placas aisladas procedentes de Corral de Calatrava, muestra 18-31/GS-9015-GM de la litoteca MAGNA, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

Descripción: El ejemplar de El Centenillo es el más completo y comprende 7 placas de gran tamaño (17 x 8,5 mm como máximo), parcialmente articuladas, cada una de las cuales aparece ornada por 6-7 crestas que irradian del centro de la placa y se unen a las de las placas contiguas, delimitando triángulos con áreas centrales deprimidas. Las placas aisladas procedentes de Corral de Calatrava tienen unas dimensiones y características muy parecidas, aunque sus crestas se hallan bastante erosionadas.

Observaciones: El material estudiado está demasiado incompleto como para posibilitar una identificación taxonómica precisa dentro de los caryocystíidos, donde los géneros se diferencian por sus

caracteres periorales y periproctales, y las placas se hallan ornamentadas por crestas y pliegues prominentes de aspecto muy similar tanto en *Caryocystites* VON BUCH como en *Heliocrinites* EICHWALD. Sin embargo, *Caryocystites* s.s. es un género exclusivamente báltico (BOCKELIE, 1982; PAUL, 1997), y su único y dudoso representante ibérico (CHAUVEL *et al.*, 1975) fue pronto asimilado a *Heliocrinites* por CHAUVEL & LE MENN (1979, pág. 566). Por otro lado, *Heliocrinites* es un género bien acreditado y difundido en el Ordovícico Superior del Suroeste de Europa y Norte de África, creyendo por tanto justificado imputar al mismo el raro material de la Caliza Urbana. Las placas desgastadas del yacimiento de Corral de Calatrava confirman la inexistencia de canales tangenciales o poros en el interior de las crestas, al modo conocido en el caryocystítido *Lophotocystis* PAUL (restringido por el momento al Ordovícico Superior de Avalonia y Báltica: PAUL, 1997), o bien en el policosmítido *Stichocystis* JAEKEL, este último posiblemente representado en España (CHAUVEL & LE MENN, 1979).

Las relaciones específicas del ejemplar de El Centenillo con respecto a *H. jaekeli* (CHAUVEL, 1977) se discuten más adelante. El material de Corral de Calatrava había sido comparado previamente con *H. helmhackeri* (BARRANDE) en virtud de las dimensiones de sus placas, más grandes que las de *H. rouvillei* s.s. Sin embargo, dicho carácter no es exclusivo de *H. helmhackeri* y está presente también en *H. jaekeli*, especie a la que deben de corresponder los ejemplares de *H. helmhackeri* (sic) citados en la Caliza de Cistoideos de Aragón (CHAUVEL *et al.*, 1975; CHAUVEL & MELÉNDEZ, 1979). Los mismos no tienen la teca globosa, con peristoma y periprocto prominentes, característicos de *H. helmhackeri* (BARRANDE). Dicha especie es más antigua (Berouniense/Caradociense) y procede de la Formación Vinice de Bohemia y de horizontes directamente correlacionables en las Pizarras Cantera centroibéricas (GUTIÉRREZ-MARCO *et al.*, 1992).

De todos modos, el escaso material de la Caliza Urbana es insuficiente para fundamentar cualquier asignación específica y provisionalmente optamos por identificarlo en nomenclatura abierta, aún cuando aporte algunos indicios de la probable existencia de *H. jaekeli*, que deberá confirmarse con nuevos ejemplares más significativos y en buen estado de conservación.

Discusión: La adscripción taxonómica del ejemplar de Sierra Morena ha sido revisada en varias ocasiones tras el trabajo de CHAUVEL *et al.* (1969), apreciándose incongruencias en todas ellas con respecto a

su identidad específica. Así, CHAUVEL & LE MENN (1973, pág. 58) consideran al ejemplar español idéntico al morfotipo M *-major-* de *H. rouvillei*, diferenciado en la Montagne Noire (RENARD, 1968), y al que esos autores adscriben otros ejemplares armoricanos y marroquíes. Los dos morfotipos (*minor* -m y *major* -M) de *H. rouvillei* s.s. (KOENEN, 1886) se distinguirían, según RENARD (1968), por las dimensiones de sus tecas y el número y tamaño de las placas, correspondiendo a morfologías extremas de una misma especie, entre las que se reconocieron formas intermedias. La abundancia de estas últimas en la muestra de Fombuena (Zaragoza), que comprende un centenar de ejemplares, movió a CHAUVEL & LE MENN (1979) a calificar a ambos morfotipos previos como individuos juveniles (m) y adultos (M) de *H. rouvillei*. Sin embargo, un tercer morfotipo asignado a la especie por JAEKEL (1899, lám. 10, fig. 5), fue postulado primero como una especie distinta por BATHER (1906, pág. 18), a continuación mencionado como *Heliocrinites* sp. por CHAUVEL & LE MENN (1973, pág. 58), descrito más tarde como *H. rouvillei jaekeli* por CHAUVEL (1977) y, finalmente, considerado como una especie independiente, *H. jaekeli* (CHAUVEL): *fide* CHAUVEL & LE MENN (1979, págs. 565, 568). El taxón se diferenciaría de *H. rouvillei* VON KOENEN por sus placas más grandes (iguales o mayores de 10 mm) y menos numerosas, llegándose a la paradoja de que los ejemplares de Sierra Morena y Coat Carret resultarían más próximos por sus dimensiones a *H. jaekeli* que a *H. rouvillei*. Pese a indicarse este hecho con referencia explícita al ejemplar de El Centenillo, el mismo fue sinonimizado plenamente con *H. rouvillei*, en aquellos trabajos que consignaron a un tiempo sus diferencias con dicha especie (CHAUVEL & LE MENN, 1973, 1979). No obstante y en nota infrapaginal, CHAUVEL & LE MENN (1979, pág. 565, nota 3) advierten que prefieren dejar en nomenclatura abierta al material de Sierra Morena y Coat Carret antes asignado a *Heliocrinites* cf. *rouvillei*, debido al carácter tan incompleto de las tecas respectivas. Esta decisión coincide plenamente con la adoptada al respecto en el presente trabajo.

Rhombifera indet.

(Fig. 2C)

Material: Un sólo ejemplar, MGM-2302-O, recogido en la parte superior de la Caliza Urbana al Norte de Huertezuelas (Ciudad Real).

Observaciones: El ejemplar corresponde a una teca completa muy desgastada, de contorno circular y 40 mm de diámetro, cuyas placas, en sección tangencial, miden entre 7,5 y 9 mm de longitud máxima. El aspecto general del resto examinado podría ser el de un diplopórido, pero las placas parecen más gruesas que en las formas conocidas entre las asociaciones del Ashgill ibero-armoricano y, sobre todo, no están atravesadas por los poros tan numerosos y característicos del grupo. Las placas periféricas del ejemplar estudiado presentan un contorno externo abombado o con un saliente central, el cual podría corresponderse con la ornamentación en crestas de un rombífero como los que abundan en estas mismas unidades calcáreas en el SO de Europa. En este sentido, las dimensiones y el aspecto general de la teca recuerda mucho al del ejemplar identificado como *Caryocystites?* sp. por CHAUVEL *et al.* (1975, lám. 2, fig. 1). También a los de las grandes tecas de *Caryocystites? armoricana* CHAUVEL (in CHAUVEL & LE MENN, 1973) o de *Helio-crinites? saenzi* (MELÉNDEZ), *fide* CHAUVEL *et al.* (1975) y CHAUVEL & LE MENN (1979). No obstante y en ausencia de otros caracteres diagnósticos más precisos, creemos que el ejemplar de Huertezuelas no resulta identificable más allá del nivel de clase.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Se analizan y describen los restos de varios cistoideos rombíferos encontrados en la Caliza Urbana de la región surcentroibérica, los cuales confirman la presencia de dos formas distintas del género *Helio-crinites*, a las que se une un tercer taxón de gran talla, por el momento indeterminable.

Pese a su escasa diversidad, el conjunto de estos elementos pertenece a la llamada «fauna de *Helio-crinites*», que está representada en el Ordovícico Superior del Suroeste de Europa (Cordillera Cantábrica, Aragón, Pirineos, Buçaco, Sierra Morena, Macizo Armoricano, Montagne Noire, Cerdeña), República Checa (Bohemia), Yugoslavia (Serbia oriental), Marruecos (Anti-Atlas) y Argelia. Fuera del Norte de Gondwana, el género nominal se conoce también en Avalonia y Baltica (Irlanda, Gran Bretaña, Bélgica, Suecia, Estonia...), con raros registros en Birmania y China (CHAUVEL & LE MENN, 1973, 1979; PAUL, 1997, con referencias).

La escasez de fósiles de cistoideos en la Caliza Urbana, y en general de restos identificables de pel-

matozoos, no es una falsa apariencia fruto de la desarticulación y fragmentación generalizada de sus tecas, puesto que los equinodermos tampoco abundan en la fracción bioclástica ni en las intercalaciones margosas, donde los ejemplares articulados podrían haberse beneficiado de unas condiciones más favorables para la fosilización. Por el contrario, en unidades calcáreas masivas correlacionables con la Caliza Urbana (Caliza de Pelmatozoos de la Zona de Ossa Morena, Caliza de Cistoideos de la Cordillera Ibérica), e incluso cuando se hallan profusamente tectonizadas y recristalizadas (Caliza de La Aquiana), sí que resulta posible observar sin dificultad secciones dispersas (más raramente concentradas en capas) de cistoideos rombíferos, lo que no es el caso que nos ocupa de la región surcentroibérica. El factor común a todas las facies ricas en pelmatozoos es el hecho de formar, junto a briozoos y otros equinodermos, montículos calcáreos complejos desarrollados en ambientes abiertos e inestables, que fluctuarían entre el exterior de la rampa y el borde más externo de la plataforma profunda (HAMMANN, 1992; VENNIN *et al.*, 1998). En contraste con ello, HAMMANN (1992) sitúa el área de depósito de la Caliza Urbana en el sector relativamente más estable y somero de la plataforma centroibérica, donde a la rareza de trilobites habría que sumar también la de equinodermos y braquiópodos articulados. VENNIN *et al.* (1998) oponen la degradación episódica de los montículos de pelmatozoos y briozoos de la Caliza de Cistoideos de Aragón, a procesos de incremento en la energía del oleaje normal y de tempestades, al desarrollo de substratos semiconsolidados, y al influjo periódico de material terrígeno. Tales factores debieron predominar durante el régimen de sedimentación normal de la Caliza Urbana en áreas bastante más someras de la plataforma, y de este modo inhibieron la colonización generalizada de estos ambientes por los equinodermos, en asociación con los briozoos. Un posible equivalente de la Caliza Urbana en el Norte de Gondwana, lo serían los montículos carbonatados de briozoos de la Formación Djefara del Norte de la Cuenca de Gadamés (Libia): BERGSTRÖM & MASSA (1992). Éstos se acumularon en forma tabular sobre un paleoalto estructural, con una extensión de 20.000 Km² y con 10 a 100 m de espesor. MASSA & BOURROUILH (2000) conciben un análogo moderno para estos carbonatos periglaciares en el Cuaternario del margen continental del Sur de Australia, donde existen montículos complejos de briozoos depositados en aguas frías, bajo condicio-

nes oceanográficas y climáticas que podrían asimilarse en gran parte a las de las calizas del Kralodvořiense perigondwánico.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. J. GALLEMÍ (Museo de Geología de Barcelona) y M.D. GIL CID (Universidad Complutense de Madrid) por su apreciada labor de revisión; también a E. BERNÁRDEZ y a C. ALONSO (Madrid) por las fotografías. Este trabajo es una contribución a los proyectos PB96-0839 del MCYT y 410 del PICG (IUGS-UNESCO).

Recibido el día 8 de mayo de 2001.

Aceptado el día 30 de septiembre de 2001.

BIBLIOGRAFÍA

- BATHER, F.A. 1906. Ordovician Cystidea from Burma. In REED, F.R.C.: The Lower Paleozoic fossils of the northern Shan States Burma. *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica*, n.s., **2** (3): 154 págs
- BERGSTRÖM, S.M. & MASSA, D. 1992. Stratigraphic and biogeographic significance of Upper Ordovician conodonts from Northwestern Libya. In: *The Geology of Libya*, M.J. SALEM, O.S. HAMMUDA & B.A. ELIAGOUBI, Eds., vol. IV, págs. 1323-1342. Elsevier Science Publishers.
- BOCKELIE, J.F. 1982. Morphology, growth and taxonomy of the Ordovician rhombiferan *Caryocystites*. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, **103**: 499-513.
- CHAUVEL, J. 1977. Note complémentaire sur les Cystoïdes Rhombifères (Echinodermes) de l'Ordovicien marocain. *Notes du Service Géologique du Maroc*, **38** (268): 115-139.
- CHAUVEL, J. & LE MENN, J. 1973. Echinodermes de l'Ordovicien supérieur de Coat-Carrec, Argol (Finistère). *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne* (C), **4** (1): 39-61.
- 1979. Sur quelques Echinodermes (Cystoïdes et Crinoïdes) de l'Ashgill d' Aragon (Espagne). *Géobios*, **12** (4): 549-587.
- CHAUVEL, J., DROT, J., PILLET, J. & TAMAIN, G. 1969. Précisions sur l'Ordovicien moyen et supérieur de la «série-type» du Centenillo (Sierra Morena orientale, Espagne). *Bulletin de la Société géologique de France* [7], **11**. 613-626.
- CHAUVEL, J., MELÉNDEZ, B. & LE MENN, J. 1975. Les Echinodermes (Cystoïdes et Crinoïdes) de l'Ordovicien supérieur de Luesma (Sud de l'Aragon, Espagne). *Estudios Geológicos*, **31**. 351-364.
- DELGADO, J.F.N. 1897. Fauna Silúrica de Portugal. Novas observações acerca de *Lichas (Uralichas) Ribeiroi*. *Commissão dos Trabalhos Geológicos de Portugal*, págs. 1-34.
- 1908. Système Silurique du Portugal. Etude de Stratigraphie Paléontologique. *Memória da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*, págs. 1-245.
- DONOVAN, S.K. 1989. Pelmatozoan columnals from the Ordovician of the British Isles. Part 2. *Monograph of the Palaeontological Society* London, **142** (580): 69-114.
- FUGANTI, A. & SERPAGLI, E. 1968. Geological remarks on Urbana Limestone and evidence for its Upper Ordovician age by means of conodonts -eastern Sierra Morena, Spain. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, **87**: 511-521.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. 1985. *Informe Paleontológico sobre el Ordovícico y Silúrico de la Hoja nº 784 (Ciudad Real) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000*. Informe Interno MAGNA, Instituto Geológico y Minero de España, 29 págs. (inéd.)
- 1995. *Informe Paleontológico (Ordovícico-Silúrico) de la Hoja nº 807 (Chillón) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Informe Interno MAGNA, Instituto Tecnológico Geominero de España, 32 págs. (inéd.)
- 1997. *Informe Paleontológico Hoja nº 862 (Santa Elena) del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (2a Serie)*. Informe Interno MAGNA, Instituto Tecnológico Geominero de España, 13 págs. (inéd.)
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ARAMBURU, C., ARBIZU, M., MÉNDEZ-BEDIA, I., RÁBANO, I. & VILLAS, E. 1996. Rasgos estratigráficos de la sucesión del Ordovícico Superior en Portilla de Luna (Zona Cantábrica, noroeste de España). *Geogaceta*, **20** (1): 11-14.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ARBIZU, M., MÉNDEZ-BEDIA, I., RÁBANO, I. & ARIAS, D. 1996. Equinodermos ordovícicos del noroeste de España. In: *Comunicaciones XII Jornadas de Paleontología*, T. PALACIOS & R. GOZALO, Eds. págs. 67-69. Publicaciones de la Diputación Provincial de Badajoz.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., CHAUVEL, J. & MELÉNDEZ, B. 1996. Nuevos equinodermos (cistideos y blastozoos) del Ordovícico de la Cordillera Ibérica (NE de España). *Revista Española de Paleontología*, **11**: 100-119.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., CHAUVEL, J., MELÉNDEZ, B. & SMITH, A.B. 1984. Los equinodermos (Cystoidea, Homalozoa, Stelleroidea, Crinoidea) del Paleozoico inferior de los Montes de Toledo y Sierra Morena (España). *Estudios Geológicos*, **40**: 421-253.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., MELÉNDEZ, B., PARSELY, R., PROKOP, R. & MAREK, L. 1992. Equinodermos (Cystoidea, Homalozoa, Asterozoa) de afinidades bohémicas en el Ordovícico de las zonas Centroibérica y Ossa Morena, España. *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, **1**: 79-81.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., ROBARDET, M., RÁBANO, I., SARMIENTO, G.N., SAN JOSÉ LANCHI, M.A. DE, HERRANZ ARAÚJO, P. & PIEREN PIDAL, A.P. En prensa. Ordovician. In: *The Geology of Spain*. T. MORENO & W. GIBBONS, Eds. Geological Society Special Publications, London.
- HAFENRICHTER, M. 1979. Paläontologisch-Ökologische und lithofazielle Untersuchungen des «Ashgill-Kalkes» (Jungordovizium) in Spanien. *Arbeiten der Paläontologisches Institut Würzburg*, **3**: 1-139
- HAMMANN, W. 1992. The Ordovician trilobites from the Iberian Chains in the province of Aragón, NE-Spain. I. The trilobites of the Cystoid Limestone (Ashgill Series). *Beringeria*, **6**: 3-219.

- HENKE, W. 1926. Beitrag zur Geologie der Sierra Morena nördlich von La Carolina (Jaén). Mit einer paläontologisch-stratigraphischen Mitteilung von A. Born. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, **39**: 183-216.
- JAEKEL, O. 1899. *Stammesgeschichte der Pelmatozoen. I. Thecoidea und Cystoidea*. x + 442 págs. Berlin.
- KOENEN, A. von. 1886. Über neue Cystideen aus den Caradoc-Schichten der Gegend von Montpellier. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, **2**: 246-254.
- LAURET, J.-M. 1974. *Recherches géologiques et minières dans la région d'Almadén-Almadenejos (Espagne)*. Thèse Université de Paris-Sud (Centre d'Orsay), Travaux du Laboratoire de Géologie Structurale et Appliquée, 149 págs. (inéd.).
- MASSA, D. & BOURROUILH, R. 2000. Upper Ordovician carbonate mud-mound of northern Ghadamis Basin, Libya: a review. *Sedimentary Basins of Libya. Abstracts Second Symposium Geology of Northwest Libya*, Trípoli, pág. 63.
- PAUL, C.R.C. 1997. British Ordovician cystoids. Part 3. *Monograph of the Palaeontological Society London*, **151** (604): 153-213.
- PORTERO GARCÍA, J.M., ANCOCHEA, E, GALLARDO, J. & PÉREZ-GONZÁLEZ, A. 1988. *Memoria explicativa de la Hoja nº 784 (Ciudad Real) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, 101 págs.
- RENARD, H. 1968. *Contribution à la révision des Cystoïdes de l'Ashgill de la Montagne Noire*. Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, 6+97+11+10 págs.
- SAN JOSÉ, M.A., RÁBANO, I., HERRANZ, P. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. 1992. Capítulo 28. El Paleozoico inferior de la Zona Centroibérica meridional. In: *Paleozoico Inferior de Ibero-América*. J.C. GUTIÉRREZ-MARCO, J. SAAVEDRA & I. RÁBANO, Eds., págs. 505-521. Universidad de Extremadura.
- SARMIENTO, G.N. 1990. Conodontos de la Zona Ordovícica (Ashgill) en la Caliza Urbana, Corral de Calatrava (Ciudad Real). *Geogaceta*, **7**: 54-46.
- 1993. *Conodontos ordovícicos de Sierra Morena (Macizo Hespérico meridional)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 468 págs. (inéd.).
- SARMIENTO, G.N., GARCÍA-LÓPEZ, S. & BASTIDA, F. 1999. Conodont colour alteration indices (CAI) of Upper Ordovician limestones from the Iberian Peninsula. *Geologie en Mijnbouw*, **77**: 77-91.
- SARMIENTO, G.N., LEYVA, F., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. & DEL MORAL, B. 2000. Conodontos de la Caliza Urbana (Ashgill) de Sierra Morena Oriental (Zona Centroibérica). In: *Resumos I Congresso Ibérico de Paleontologia y XV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. J.B. Díez & A.C. Balbino, Eds. págs. 280-281. Publicações da Universidade de Évora.
- TAMAIN, G. 1967. El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne). *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris [D]*, **265**: 389-392.
- 1972. Recherches géologiques et minières en Sierra Morena orientale (Espagne). *Travaux du Laboratoire de Géologie Structurale et Appliquée d'Orsay*, **91**: 1-369.
- VENNIN, E., ÁLVARO, J.J. & VILLAS, E. 1998. High-latitude pelmatozoan-bryozoan mud-mounds from the late Ordovician northern Gondwana platform. *Geological Journal*, **33**: 121-140.
- YOUNG, T.P. 1985. *The stratigraphy of the upper Ordovician of Central Portugal*. Ph.D. Thesis, University of Sheffield, 441 págs. (inéd.).