



UN OLISTOSTROMA CON CANTOS Y BLOQUES DEL PALEOZOICO INFERIOR EN LA CUENCA CARBONÍFERA DEL GUADALMELLATO (CÓRDOBA). PARTE II: BIOESTRATIGRAFÍA Y AFINIDADES PALEOGEOGRÁFICAS

A Carboniferous olistostrome with Lower Paleozoic pebbles and cobbles from the Guadalmellato basin (Córdoba). Part II: Biostratigraphy and paleogeographic affinities

Juan Carlos Gutiérrez-Marco¹, Graciela N. Sarmiento² e Isabel Rábano³

¹ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España.
 jcgrapto@ucm.es

² Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Novais 12, 28040 Madrid, España.
 gsarmien@ucm.es

³ Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, España.
 i.rabano@igme.es

Abstract: The Mississippian (Serpukhovian) Guadalmellato olistostrome, about 9 km northwest of Adamuz (province of Córdoba), includes abundant pebbles and cobbles bearing Lower Paleozoic fossils. They were deposited as debris-flows into slope facies and mixed there with olistoliths coming from local Visean limestones. The fossiliferous debris were deposited in an “inverted mountain” sequence, according to the progressive erosion of a Paleozoic basement lying below the eroded Visean platform. The studied fossils characterize at least 15 Ordovician, Silurian and Lower Devonian paleontological assemblages. The clastics were derived from an unknown source area adjacent to the Carboniferous Guadiato Basin. The paleobiogeographic affinities of these assemblages display a clear ‘Central-Iberian influx’ only during the Middle and Upper Ordovician, whereas the Lower Ordovician and Silurian fossils and biofacies belong to units with scarce to inconsistent correlation with coeval successions in either the Ossa-Morena Zone or the Central-Iberian Zone of the Iberian Massif. Careful review of the Paleozoic record for the entire Obejo-Valsequillo Domain, differentiated among the Los Pedroches Variscan batolith and the Ossa-Morena Zone, reveals that this domain is not a “southern allochthonous unit” defined as an extension of the Central-Iberian Zone. The tectonostratigraphic context of the Serpukhovian olistostrome of the Guadalmellato valley is similar to that of Devonian to Carboniferous Variscan syntectonic units known from localities in France, Germany and Great Britain. All of them include fossiliferous Ordovician to Devonian rocks, or pebbles from pre-Ordovician metamorphic units, whose peri-Gondwanan source areas are enigmatic or of rather problematic location.

Key words: Iberian Massif, Obejo-Valsequillo Domain, Guadiato Basin, Guadalmellato olistostrome, Carboniferous, Silurian, Ordovician.

Resumen: El olistostroma misisipico del Guadalmellato (Serpukhoviense) contiene, 9 km al noroeste de Adamuz (Córdoba), numerosos cantos y bloques fosilíferos del Paleozoico Inferior; incorporados como debritas en las facies lutíticas de talud y mezclados con olistolitos calcáreos viseenses. Estos materiales fosilíferos se depositaron siguiendo un orden de “montaña invertida”, con arreglo a la denudación progresiva del basamento paleozoico subyacente a la plataforma viseense. Las asociaciones paleontológicas permiten caracterizar al menos 15 unidades o niveles fosilíferos del Ordovícico, Silúrico y Devónico Inferior; derivados de un área fuente desconocida, pero límite con la Cuenca Carbonífera del Guadiato. Las afinidades paleobiogeográficas de las distintas asociaciones muestran un marcado influjo centroibérico tan sólo durante el Ordovícico Medio y Superior, en tanto que los fósiles y biofacies del Ordovícico Inferior y Silúrico corresponden a áreas y ambientes de escasa a nula correlación con las sucesiones coetáneas de la Zona de Ossa Morena o de la Zona Centroibérica. El

análisis paleogeográfico del registro paleozoico para el conjunto del Dominio Obejo-Valsequillo, permite descartar la consideración del mismo como una "unidad alóctona meridional" en prolongación directa de la Zona Centroibérica del Macizo Ibérico. El contexto estratigráfico del olistostroma serpukhoviense del valle del Guadalquivir, guarda ciertas similitudes con el de otros depósitos sintectónicos variscos, tanto del Devónico como del Carbonífero inferior de Francia, Alemania y Gran Bretaña. Éstos incluyen cantos y bloques derivados de sucesiones fosilíferas ordovícico-devónicas, o de unidades metamórficas preordovícicas, cuyos orígenes paleogeográficos no resultan fáciles de establecer y en muchos casos continúan siendo enigmáticos.

Palabras clave: Macizo Ibérico, Dominio Obejo-Valsequillo, Cuenca del Guadiato, Olistostroma del Guadalquivir, Carbonífero, Silúrico, Ordovícico.

Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N. y Rábano, I. (2014): Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico Inferior en la cuenca carbonífera del Guadalquivir (Córdoba). Parte II: Bioestratigrafía y afinidades paleogeográficas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27(1): 27-45.

El descubrimiento de fósiles "silurianos" en el área de Adamuz (Córdoba) se debe a Verneuil (*in* Murchison, 1850, p. 2; *in* Prado, 1855, p. 185; *in* Verneuil y Barrande, 1855, p. 1021), quien cita el bivalvo *Cardiola interrupta* Sowerby, acompañado por los cefalópodos *Orthoceras styloideum* Barrande y *O. bohemicum* Barrande, en pizarras graptolíticas localizadas "aproximadamente a 20 millas" (= "a siete u ocho horas": Prado, 1855; a "25 o 30 km": Verneuil y Barrande, 1855) al noreste de Córdoba. Este registro representa la primera cita de terrenos del "Siluriano superior" (= Silúrico) en Sierra Morena, y fue en parte recogido por autores posteriores (Prado, 1858; Mallada, 1896; Hernández Sampelayo, 1942), si bien pasó largamente inadvertido desde entonces en la geología local. Los primeros fósiles del Ordovícico Medio de la región de Adamuz fueron citados por Maass (1958; mapa publicado por Walter, 1977) en las proximidades del vértice Kilva, en un pequeño afloramiento circundado por calizas carboníferas. De allí provienen cuatro trilobites (*Synhomalonotus tristani* Brongniart, *Colpocoryphe aragoi* Rouault, *Iliaenus giganteus* Burmeister, *Iliaenus* sp.) y un cefalópodo (*Orthoceras* sp.) del "Llandeilo", que fueron en parte revisados por Hammann (1983: *Neseuretus tristani*, *Colpocoryphe* cf. *grandis* Šnajdr). La lista de fósiles ordovícicos para la misma localidad fue ampliada por Gutiérrez-Marco *et al.* (1987), quienes identificaron en nódulos y piedras sueltas, sin contexto estratigráfico definido, más de 14 taxones de trilobites, moluscos, braquiópodos, equinodermos y macaeridios, pertenecientes al menos a dos asociaciones distintas del Ordovícico Medio y a una del Ordovícico Superior. Los trabajos de Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999), Gutiérrez-Marco *et al.* (2001) y Sarmiento *et al.* (2011) añadieron los primeros microfósiles ordovícicos y silúricos, ilustrando diversos taxones de conodontos, ostrácodos y muellerisféridos. De acuerdo con los tres últimos estudios, el registro de fósiles del Paleozoico inferior entre el cerro Kilva y la casa de Valsequillo (Fig. 1) se limitaría a cantos y bloques aislados, englobados en la unidad olistolítica "namuriense" de la Cuenca del Guadiato.

Los trabajos estratigráficos más recientes publicados sobre el Carbonífero de Adamuz (Cózar *et al.* 2004, 2006; Armendáriz Dufur, 2009) citan la existencia de clastos de rocas metamórficas, provenientes del basamento pre-Vise-

ense, dentro de la unidad olistostrófica serpukhoviense del valle del Guadalquivir, si bien no añaden datos paleontológicos.

El presente artículo constituye la segunda parte de un estudio más general (Matas *et al.*, 2014), que retoma el análisis de los materiales del Paleozoico Inferior redepositados en la sucesión serpukhoviense, integrándolos en su contexto tectonoestratigráfico. En este sentido, los resultados paleontológicos que presentamos a continuación, aportan informaciones clave para determinar la procedencia de los cantos y las afinidades paleogeográficas de las sucesiones localmente erosionadas, al inicio del diastrofismo varisco.

Situación de la localidad fosilífera

La totalidad de los materiales paleontológicos examinados procede del afloramiento clásico señalado por Maass (1958) a unos 9 km al noroeste de Adamuz (Córdoba), localizado entre las lomas de Kilva (521-549 m) y Valsequillo (505-521 m), en la cabecera del arroyo que vierte sus aguas al río Varas (Fig. 1). Se trata de un área de olivar y terrenos de labor que se extiende aguas abajo desde el sureste de la casa de Valsequillo, en donde los principales afloramientos carboníferos se disponen en el talud y al norte del camino que discurre por la falda meridional de la loma de Valsequillo. Al sur del mismo, todas las rocas del Paleozoico inferior se hallan como cantos y bloques sueltos sobre el terreno, entremezclados con otros de calizas viseenses. No obstante, la distribución de los primeros muestra una cierta zonación, siendo los materiales siluro-devónicos más frecuentes en sentido noreste y este, en tanto que las rocas del Ordovícico abundan progresivamente en sentido suroeste, donde se han encontrado los únicos materiales del Ordovícico Inferior. En el talud del camino descendente (Fig. 2) afloran bloques de pizarras fosilíferas del Ordovícico Superior engastados, junto a los de caliza viseense, en una debrita (flujo de detritos) serpukhoviense de predominio lutítico, que intercala algún lentejón de conglomerados cuarcíticos. Hacia el centro y suroeste de los campos señalados, es donde se han encontrado los materiales fosilíferos del Ordovícico Medio, siempre mezclados con cantos y bloques de calizas viseenses con restos abundantes de corales.

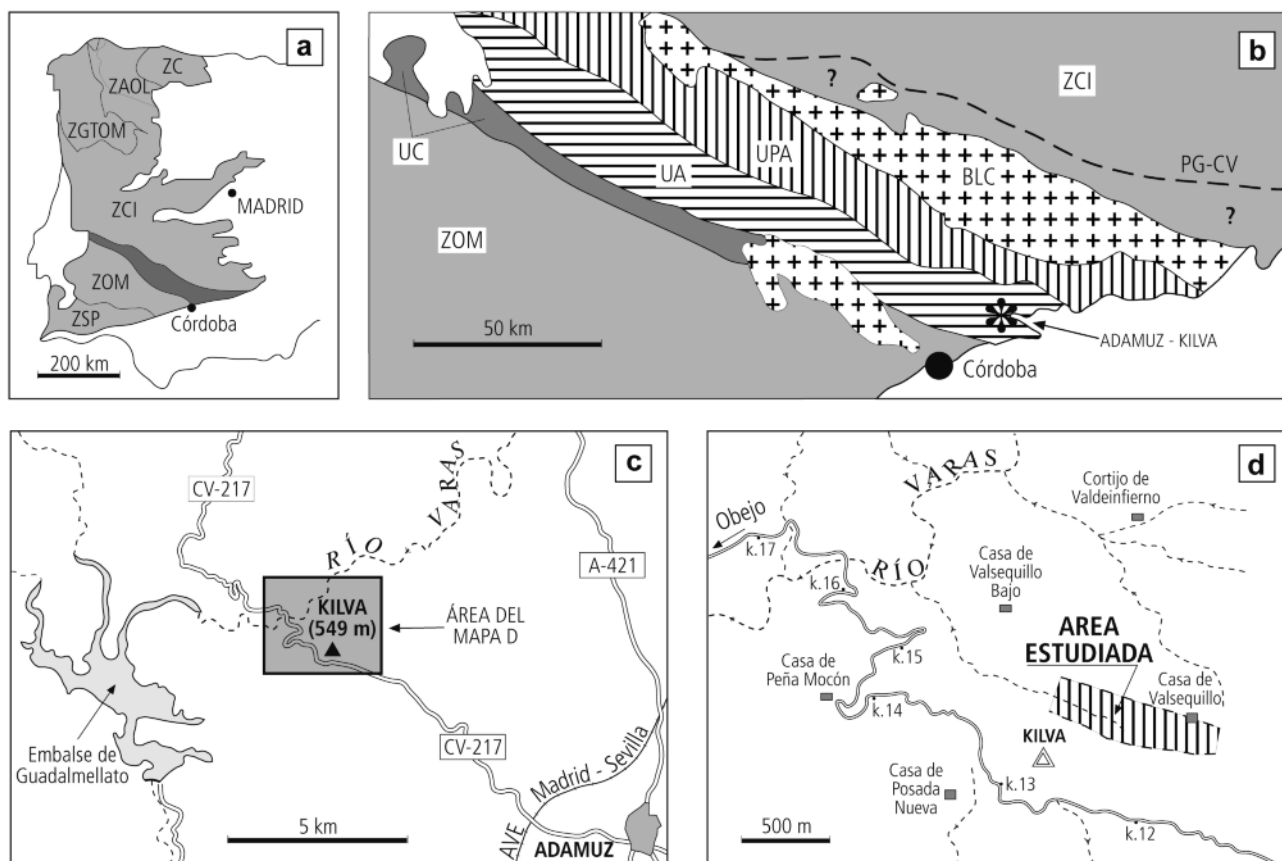


Fig. 1.- Esquema de situación del área estudiada y de los principales elementos geológicos citados en el texto: **a**, posición del conjunto Obejo-Valsequillo + sinclinal de Los Pedroches (gris oscuro) en el contexto del Macizo Ibérico (gris medio); **b**, esquema geológico del sector oriental del Dominio Obejo-Valsequillo y sus áreas limítrofes, con la situación del área señalada en **c**; **c**, localización del Cerro Kilva entre el embalse de Guadalmellato y Adamuz (Córdoba); **d**, situación del tramo con cantos y bloques fosilíferos al noreste del cerro Kilva, en las inmediaciones de la casa de Valsequillo y al sur de la loma homónima. Abreviaturas: ZC, Zona Cantábrica; ZAOL, Zona Asturoccidental-leonesa; ZGTOM, Zona Galicia-Trás-os-Montes, ZCI, Zona Centroibérica, ZOM, Zona de Ossa Morena; ZSP, Zona Sudportuguesa; UC, “Unidad Central” (= Zona de Cizalla Badajoz-Córdoba); UA, “Unidad Alóctona”; UPA, “Unidad Parautóctona”; BCL, Batolito de Los Pedroches; PG-CV, banda de Cizalla Puente Génave-Castelo de Vide; CV-217 y A-421, carreteras comarcal y autonómica, respectivamente.

De acuerdo con la columna estratigráfica presentada por Matas *et al.* (2014, Fig. 5), el tramo con los fósiles estudiados se localiza hacia la mitad superior de la sucesión serpukhoviense, que descansa discordante sobre la Formación Azuaga (Cámbrico: Jensen *et al.*, 2004) en el flanco norte del sinclinal de Kilva (Matas *et al.*, 2014, Fig. 2). El hecho de que los cantos y bloques fosilíferos del Paleozoico Inferior sean más antiguos conforme ascendemos estratigráficamente en la sucesión carbonífera, revela una disposición de “montaña invertida”. Ésta es fruto de la erosión progresiva del basamento en una plataforma afectada por la tectónica varisca, que aporta olistolitos, brechas e importantes flujos de detritos a los sectores del talud donde tiene lugar la sedimentación serpukhoviense (Cózar *et al.*, 2004, 2006; Armendáriz *et al.*, 2008; Matas *et al.*, 2014). Es por ello que los fósiles del Ordovícico al Devónico se circunscriben a determinados tramos de la llamada “unidad olistostrómica o resedimentada del Guadalmellato” (Armendáriz Dufur, 2009), dentro de raros olistolitos o, más comúnmente, de numerosos clastos de diámetro variable entre 2 y 80 cm, incorporados a las brechas mixtas heterolíticas generadas por procesos de *debris flow* turbidítico (debritas).

Asociaciones paleontológicas

Nuestra metodología de estudio nos ha llevado a analizar por separado los abundantes cantos fosilíferos encontrados en las lutitas y las debritas del Carbonífero del área de Valsequillo. A consecuencia de ello pudimos identificar una docena de asociaciones fosilíferas del Ordovícico, Silúrico y Devónico, que se corresponden con variadas litologías cuya adscripción litoestratigráfica se indica más adelante. La edad de las asociaciones ordovícicas se precisa con arreglo a la escala regional “Mediterránea”, referida al margen sudpolar de Gondwana (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2008, con referencias previas), que se correlaciona tan sólo a grandes rasgos con la nueva escala cronoestratigráfica global del Sistema Ordovícico (Bergström *et al.*, 2009).

A continuación desglosaremos las distintas asociaciones paleontológicas ordovícico-devónicas, en orden cronológico desde la más antigua hasta la más moderna.

Ordovícico Inferior

Este grupo de muestras engloba cantos de reducidas dimensiones (2-20 cm) correspondientes a areniscas calcá-

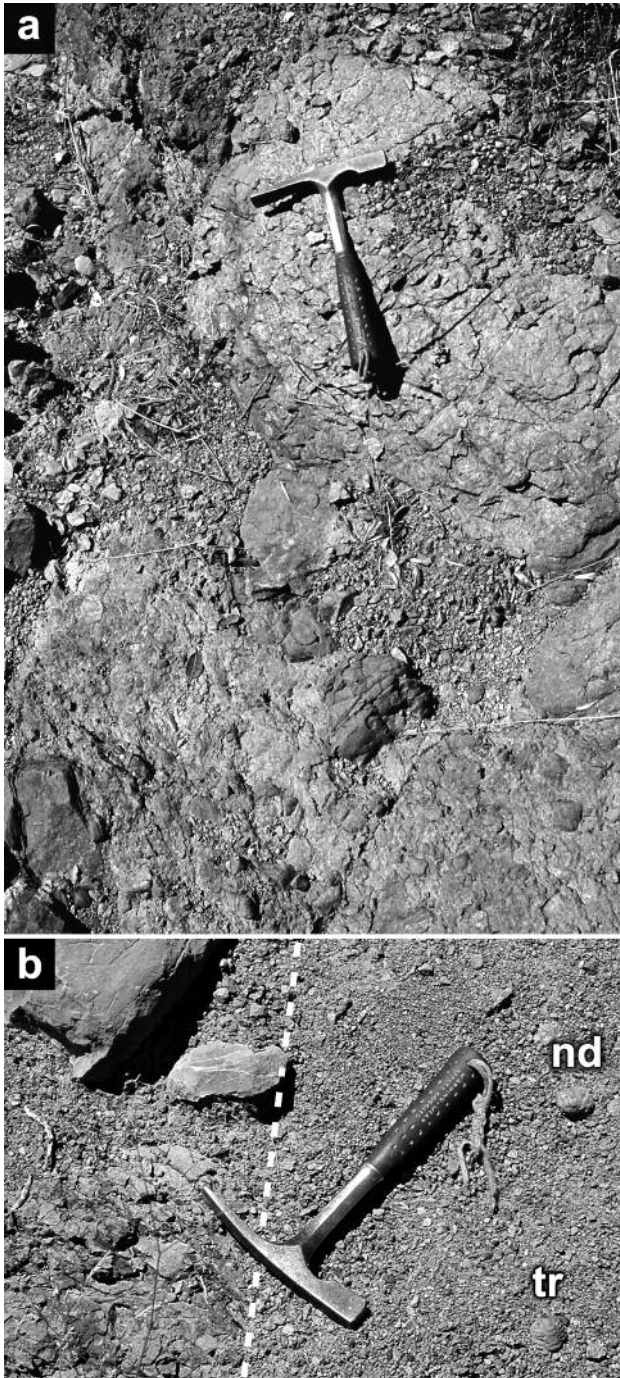


Fig. 2.- Aspecto de algunos bloques fosilíferos del Ordovícico, fotografiados al oeste de la casa de Valsequillo, tal y como aparecen englobados en los materiales carboníferos. **a**, El martillo descansa sobre un bloque de arenisca micácea del Dobrotiviense (Ordovícico Medio), con la matriz carbonífera en primer plano; **b**, Detalle de un contacto lateral entre las debritas serpukhovienses (izquierda) con un bloque de pizarra del Berouniense (Ordovícico Superior), situado a su derecha. En el segundo se distingue un nódulo fosilífero (nd) y restos de un trilobites (tr, en este caso un tórax+pigidio de *Colpocoryphe grandis* Šnadr). En ausencia de fósiles, la caracterización e identificación precisa de los bloques precarboníferos sería muy compleja, si bien la paleogeografía del área fuente resta problemática.

reas, areniscas y lumaquelas ferruginosas. Las primeras contienen restos de grandes trilobites asáfidos, cuya elevada fragmentación impide identificarlos taxonómica-

mente. No obstante, entre ellos se ha reconocido un pigidio de contorno trapezoidal con características próximas a las de la especie *Basilicus (Basiliella?) destombesi* Vidal, descrita en niveles del Arenigiense inferior (aprox. Floiense) de la Formación de Fezouata (Anti-Atlas marroquí: Vidal, 1998). También hay restos de otro pigidio liso asignable a *Asaphellus* sp. Junto a los trilobites asáfidos existen concentraciones de moluscos bellerofontiformes indeterminables.

En pequeños cantos de areniscas que asignamos al Ordovícico Inferior, hemos encontrado diversos ejemplares de un tergomiido bellerofontiforme con selenizona elevada y crestas colabiales bien marcadas (Figs. 3 a-c), cuya morfología recuerda a la del género *Peelerophon* Yochelson, del Ordovícico Inferior. Sin embargo, el relieve distintivo y la anchura de una selenizona bien delimitada y con lúnulas, además de la notoria angulación que forma la pared umbilical con respecto al lateral de la espira, permite relacionarlo con *Gamadiscus courtessolei* (Yochelson), una especie del Tremadociense superior y Arenigiense (aprox. Floiense-Dapingiense) de Marruecos y la Montaña Negra francesa (Horný, 1997b).

La tercera litología de este grupo corresponde a fragmentos de lumaquelas limonitizadas, con cantos diminutos de materiales ferruginosos y fosfáticos. El componente biotritítico lo forman abundantes restos de braquiópodos, moluscos bellerofontiformes y trilobites asáfidos, del todo indeterminables en razón a su tamaño y fragmentación. La preparación micropaleontológica de algunas piezas que conservaban el carbonato esquelético ha permitido obtener diversos conodontos, junto a restos de ostrácodos (*Rivillina* sp.), osículos de equinodermos y fragmentos de gasterópodos. Los conodontos ya fueron identificados e ilustrados sumariamente en los trabajos de Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999) y Sarmiento *et al.* (2011). Ambos refieren la coexistencia, dentro de una misma muestra, de cinco asociaciones de distinta edad, las cuatro primeras correspondientes a microfósiles heredados de sedimentos más antiguos. La asociación de elementos reelaborados más baja desde el punto de vista cronológico es de edad Furongiense o Tremadociense, y consta de *Cordylodus?* sp., *Ancanthodus?* sp. y *Teridontus?* sp. Le sigue otra típica del Tremadociense inferior (probable Biozona de *Paltodus deltifer*), con *Hammannodus* sp., *Paltodus* cf. *deltifer* (Lindström), *P.* cf. *subaequalis* Pander, *Acodus* sp., *Drepanodus* cf. *arcuatus* Pander y *Drepanodus* spp. La tercera asociación reelaborada está formada por especies indicativas del Arenigiense inferior (aprox. Floiense) entre ellas *Gothodus* cf. *costulatus* (Lindström) y otros taxones que están actualmente en estudio. Una cuarta asociación más moderna dentro del Arenigiense, comprende *Baltoniodus* cf. *triangularis* (Lindström), *Baltoniodus* sp., *Scolopodus striatus* Pander, *Protopanderodus?* sp. y *Drepanoistodus* spp. Dicha asociación fue adscrita inicialmente a la Biozona de *Baltoniodus navis* con bastantes dudas, pero el nuevo material obtenido permitió reasignar los ejemplares de *B.* cf. *navis* (Lindström) según Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999, Fig. 1D), a *B.* cf. *triangularis* (Sarmiento *et al.*, 2011: lám. 1, Figs. 4-5), lo que resultaría en una edad ligeramente más antigua (aprox. Dapingiense

basal) dentro del Arenigiense. Finalmente, la identificación de ejemplares aislados de *Parapaltodus* cf. *simplicissimus* Stouge (Sarmiento y Gutiérrez-Marco, 1999, Fig. 11) brinda la edad más moderna (Arenigiense superior-Oretaniense basal: Darriwiliense inferior y base del medio en la escala global: Bergström *et al.*, 2009), que corresponde presumiblemente al depósito de la lumaquela, portadora de los abundantes elementos reelaborados.

Ordovícico Medio

Los fósiles de esta serie comprenden al menos tres asociaciones de distinta edad, reconstruidas a partir de hallazgos aislados en nódulos o fragmentos de pizarras, donde rara vez se detecta más de una especie. La excepción la brindan los materiales asignados al Dobrotiviense superior, procedentes de un bloque métrico de lumaquela calcárea donde concurren más de una decena de formas pertenecientes a varios grupos taxonómicos.

La primera asociación la forman especies representadas exclusivamente en materiales del Oretaniense inferior (Darriwiliense medio *s.l.* de la escala global). Corresponden a fragmentos de pizarra con ejemplares piritizados del graptolito *Didymograptus* (*Jenkinsograptus*) *spinulosus* Perner (Figs. 4a-b), más algunos nódulos con los trilobites *Salterocoryphe* n. sp. aff. *salteri* (Rouault) *sensu* Hamman (1983) [Figs. 4 l-m; = *Salterocoryphe lusitanica* (Thadeu) en Gutiérrez-Marco *et al.*, 1987], *Pradoella?* sp., *Retamaspis?* sp., *Ectillaenus* sp., *Mytonia?* sp. y *Asaphellus* sp., además del molusco rostroconcha *Tolmachovia* n. sp. y escleritos aislados del macaeridio *Plumulites?* sp. La nueva especie de *Tolmachovia* (Figs. 4r-s) se distingue de *T. babinii* Gutiérrez-Marco por las crestas comarginales más finas, que no llegan a alcanzar el margen postero-dorsal de la valva, y en ese sentido parece coespecífica con *Tolmachovia* n. sp. de Gutiérrez-Marco *et al.* (1984, lám. 1, Figs. 16-17, 19-20), aunque su descripción se postpone hasta el hallazgo de nuevos ejemplares. De todos modos, los últimos representantes europeos del género, carentes de ornamentación radial, se localizan en el Oretaniense inferior (Gutiérrez-Marco, 1997, con referencias previas).

Otros fósiles cuya extensión abarca, en este caso, desde el Oretaniense superior al Dobrotiviense inferior (= Darriwiliense medio a superior de la escala global), se concentran principalmente en nódulos y en algunos fragmentos de areniscas finas. Los nódulos contienen trilobites: *Neseuretus tristani* (Brongniart), *Colpocoryphe* cf. *rouaulti* Henry, *Eodalmanitina* sp., *Ectillaenus* sp., *Nobiliasaphus* sp. e *Isabelinia?* sp. Los moluscos están representados por los bivalvos *Redonia deshaysi* Rouault (Fig. 4q) y *Praenucula* sp. (= *Deceptrix* n. sp. en Gutiérrez-Marco *et al.*, 1987); gasterópodos como *Sinuities* sp. (Fig. 3f), *Tropidodiscus* sp. y *Lophospira* sp., más el tergomiido *Tachillanella* sp. (Fig. 3d). En los nódulos se detectaron también restos del conularido *Exocoelaria* cf. *exquisita* (Barrande) (Figs. 3i-j), hiolítidos, braquiópodos linguláceos (*Schizocrania* sp.), crinoideos (morfotipos columnares "Pentastellacyclopa" y "Cyclocyclopa" según Gutiérrez-Marco *et al.*, 1987) y el icnofósil *Arachnostega* isp. (excavado en moldes internos

de *Sinuities*). Aunque el conjunto de formas identificadas abarca la amplia extensión cronoestratigráfica antes señalada, la presencia de cantos de arenisca del Dobrotiviense inferior está asegurada por los cistoideos diplopóridos *Calix* cf. *purkynei* Klouček (Fig. 3g) y *Batalleria?* sp. (Fig. 3h), restringidos a materiales de esta edad (Chauvel y Meléndez, 1986; Gutiérrez-Marco y Colmenar, 2011).

La asociación paleontológica siguiente corresponde al Dobrotiviense superior, y más concretamente a la Biozona de *Placoparia borni* de trilobites, en cuyo seno se verifica el tránsito del Darriwiliense (Ordovícico Medio) al Sandbiense (Ordovícico Superior) de acuerdo con la escala global (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002). Se trata de una lumaquela calcárea donde se han identificado los trilobites *Neseuretus tardus* Hamman (Figs. 4c-g), *Placoparia* (*Coplocoparia*) *borni* Hamman (Fig. 4k), *Iberocoryphe* n. sp. aff. *verneuli* Hamman (Figs. 4n-o) y *Crozonaspis* sp.; además de los braquiópodos *Heterorhina kerfornei* Mélo (Figs. 3k-l) y *Apollonorthis?* sp., restos de briozoos y crinoideos, cistoideos (*Calix* sp.) y moluscos gasterópodos (*Sinuities* sp., *Tritonophon* sp. -Fig. 3e-), bivalvos (*Cardiolaria?* sp.) y cefalópodos (Orthocerida indet.).

Por analogía con la sección de Villaharta (Córdoba, Matas *et al.*, 2014), entre los materiales del Ordovícico Medio debemos incluir también a los grandes bloques de areniscas micáceas cuajados de icnofósiles (*Planolites beverleyensis* Billings, Fig. 2a y 3n), que en aquella sección autóctona del Dominio de Obejo-Valsequillo, se hallan *in situ* y contienen cistoideos y trilobites del Dobrotiviense (aprox. Darriwiliense superior).

Ordovícico Superior

En el trabajo de campo se detectaron varias muestras con litologías que recuerdan considerablemente a las de ciertas unidades del Ordovícico Superior de la Zona Centroibérica, si bien tan sólo dos de ellas han podido ser datadas paleontológicamente. Se trata, en primer lugar, de los grandes bloques de dimensiones métricas formados por pizarras verdosas con nódulos, donde se hallaron los trilobites *Colpocoryphe grandis* Šnajdr (Figs. 4h-j) y *Dalmanitina?* sp., asociados al cistoideo rombífero *Rhombifera?* sp., en una asociación característica del Berouniense medio (aprox. Katiense 1 de la escala global). En segundo lugar, se sitúan los cantos de caliza gris con restos macroscópicos de briozoos, donde Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999) obtuvieron diversos conodontos del Ordovícico Superior, revisados aquí como *Icriodella* cf. *superba* Rhodes, *Scabbardella altipes* (Henningsmoen) y *Walliserodus* sp. En el residuo insoluble se aprecian además restos de briozoos, trilobites, braquiópodos, crinoideos y espículas de poríferos hexactinélidos.

Ludlow

De esta serie silúrica se testimonian pequeños bloques de caliza negra conteniendo cefalópodos (*Michelinoceras* cf. *micelini* (Barrande) y *Parakionoceras?* sp.), graptolitos indeterminables y el bivalvo *Cardiolaria docens* Ba-

rrande, que abunda en las calizas de la parte media del Ludlow (esencialmente Ludfordiense inferior) de todo el ámbito peri-gondwánico europeo y norteafricano (Kříž, 1979).

Pridoli

El Silúrico terminal se halla bien representado por numerosos cantos y bloques de caliza negra con cefalópodos, bivalvos y graptolitos. Los más frecuentes corresponden al Pridoli basal, determinado por los bivalvos *Cardiolinka bohémica* (Barrande) (Fig. 3m), *Dualina cf. longiuscula* (Barrande) y los graptolitos *Neocolonograptus parultimus* (Jaeger) y *N. ultimus* (Perner). Adicionalmente se identifican cefalópodos (*Michelinoceras* sp.) y trilobites (*Crotaloccephalus?* sp.). Las pruebas para la obtención de microfósiles brindaron ejemplares de muellerisféridos (= "mazueloides") en buen estado de preservación (Fig. 5u), ya mencionados por Gutiérrez-Marco *et al.* (2001: lám. 5, Fig. 9). A todo ello le unimos el posible registro de foraminíferos aglutinantes similares al textulariino *Bathysiphon?* sp. (Figs. 5r, t) y diversos conodontos: *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl) (elemento M, Fig. 5a), *Pseudooneotodus beckmanni* (Bischoff y Sannemann) (Figs. 5b-c), *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl) (elementos M, Pa, Sa, Sc y Pa; Figs. 5d-h respectivamente), *Oulodus?* sp. (elemento Sc, Fig. 5i), "*Ozarkodina?*" sp. A (elementos P, S y M; Figs. 5j-o, q, s) y fragmentos indeterminados de elementos ramiformes (Fig. 5p). La asociación de conodontos comprende especies con un rango estratigráfico amplio que abarca el Wenlock, Ludlow y Pridoli, por lo que no añade precisiones a la edad indicada por los graptolitos y bivalvos.

Los materiales silúricos más modernos están representados por otras calizas negras, esta vez del Pridoli superior, que contienen abundantes moluscos y raros ostrácodos bolbozoides. Entre los primeros se identifican los cefalópodos *Orthocycloceras fluminense* (Meneghini) [= "*Cycloceras*" *bohemicum* (Barrande)] y *Michelinoceras michelini* (Barrande), asociados a los bivalvos *Patrocardia evolvens* Barrande, *Patrocardia* sp. y *Leptodesma* sp.

Devónico Inferior

Aunque los fósiles devónicos no son el objeto del presente estudio, las debritas de Valsequillo incluyen cantos de areniscas con *Platyorthis* sp., un braquiópodo del Lochkoviense-Praguense, y también fragmentos de caliza con *Brachyspirifer* sp. y *Paulinella?* sp., del Praguense-Emsiense. Aparte hemos encontrado cantos de calizas encriníticas y de lumaquelas de bivalvos y crinoideos, que podrían representar otros horizontes devónicos, incluso más jóvenes que el Emsiense.

Encuadramiento litoestratigráfico

De acuerdo con Gutiérrez-Marco *et al.* (1997), las litologías y fósiles del Ordovícico Medio y Superior se corresponden con unidades típicamente centroibéricas, entre

las que podríamos citar a las Pizarras del Río para los cantos del Oretaniense inferior, a los niveles próximos al techo de la misma formación o a la base de las Pizarras Guindo para los nódulos y areniscas del Oretaniense superior-Dobrotiviense inferior, a la lumaquela del Dobrotiviense inferior presente en las Cuarcitas Botella, a las Pizarras Cantera para los nódulos del Berouniense medio, y a los Bancos Mixtos para las calizas con conodontos y briozoos del Berouniense medio o superior (nomenclatura litoestratigráfica de Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002 y Martínez Poyatos *et al.*, 2004b). Las Pizarras Cantera no son sólo identificables a través de los materiales fosilíferos, sino también a partir de los bloques de un hierro oolítico chamosítico y de un nivel removilizado con cantos blandos, que constituyen horizontes distintivos dentro de dicha unidad, y que fueron igualmente heredados en la sucesión olistostromática del Guadalme llato.

En cuanto a los materiales previos al Ordovícico Medio, las debritas con cantos de rocas metamórficas y cuarcitas, mencionadas por Cózar *et al.* (2004), podrían tener un origen ciertamente antiguo (Neoproterozoico-Cámbrico). Este sería muy anterior a los primeros fósiles representados en la ladera noroeste de la loma de Kilva, que corresponden a lumaquelas de edad Arenigiense superior, con asociaciones reelaboradas de conodontos de distintos horizontes del Arenigiense inferior y medio, así como del Tremadociense inferior o incluso del Furongiense (Cámbrico terminal). Ello plantea el grave problema señalado por Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999), de que niveles tan antiguos como los del Cámbrico terminal (posible) y Ordovícico basal (confirmados) no se hallan representados en la Zona Centroibérica. El descubrimiento del género *Hammannodus* revela, además, conexiones con una sucesión del Ordovícico Inferior más completa y de tipo Anti-Atlásico o de la *Montagne Noire* francesa, único lugar donde *Hammannodus* se conocía con anterioridad (Serpagli *et al.*, 2007). En la Zona Centroibérica, la transgresión ordovícica comienza en el Arenigiense y tiene un carácter somero con neto predominio arenoso, destacando la Cuarcita Armoricana y sus formaciones de base, que aparentemente faltan entre los cantos representados en la unidad olistostromática del Guadalme llato. La sucesión del Ordovícico Inferior en la Zona de Ossa Morena difiere bastante de la de la Zona Centroibérica, puesto que allí no llegaron a depositarse areniscas correlacionables con la Cuarcita Armoricana, ni tampoco hay evidencias de que la sedimentación ordovícica debutase antes del Tremadociense superior (Robardet y Gutiérrez-Marco, 2008). Por eso, los conodontos heredados de rocas del Furongiense (?) y Tremadociense inferior, detectados en las muestras estudiadas, son ciertamente enigmáticos. También por la continuidad aparente del registro estratigráfico en sectores próximos durante todo el Ordovícico Inferior (Tremadociense, Arenigiense inferior, medio y superior sin facies cuarcíticas, o incluso con los carbonatos que preservaron los conodontos reelaborados).

Llegados a este punto conviene rebatir dos posibles análogos de la Cuarcita Armoricana en el seno de la Zona de Ossa Morena, citados por algunos autores en el contexto de isocronías cuestionables de esta unidad, cuya práctica

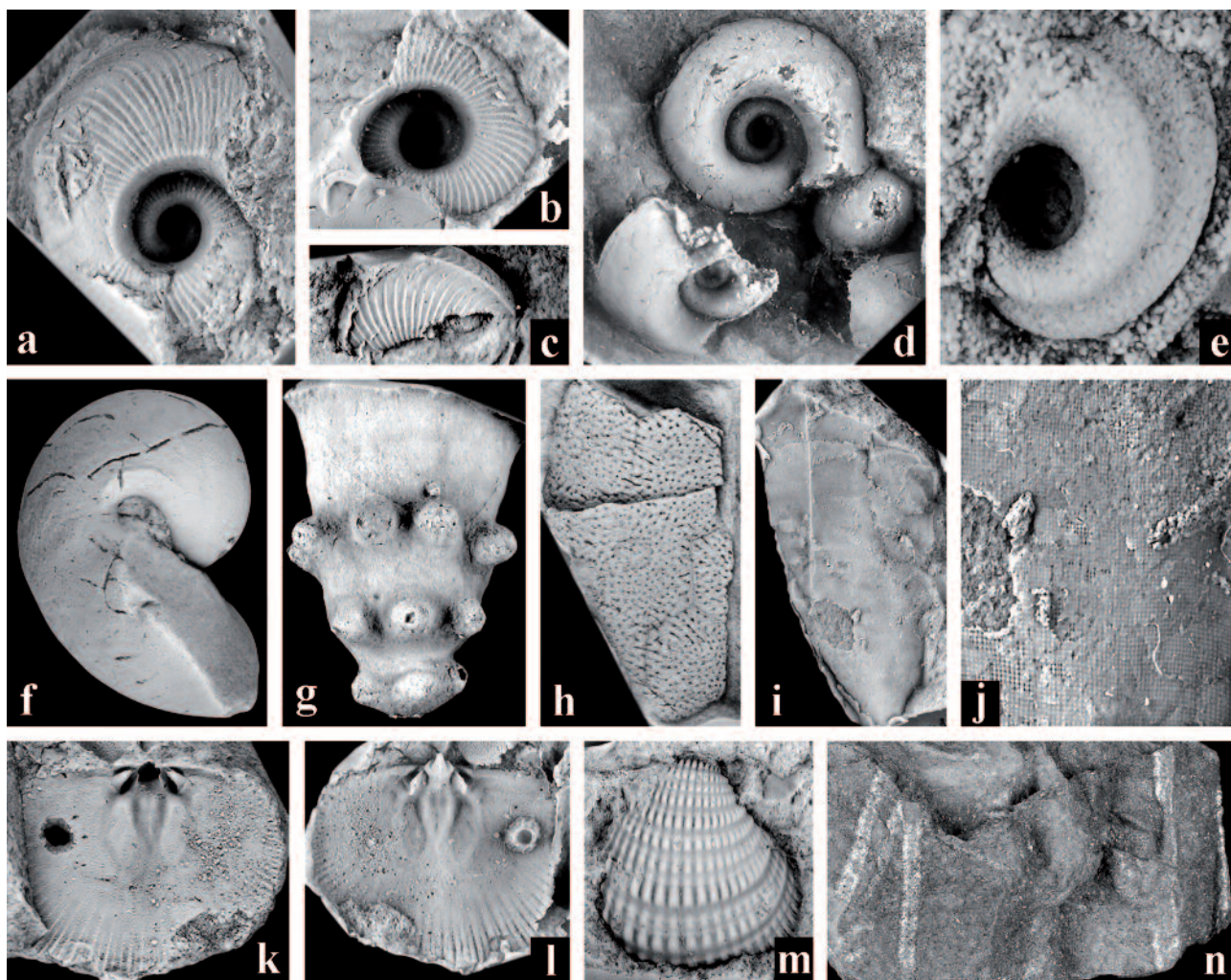


Fig. 3.- Algunos fósiles ordovícicos y silúricos procedentes de las debritas serpukhovienses del valle del Guadalmeallato, al noroeste de Adamuz (Córdoba): **a-c**, *Carcassonnella* cf. *courtessolei* (Yochelson), vaciados en látex de tres ejemplares (a, MGM-714-O, x 7; b, MGM-715-O, x 7 y c, MGM-716-O, x 5). El ejemplar c muestra la selenizona elevada con lúnulas bien marcadas.– **d**, *Tachillanella* sp., vaciados en látex de dos ejemplares, MGM-771-O (x 6).– **e**, *Tritonophon* cf. *peeli* Horný, molde interno de un ejemplar mal conservado donde se observa el lóbulo central y el lateral izquierdo, MGM-696-O (x 15).– **f**, *Sinuities* sp., molde interno en vista lateral oblicua, conservando vestigios de la musculatura umbonal, MGM-773-O (x 1,6).– **g**, *Calix* cf. *purkynei* Klouček, vaciado en látex de la región aboral de la teca mostrando ciclos regulares de tubérculos, MGM-718-O (x 1,7).– **h**, *Batalleria?* sp., molde interno de algunas placas mostrando diploporos y “canales suturales”, MGM-719-O (x 1,5).– **i-j**, *Exococonularia* cf. *exquisita* (Barrande), vaciado en látex de una cara con parte del margen apertural, MGM-772-O (i, x 2,7) y detalle de su ornamentación (j, x 10).– **k-l**, *Heterorthina kerfornei* Mérou, molde interno de una valva dorsal (k) y vaciado en látex del mismo (l), mostrando la cardinalia y detalles de la musculatura (MGM-691-O, ambas x 4).– **m**, *Cardiolinka bohémica* (Barrande), vaciado en látex de una valva, izquierda (MGM-87-S, x 2).– **n**, arenisca con *Planolites beverleyensis* (Billings), que resaltan por su relleno micáceo selectivo (MGM-775-O, x 1,7). Los ejemplares a-c son del Tremadociense superior o Arenigiense inferior; d, f-j, del Oretaniense superior o Dobrotiviense inferior; e, k-l, n, del Dobrotiviense superior; m, del Prídoli basal.

de “adaptarlas” a ciclos geodinámicos concretos genera graves errores, con referencia incluso a la Zona Centroibérica (ver discusión en Sá *et al.*, 2011). El primero de estos análogos y el más tradicional es la Cuarcita de Venta del Ciervo más su unidad conglomerática de base (Cañaveral de León, norte de Huelva), que Schneider (1939, 1951) interpretó como discordantes sobre los materiales cámbricos y Bege (1970) describió como asimilables a las facies de la Cuarcita Armoricana del resto de Iberia. Su datación ordovícica y la comparación del contacto basal con la Discordancia Sárdica (*s.l.*) fue defendida por Hernández Enrile y Gutiérrez Elorza (1968) y ha llegado con ciertas variaciones a nuestros días, en el sentido de que dicha discordancia

se asociaría más bien con el *breakup* o la transición *rift-drift* del Océano Rheico al margen pasivo Ordovícico-Devónico en la Zona de Ossa Morena (Quesada, 1991, 2006, 2013; López Guijarro *et al.*, 2007, 2008). Pero lo cierto es que la Cuarcita de Venta del Ciervo, considerada inicialmente como Tremadociense-Arenigiense, fue datada mediante acritarcos como del Cámbrico medio-superior (Mette, 1989). Esto se vio parcialmente confirmado por los circones derivados de una cinerita riolítica localizada en su parte superior (López Guijarro *et al.*, 2007, 2008) y cuya edad, próxima a los 489,5 Ma, resultaría relativamente tardía para la época Furongiense, ubicándose de modo orientativo hacia la parte inferior del todavía innominado piso

10 del Cámbrico. En cuanto a la presunta discordancia angular de base (en todo caso intracámbrica), la cartografía detallada de Mette (1987, a escala 1:10.000), sitúa a la Cuarcita de Venta del Ciervo más su conglomerado basal, en la parte superior de la Formación de Umbría-Pipeta (Cámbrico medio-superior), con cuya masa principal de vulcanitas ambos miembros se interdigitan y muestran un contacto gradual. La Cuarcita de Venta del Ciervo presenta, además, facies sedimentarias muy distintas de las que tipifican la Cuarcita Armoricana del suroeste de Europa, con cantos dispersos en los bancos masivos de cuarcita y tramos conglomeráticos y lutíticos rojizos de probable origen continental. Todo ello torna excesivamente simplista la consideración de un diacronismo en la transición *rift-drift* entre la Zona de Ossa Morena y la Zona Centroibérica (López-Guijarro *et al.*, 2008), a partir de una correlación tan laxa de las unidades implicadas. No sólo la Cuarcita de Venta del Ciervo no es el equivalente diacrónico de la Cuarcita Armoricana, sino que su contacto con la unidad ordovícica suprayacente implica una laguna estratigráfica de al menos 8 Ma (casi todo el Furongiense-10 y el Tremadociense inferior), dado que las Pizarras Barriga del Tremadociense superior, bien datadas mediante graptolitos y acritarcos, se apoyan de un modo erosivo y disconforme sobre la Cuarcita de Venta del Ciervo (Servais y Mette, 2000, con referencias previas).

Por lo que se refiere al segundo posible análogo de la Cuarcita Armoricana en la Zona de Ossa Morena, se trata de las llamadas Cuarcitas de Sierra Albarrana (Delgado Quesada, 1971), aflorantes cerca de El Cabril (Córdoba), al sur de la Falla de Azuaga (Azor *et al.*, 1991, 1992, 1994). Desde el punto de vista estratigráfico, las afinidades no son claras porque la unidad está intensamente afectada por deformación dúctil y metamorfismo, aunque el hecho de que su litología dominante sean las cuarcitas feldespáticas, la aleja de las ortocuarcitas puras del tipo Cuarcita Armoricana; si bien las aproxima a unidades previas a las mismas (de edad incierta en la transición Cámbrico-Ordovícico basal), superficialmente similares a las descritas por Herranz Araújo (1984, 1985) al sur de Don Benito (UTS Pz2 ó Pz3 en la nomenclatura de ese autor). De todos modos, el exíguo registro icnológico conocido en las Cuarcitas de Sierra Albarrana (Azor *et al.*, 1991; Marcos *et al.*, 1991) lo integran formas demasiado generalistas en ambientes marinos fanerozoicos, como para aportar evidencias positivas de su posible correlación con la Cuarcita Armoricana, ni siquiera a nivel de la estructura y evolución geológica regional (ver discusión de Ábalos y Eguíluz en Azor *et al.*, 1991).

Retomando el tema del presente artículo, del conjunto de la sucesión silúrica representada en el basamento de la plataforma misisípica del Guadiato, tan sólo nos queda el legado de diversos cantos de calizas negras con ortocerátidos y cardiólidos, representativos de tres horizontes del Ludlow medio y Prídoli (inferior y superior). Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999) relacionaron estas calizas silúricas con la “magnafacies hercínica”, que según ellos presentaría una mayor afinidad (“que no identidad”) con las sucesiones de tipo “ossa-morénico”. A nivel de la Península

Ibérica, las facies calcáreas del Ludlow y/o Prídoli se distribuyen preferentemente en Pirineos, Cadenas Costeras catalanas y Zona de Ossa Morena, así como en sectores puntuales del norte centroibérico (Moncorvo), del parautóctono galaico-transmontano y del Complejo Maláguide (Sarmiento *et al.*, 1999; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002, 2004; Piçarra *et al.*, 2006a, 2006b). Dentro de la “Unidad Parautóctona” del sur del Eje de Los Pedroches, se han localizado niveles de calizas silúricas en el afloramiento de Villaharta (Apalategui Isasa *et al.*, 1985) y en la sección del Puerto Calatraveño (Matas y Martín Parra, en prep.), que podrían correlacionarse con las estudiadas. No obstante, y pese a que en los sinclinales del Valle y Cerrón del Hornillo (norte de Sevilla) se han descrito niveles de calizas del Ludlow (Caliza de *Cardiola*) y Prídoli (Caliza de *Scyphocrinites*), tan sólo concuerda con nuestros datos la caliza negra del Ludlow, en tanto que la sucesión calcárea del Prídoli de la Zona de Ossa Morena se desarrolla en facies distintas. Éstas consisten en alternancias de calizas y margas ricas en equinodermos y braquiópodos: los cefalópodos sólo son frecuentes en los nódulos calizos intercalados en las Pizarras Graptolíticas Superiores (Robardet y Gutiérrez-Marco, 2004), y se desconocen facies de calizas negras en el Prídoli inferior.

Fig. 4.- Algunos fósiles del Ordovícico Medio y Superior de Adamuz (Córdoba), recogidos en las debritas serpuquhovienses del valle del Guadalquivir: **a-b**, *Didymograptus (Jenkinsograptus) spinulosus* Perner, rabdosomas piritizados conservando parte del relieve original: a, vaciado en látex de un rabdosoma en vista reversa, mostrando el desarrollo proximal de tipo isograptido, con un origen bajo de la teca 1¹ en la sícula (MGM-687-O, x 2); b, moldes internos de dos rabdosomas en vista anversa (arriba) y reversa (debajo), MGM-688-O, x 1,9.– **c-g**, *Neseuretus tardus* Hamman, cranidios en vistas lateral y dorsal (c-f) e hipostoma (g, MGM-689-O, x 2,6); el vaciado en látex del cranidio c y e muestra colonización por briozoos (MGM-690-O/a-1, x 2,7 y x 2, respectivamente), en tanto que el cranidio d y f es un molde interno (MGM-690-O/a-2 y MGM-690-O/b-2), x 2,8 y x 1,8, respectivamente.– **h-j**, *Colpocoryphe grandis* Šnajdr, tórax+pigídio en vista dorsal (h, MGM-692-O, x 1,5) y pigídio del mismo en vista ventral (i, x 1,8); j es un molde interno de cranidio (MGM-693-O, x 1).– **k**, *Placoparia (Coplacoparia) borni* Hamman, vaciado en látex de un pigídio (izquierda) y un cranidio (derecha), MGM-694-O, x 2,5.– **l-m**, *Salterocoryphe* n. sp. aff. *salteri* (Rouault), vaciado en látex de un cranidio (MGM-695-O) en vistas dorsal (l, x 4,1) y lateral (m, x 3).– **n-o**, *Iberocoryphe* n. sp. aff. *verneuili* Hamman, vaciado en látex de un pigídio (MGM-690-O/b-1) en vistas posterior (n, x 1,7) y dorsal (o, x 3,4).– **p**, hipostoma bifurcado de un asáfido del género *Nobiliasaphus* o *Isabelinia*, vaciado en látex del molde externo (MGM-697-O, x 1,8).– **q**, *Redonia deshaysi* Rouault, molde interno de la valva izquierda (MGM-698-O, x 3).– **r-s**, *Tolmachovia* n. sp., vaciado en látex de un molde externo (MGM-699-O) visto por su cara izquierda (r, x 3,3) y parte del molde interno del mismo ejemplar (s, x 4). Los ejemplares a-b y r-s corresponden a una asociación del Oretaniense inferior; los fotografiados en c-g, k y n-o pertenecen al Dobrotiviense superior; los h-j son del Berouniense medio, y el resto (l-m, p-q) del rango Oretaniense superior-Dobrotiviense inferior.

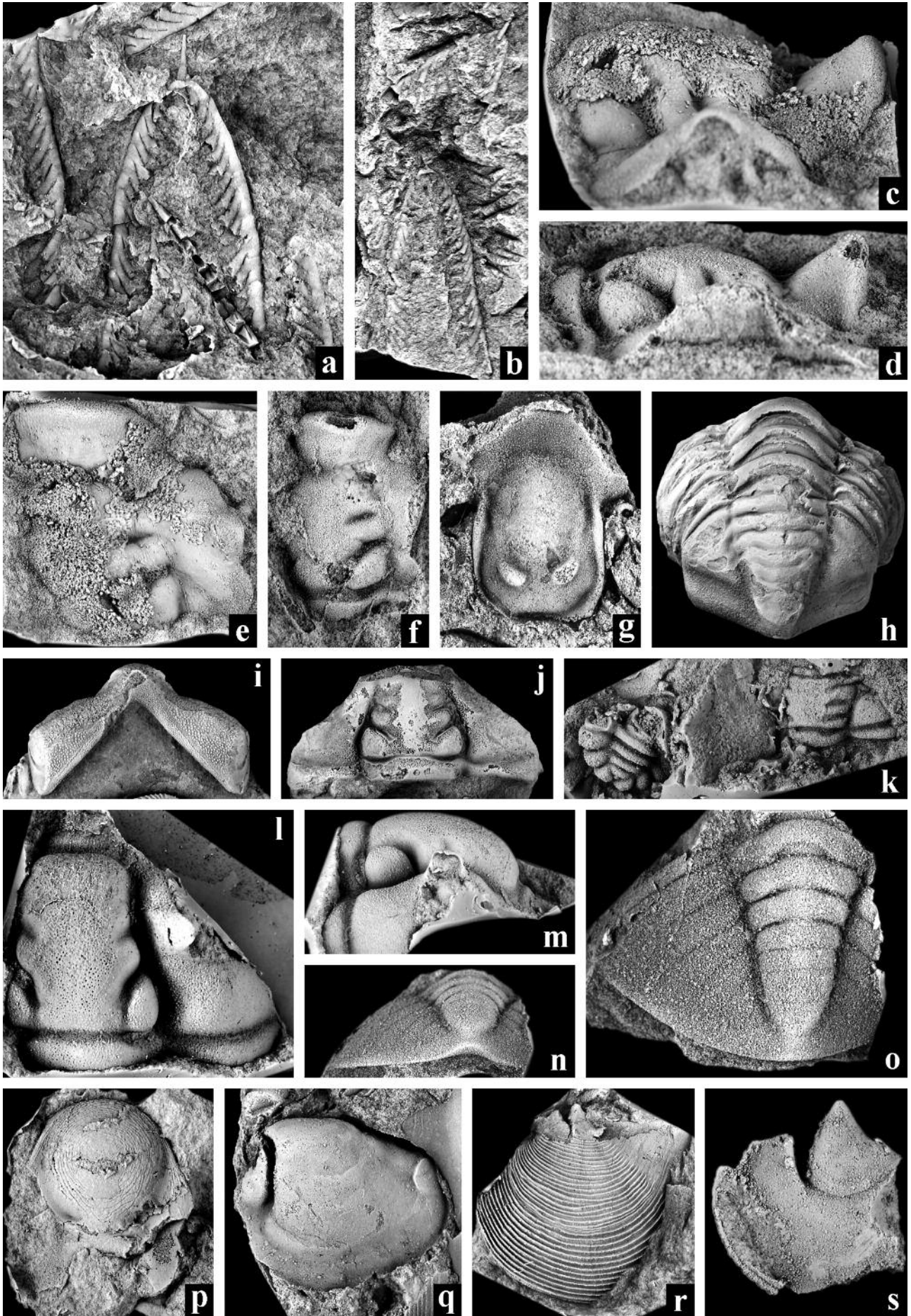


Fig. 4.

Por último y en lo que respecta a los braquiópodos del Devónico Inferior, las areniscas del Lochkoviense con *Platyorthis monnieri* (Rouault) parecen faltar tanto en la Zona Centroibérica meridional como en la de Ossa-Morena, aunque están bien representadas en afloramientos “parautóctonos” al sur del eje de Los Pedroches (Portalegre, Puerto Calatraveño), así como en diversas localidades del borde norte del Dominio del Olla de Sapo y en otros ámbitos ibero-armoricanos. Los materiales calcáreos del Praguense-Emsiense, con los géneros *Brachyspirifer* y *Paulinella?*, se encuentran difundidos tanto en la Zona Centroibérica meridional, como al sur del eje de Los Pedroches (Pardo Alonso, 2005; Rodríguez *et al.*, 2010), si bien se desconocen en la Zona de Ossa Morena propiamente dicha.

Contexto paleogeográfico precarbonífero

Gutiérrez-Marco *et al.* (1997) postularon que las asociaciones paleontológicas del Ordovícico Medio y Superior, encontradas en el área de Kilva, eran del todo compatibles con las conocidas al norte del Batolito de Los Pedroches, confirmando la inclusión del Dominio Obejo-Valsequillo (nombrado por Delgado-Quesada *et al.*, 1977) en el margen meridional de la Zona Centroibérica. Posteriormente, otros trabajos paleontológicos expresaron serias dudas sobre la adscripción centroibérica de parte de los cantos del Ordovícico Inferior, Silúrico e incluso Devónico, cuyas mayores afinidades podrían situarse en las sucesiones de la Zona de Ossa Morena u otras indefinidas (Sarmiento y Gutiérrez-Marco, 1999; Sarmiento *et al.*, 2011). No obstante, muchos autores contemporáneos mantienen la visión tradicional (Robardet, 1976) de que el Dominio Obejo-Valsequillo *sensu lato* pertenece al borde meridional de la Zona Centroibérica, incluso con referencia a las nuevas unidades “Parautóctona” y “Alóctona” que le son equivalentes. El marco conceptual del Dominio Obejo-Valsequillo se ha usado por varios autores de diferente manera; en este trabajo se utiliza en el sentido de Martín Parra *et al.* (2006) y Matas y Martín Parra (en prep.), donde comprende los materiales limitados al norte por la Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide) y al sur por la “Unidad Central”. Esta última fue propuesta por Azor (1994) y forma parte de la llamada Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba (Martínez Poyatos, 2002, con referencias previas).

Los modelos paleogeográficos vigentes para el Macizo Ibérico suelen considerar que la Zona de Ossa Morena y la Zona Centroibérica conformaban los sectores distales a proximales, respectivamente, de una misma plataforma marina perigondwánica (Quesada, 1991; Robardet, 2002), si bien algunos autores señalan su separación original, mediante un *rifting* Cámbrico-Ordovícico, del que nacería una exigua corteza oceánica con algunos retazos preservados en la “Unidad Central” (Azor *et al.*, 2004). Los movimientos relativos entre ambas zonas hasta finalizar el Paleozoico, implicaron varias fases de acreción tectónica, incluso con superposición de ciclos orogénicos (Herranz Araújo, 1985; Eguíluz *et al.*, 1999, 2000). De la sutura cadomiense sólo quedan restos de un arco volcánico que afloran al sur

del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico (sector de Mérida). El ciclo Varisco desarrolla varias fases, siendo su expresión última y más conspicua los grandes desgarramientos sinistros ocurridos durante el Misisípico (fallas de La Canaleja, de Espiel y de la Fundición). No obstante, López-Guijarro *et al.* (2008) defienden la completa afinidad isotópica de las rocas prevariscas de las zonas Centroibérica y Ossa Morena, basándose en estudios Sm-Nd, proponiendo que la acreción entre ambas zonas ya se habría completado en el Ediacárico (Orogenia Cadomiense), periodo a partir del cual “nunca se separaron sustancialmente”. Su conclusión es altamente cuestionable debido a evidencias significativas de tipo tectónico y estratigráfico, que revelan que la Zona de Ossa Morena y las unidades “Parautóctona” y “Alóctona” del Dominio Obejo-Valsequillo derivan de sectores situados mucho más al noroeste de su posición actual, que desplazaron en su transcurrancia sinistral general a todo el área emergida situada al sur, de donde procedían los aportes detríticos que alimentaron a la plataforma centroibérica. En este sentido, el trabajo de Brenchley *et al.* (1986) argumenta que en la posición del actual eje de Los Pedroches, y del Dominio Obejo-Valsequillo, estuvo la tierra firme de la que derivaron las arenas removilizadas por tormentas durante el Dobrotiviense. Este influjo tectónico se extendió varios cientos de kilómetros mar adentro, denotando la existencia de una importante área emergida, circundada por una plataforma muy somera y aplanada, con gradiente general inferior a un grado e inclinada hacia el norte y noreste actual (Brenchley *et al.*, 1986). La distribución y los condicionantes paleoecológicos de las biofacies ordovícicas, reconocidas en la región surcentroibérica, confirman también esta destacada conclusión (Hamman y Henry, 1978; Romano, 1982; Rábano, 1989).

Los datos geológicos actuales revelan que tanto el batolito de los Pedroches, como el Culm homónimo en su integridad, forman parte del Dominio Obejo-Valsequillo. El único elemento estructural que coincide con la posición del área emergida que alimentó a la plataforma centroibérica, actualmente obliterada por transcurrancia tectónica, es la Zona de Cizalla Puente Génave-Castelo de Vide, recientemente descrita, y que según Martín Parra *et al.* (2006) y

Fig. 5.- Algunos microfósiles silúricos de Adamuz (Córdoba): **a**, *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl), elemento M en vista lateral.— **b-c**, *Pseudooneotodus beckmanni* (Bischoff y Sanemann), vista superior oblicua y lateral respectivamente.— **d-h**, *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl): d, elemento M en vista lateral; e, elemento Pa en vista lateral; f, elemento Sa en vista posterior; g, elemento Sc en vista lateral interna; h, fragmento de un elemento Pa en vista lateral.— **i**, *Oulodus?* sp., elemento Sc en vista lateral interna.— **j-o, q, s**, “*Ozarkodina?*” sp. A: j, elemento Sa-Sb en vista posterior; k-m, elemento Pa en vista lateral, detalle de la parte anterior del mismo ejemplar mostrando la estriación de un denticulo, y vista lateral oblicua en la que se observa la cavidad basal; n-o, elementos Sb en vista lateral interna; q, elemento Sa; s, elemento Pb? en vista lateral.— **p**, forma indeterminada, fragmento de elemento ramiforme Sc?— **r-t**, foraminíferos textulariinos (*Bathysiphon?* sp.).— **u**, muellerisférido (= “mazueloide”) indet. La escala gráfica representa 100 micras, excepto en los ejemplares l y u (50 micras).

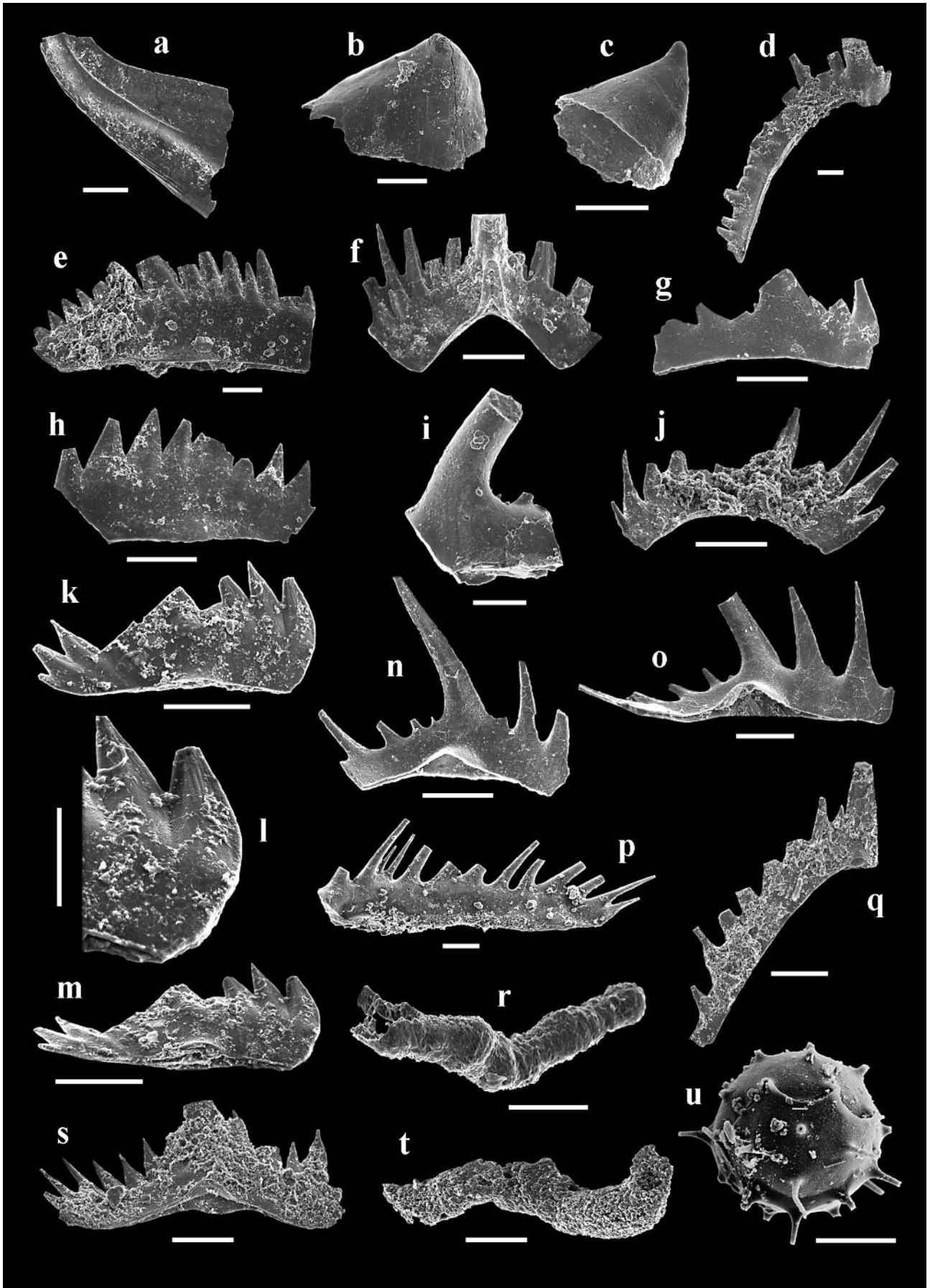


Fig. 5.

Matas y Martín Parra (en prep.) podría corresponder a un antiguo e importante “límite paleogeográfico” entre la región surcentroibérica típica (al norte) y el Dominio Obejo-Valsequillo (al sur).

La “hipótesis inmovilista” planteada por López-Guijarro *et al.* (2008) también choca con las evidencias tectonoestratigráficas y sedimentológicas aportadas por el estudio de las estrechas cuencas carboníferas con desarrollo del tipo *piggy back*, activas en el Misisípico y Pensilvánico. La más importante de ellas es la cuenca de Peñarroya-Belmez-Espiel que, según Wagner (1999, 2004, 2013), se estableció como una gran falla *strike-slip* intracontinental, con desplazamiento sinistro de unos 150 km durante el Pensilvánico. Para este autor, la adyacente banda Badajoz-Córdoba (“Unidad Central”) actuó como la placa activa que se movió hacia el sureste, provocando el hundimiento de una placa pasiva con rocas del Dominio Obejo-Valsequillo, en donde se acumularon los sedimentos westfalienses de Peñarroya. Sin embargo, este modelo coincide tan sólo en parte con los conocimientos actuales sobre la exhumación de la “Unidad Central”, que señalan una importante componente de desgarre sinistro en la fase de cabalgamiento del margen del Dominio Obejo-Valsequillo sobre la Zona de Ossa Morena, de cinemática ciertamente compleja (Azor *et al.*, 1994; Simancas *et al.*, 2001). En este sentido y a inicios del Pensilvánico, la Zona de Ossa Morena en su conjunto podría encontrarse bastante más al noroeste de su posición actual, viéndose afectada por numerosos movimientos transcurrentes sinistros (transpresivos y transtensivos), de orientación NO-SE, en numerosas bandas dentro de la propia Zona de Ossa Morena y del Dominio Obejo-Valsequillo, tanto en la fase mesodevónica como en el Carbonífero.

El problema del límite entre las Zonas Centroibérica y Ossa Morena parece haberse trasladado modernamente al gran accidente, la Falla del Matachel, que delimita por el noreste la llamada “Unidad Central”, dando por hecho que las unidades “Alóctona” y “Parautóctona” (antiguo Dominio Obejo-Valsequillo) forman parte indiscutible de la Zona Centroibérica, si bien con características estructurales diferentes (“unidad alóctona meridional” en Martínez Catalán *et al.*, 2004, y Martínez Poyatos *et al.*, 2004a, con referencias previas; “zona de transición” en Shaw *et al.*, 2014).

Aparte del estilo estructural distintivo del Dominio Obejo-Valsequillo (*sensu lato*), únicamente Herranz *et al.* (1999) y San José *et al.* (2004) apreciaron en el mismo la concurrencia de unas características estratigráficas y paleogeográficas, lo suficientemente importantes, como para justificar la introducción de una nueva división del Macizo Ibérico, a la que denominaron Zona Lusitano-Mariánica. Sin embargo, los límites propuestos por estos autores se hallan desactualizados, y hoy en día podrían asimilarse a la Zona de Cizalla Puente Génave-Castelo de Vide (por el norte) y a la Falla del Matachel (por el sur), en lugar de a una “críptica (...) barrera paleogeográfica (...) que actuó durante el Proterozoico más superior y gran parte del Cámbrico (...), intruída linealmente por el Batolito de Los Pedroches” y a la Falla de Malcocinado, respectivamente.

Para una gran mayoría de geólogos especializados en el Varisco peninsular, el Dominio Obejo-Valsequillo, con su redefinición de límites y la distinción en su seno de unidades alóctonas y parautóctonas, no sería más que una prolongación de la Zona Centroibérica al suroeste del Batolito de Los Pedroches. La región habría sido afectada por procesos de *rifting* e intrusiones precarboníferas, así como por la tectónica de margen activo que culminó en la subducción de la Zona de Ossa Morena bajo la “Centroibérica” (en realidad, tan sólo bajo el Dominio Obejo-Valsequillo). Lo que el modelo vigente no logra explicar fehacientemente, son las diferencias estratigráficas que todos los autores modernos reconocen al sur del eje de Los Pedroches, y que se cifran en la presencia de un basamento “de tipo ossa-morénico” (que incluye la Serie Negra, entre otras unidades), sobre el que descansa discordante un Paleozoico “de tipo centroibérico”. La concepción de este último se basa esencialmente en los notables afloramientos que presenta la Cuarcita Armoricana al sureste de Mérida, esencialmente en el sector Hornachos-Don Benito, y que alcanzan por el este el Puerto Calatraveño. También en la existencia de pizarras negras graptolíticas en el Silúrico y de calizas emsienses. Fuera del área mencionada, los limitados registros de unidades fosilíferas del Paleozoico inferior se dan en el afloramiento de Villaharta y en el Puerto Calatraveño (Pérez Lorente, 1979; Matas y Martín Parra, en preparación), a los que se suman los materiales resedimentados en las debritas y olistolitos del Carbonífero del Guadalmellato.

El detallado estudio estratigráfico de Herranz Araújo (1984, 1985) llevado a cabo en un amplio sector al sureste de Mérida muestra, contraviniendo la creencia generalizada, que la sedimentación ordovícica en dicha región tiene poco en común con el Dominio del Complejo Esquistograuváquico centroibérico. Ello se refiere particularmente al desarrollo de espesas sucesiones infra-Cuarcita Armoricana (hasta 2000 m al sur de Don Benito: UTS Pz2 en la nomenclatura de ese autor), con características similares a los grupos Ateca y de Los Cabos de la Zona Asturoccidental-leonesa, que se sedimentaron en fosas alargadas, de subsidencia anómala, y que yacen discordantes bajo un “Ordovícico basal” (UTS Pz3), de gran componente vulcanoclástica. La Cuarcita Armoricana propiamente dicha (base de Pz4-a) llega a apoyarse en leve discordancia sobre los conjuntos precedentes y progresa hacia el suroeste; sobre ella se sitúan en discontinuidad los materiales asignados al Ordovícico Medio-Superior, predominantemente arenosos en sus 150 m basales y sucedidos por un máximo de 500 m de pizarras ampelíticas sin fósiles, con intercalaciones aisladas de cuarcitas oscuras y raros lentejones de caliza, que difieren claramente de las sucesiones centroibéricas. No obstante, éstas reaparecen entre Villaharta, Puerto Calatraveño y el área fuente de las debritas carboníferas de Adamuz, únicos lugares donde las asociaciones paleontológicas son, en gran medida, comparables con las del Ordovícico Medio y Superior del área inmediatamente al norte de la cizalla Puente Génave-Castelo de Vide.

A diferencia de la Zona Centroibérica, las pizarras silúricas más antiguas reconocidas en el Dominio Obejo-Val-

sequillo nunca son anteriores al Wenlock, y en Alange las ampelitas graptolíticas del Gorstiense (Ludlow) se apoyan directamente sobre la Cuarcita Armoricana (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997), o bien sobre un dudoso equivalente anómalo de la Cuarcita del Criadero (Hirnantense-Aeroniense) desarrollado sobre la misma (Palacios Medrano *et al.*, 2010). Ambas alternativas implicarían amplias lagunas estratigráficas, desconocidas también en la Zona de Ossa Morena. Las intercalaciones calcáreas del Ludlow y Prídoli son frecuentes en los escasos afloramientos fosilíferos localizados en Villaharta, Puerto Calatraveño y a través de las debritas carboníferas de Adamuz. Dado que las calizas silúricas están ausentes en la Zona Centroibérica meridional, en un primer momento se interpretaron a las de Villaharta y Adamuz como indicadoras de afinidades con la Zona de Ossa Morena (Sarmiento y Gutiérrez-Marco, 1999; San José *et al.*, 2004). Pero los nuevos datos permiten descartarlas, porque las facies de calizas con escifocrioides no son coetáneas en ambas regiones, y además porque el registro de Adamuz implica una mayor y más estable deposición de calizas pelágicas negras que en los sinclinales del norte de Sevilla (ver Robardet y Gutiérrez-Marco, 2008).

A un nivel paleontológico de detalle, incluso entre los materiales fosilíferos más “centroibéricos” registrados en Adamuz, ninguna de las especies de trilobites, moluscos, braquiópodos, equinodermos, etc. se circunscribe en realidad a la Zona Centroibérica: casi todas se conocen también en las zonas Cantábrica, Asturoccidental-leonesa y Cordillera Ibérica, si bien por las facies resultan ser similares a las de unidades centroibéricas concretas (Pizarras del Río, Cuarcitas Botella, Pizarras Cantera, Bancos Mixtos). No obstante, en los materiales fosilíferos del Dobrotiviense de Adamuz se determinan por vez primera para España los géneros *Tachillanella* (un tergomiido -o “monoplacóforo”- cirtonélido) y *Tritonophon* (un gasterópodo bellerofontido, característicamente trilobulado). Ambos registros son congruentes con su presencia en otras áreas peri-gondwánicas, y el hallazgo de *Tritonophon cf. peeli* Horný en el Dobrotiviense superior de España precede ligeramente a la aparición de la especie en el Berouniense de Bohemia y el Anti-Atlas marroquí (Horný, 1997a, 1997b), algo similar a lo que se da en otras especies comunes con Bohemia durante el Ordovícico Medio y Superior (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999). Aún así, resulta extraño que ninguno de los dos taxones hubieran sido encontrados hasta la fecha en la Zona Centroibérica, donde el nivel de conocimientos es bastante razonable, de no ser que medie alguna circunstancia particular (ambiental o paleogeográfica), por el momento indeterminada. De un modo paradójico, el molusco rostroconcha encontrado en el Oretaniense de Adamuz (*Tolmachovia n. sp.*) difiere claramente de las formas centroibéricas del mismo género, pero resulta del todo comparable a los ejemplares ilustrados en la Zona de Ossa Morena por Gutiérrez-Marco *et al.* (1984, lám. 1, Figs. 16-17 y 19-20).

Por último, la mera extensión de la Cuarcita Armoricana a una parte del Dominio Obejo-Valsequillo, tampoco demuestra fehacientemente las afinidades centroibéricas que le son adjudicadas, en especial a su “Unidad Parautóctona”.

Las facies propias de la Cuarcita Armoricana se extienden más allá de la Zona Centroibérica (Zona Asturoccidental-leonesa, Cordillera Ibérica), reapareciendo también en la Zona Cantábrica, los Macizos Vascos y en diversos dominios armoricanos. Lo que sí resulta significativo es la ausencia de la unidad, que por lo general coincide con áreas y ambientes *offshore* dominados por una sedimentación arcillosa. Esto es lo que podría haber sucedido en el basamento de la plataforma viseense de la Cuenca del Guadiato, durante el Ordovícico Inferior y tal vez el Furongiense, tal y como lo demuestran los cantos de lumaquelas con mezcla de conodontos de al menos cinco asociaciones preexistentes en la zona. La reelaboración tafonómica de conodontos sigue procesos mal conocidos en la evolución de intraclastos dentro de una misma cuenca, involucrando generalmente la remoción de sedimentos condensados. El hecho ha sido constatado en numerosas áreas mundiales, con mezclas tafonómicas evidentes entre asociaciones “fantasma” procedentes de distintos niveles del Ordovícico o de varios sistemas paleozoicos, que en parte hemos logrado corroborar por nuestra propia experiencia (Bultynck y Sarmiento, 2003; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2007).

Si juzgamos los datos disponibles para todo el Dominio Obejo-Valsequillo, y descontando los importantes condicionantes tectónicos que deben mediar en ello, podríamos establecer unas tendencias generales para la sedimentación ordovícico-silúrica. Los sectores ubicados más al noroeste evidencian una sedimentación más somera en torno al tránsito Cámbrico-Ordovícico y a lo largo del Ordovícico Inferior, con surcos subsidentes donde se acumularon espesas sucesiones del tipo Los Cabos, seguidos por otros coetáneos de un vulcanismo ácido y de diferentes depocentros, que fueron recubiertos posteriormente por una Cuarcita Armoricana progradante hacia el suroeste, donde se hallarían las áreas más someras o emergidas de la plataforma. Esta unidad es posiblemente la única que llega a depositarse en el sector noroccidental y central (Portalegre, Hornachos-Calatraveño), en tanto que hacia el suroeste (Adamuz-Guadiato) debieron situarse los sectores más distales de una plataforma donde tuvo lugar una sedimentación bastante continua y condensada, probablemente con pelitas verdes y carbonatos pelágicos, entre el Furongiense y finales del Ordovícico Inferior. Las circunstancias cambiaron para el Ordovícico Medio, donde la parte central y oriental del territorio del Dominio Obejo-Valsequillo se someriza, hasta alcanzar características “centroibéricas”, en tanto que en la mitad occidental se diferencian nuevos surcos subsidentes con una sedimentación anómala y aparentemente profunda (alternativamente con estancamiento de masas de agua), dado que no llegan a establecerse comunidades bentónicas reconocibles, o éstas son sumamente escasas (São Mamede/Portalegre). A finales del Ordovícico y durante el Silúrico inferior, toda la región debió permanecer emergida, dada la falta de un registro estratigráfico equivalente, o la constatación de lagunas estratigráficas importantes (Silúrico superior disconforme sobre el Ordovícico Inferior y Medio). A partir del Wenlock la sedimentación se reanuda en ambientes mucho más profundos que los centroibéricos, que incluye el depósito de calizas pelágicas más extensas y

continuas que las de Ossa Morena. El Devónico Inferior supone un retorno a los ambientes someros generalizados, con una “laguna mesodevónica” diacrónica en relación a la de la Zona Centroibérica (Herranz Araújo, 1985), y un Devónico Superior discordante, que alcanza características pelágicas y profundas en el área de Alange (Racheboeuf *et al.*, 1986).

De todos modos, aún existen autores que continúan considerando al Dominio Obejo-Valsequillo como parte integral de la Zona de Ossa Morena, por la simple extensión de la “Serie Negra” a su basamento preordovícico (Apalategui Isasa, 2013). Y en algunas de las reconstrucciones paleogeográficas más modernas se siguen representando unidas todas las zonas del Macizo Ibérico ya para el Ordovícico Inferior, pero esta vez con una disposición geográfica invertida frente a la actual y con notables errores en su correlación armoricana (Torsvik y Cocks, 2011, Fig. 6; 2013a, 2013b). Éste y otros muchos modelos contemporáneos, simplemente ignoran las restricciones paleobiogeográficas largamente impuestas por las faunas paleozoicas (Robardet, 2002).

Conclusiones

Los cantos y bloques del Paleozoico pre-Carbonífero, identificados en el olistostroma serpukhoviense del valle del Guadalquivir, revelan la denudación progresiva del basamento paleozoico subyacente a la plataforma viseense, en un área limítrofe con la Cuenca Carbonífera del Guadiato, y la sedimentación de sus detritos al estilo “montaña invertida”, en facies lutíticas de talud, incorporados a las coladas gravitatorias como debritas o como bloques, mezclados con los olistolitos viseenses.

Los clastos de rocas precarboníferas documentan el registro fosilífero de 15 niveles del ¿Cámbrico? (un posible Furongiense detectable mediante elementos reelaborados), Ordovícico (Tremadociense inferior, Arenigiense inferior, medio y superior, Oretaniense inferior, Oretaniense superior a Dobrotiviense inferior, Dobrotiviense superior, Berrouniense inferior y medio), Silúrico (Ludlow medio, Pridoli inferior y superior) y Devónico Inferior (Lochkoviense-Praguense y Praguense-Emsiense).

Las afinidades paleobiogeográficas de las distintas asociaciones tienen un marcado influjo centroibérico tan sólo durante el Ordovícico Medio y Superior, en tanto que los fósiles y biofacies del Ordovícico Inferior y Silúrico corresponden a áreas y ambientes de escasa o nula correlación con las sucesiones conocidas en la Zona de Ossa Morena o en la Zona Centroibérica. Los resultados preliminares para los fósiles del Devónico Inferior muestran vínculos con otras áreas del Dominio Obejo-Valsequillo, aunque para el Emsiense se atisban características comunes con la Zona Centroibérica. De todos modos, el gradiente general de profundización de la plataforma precarbonífera (si se la supusiera única) sería hacia el este o sureste, nunca hacia el norte o noreste como en la plataforma centroibérica.

El problema fundamental estriba en que el área objeto de estudio se localiza en un sector considerado, casi unáni-

memente, como integrante del borde sur de la Zona Centroibérica, aunque con particularidades tectónicas diferenciales (unidades “alóctona” y “parautóctona”, o bien “unidad alóctona meridional” -de la Zona Centroibérica-). Sin embargo, su posición paleogeográfica dista de ser la original con relación a la Zona Centroibérica y, tras la acreción varisca, en su conjunto forma una “cuña” tectónica múltiple, diferenciada entre las auténticas zonas Centroibérica y Ossa Morena.

El contexto estratigráfico del olistostroma serpukhoviense del valle del Guadalquivir, guarda ciertas similitudes con el de otros depósitos sintectónicos variscos, tanto del Devónico como del Carbonífero inferior europeo. Todos ellos contienen cantos y bloques derivados de sucesiones fosilíferas ordovícico-devónicas, o de unidades metamórficas preordovícicas, cuyos orígenes paleogeográficos no resultan fáciles de establecer y en muchos casos continúan siendo enigmáticos. Nos referimos, entre otros ejemplos, a los olistostromas o *mélanges* tectónicas del Carbonífero inferior desarrollados en torno a la rama septentrional de la Zona de Cizalla Sur-Armoricana donde, junto a retazos de unidades fosilíferas de afinidades centroarmorianas, concurren notables olistolitos (o bloques tectónicos), con facies y faunas ordovícico-devónicas de tipo “bohemo-hercínico”, en gran parte exóticos al Macizo Armoricano (Dubreuil, 1987; Shelley y Bossière, 2001). También tenemos el ejemplo del *wildflysch* del Viseense superior del extremo suroccidental de la *Montagne Noire* francesa (*Écailles de Cabrières*), que incluye grandes olistolitos del Ordovícico y Silúrico derivados de un área fuente desconocida *in situ*, si bien caracterizan una sucesión más continua y pelágica que la que aflora en los restantes mantos meridionales de la *Montagne Noire* (Engel *et al.*, 1981; Nysæter *et al.*, 2002). En las zonas externas ubicadas al sur del Frente de Deformación Varisco (y al norte de la sutura del Rheico), es bien conocida la existencia de bloques extracuenca, con fósiles representativos de una plataforma somera ordovícico-devónica de raíces armoricanas (o gondwanienses *sensu lato*), que se incorporaron al margen sur de Avalonia/Laurasia en el seno de olistostromas o brechas tectónicas durante el Devónico-Carbonífero. Esto sucede tanto en la región de Cornualles (Gran Bretaña), ubicada al norte de la sutura de Lizard (Holder y Leveridge, 1986; Strachan *et al.*, 2013), como en la franja Renano-hercínica de Alemania (Erdtmann, 1991; Oczlon, 1994; Huc-kriede *et al.*, 2004).

En definitiva, las afinidades paleobiogeográficas de los materiales fosilíferos del Paleozoico Inferior, registrados en el olistostroma carbonífero del Guadalquivir (sinclinal de Kilva), así como en otras unidades sintectónicas variscas a escala del suroeste de Europa, denotan una historia precarbonífera más compleja aún que la estimada por los modelos generalistas más actuales (por ejemplo, Martínez Catalán, 2012; Martínez Catalán *et al.*, 2013; Shaw *et al.*, 2014), donde posiblemente faltan por caracterizar muchas piezas antes de poder completar el “puzzle” paleogeográfico. En este sentido, las evidencias sedimentarias y paleontológicas sitúan al borde meridional de la Zona Centroibérica (y del Arco Centroibérico) al norte del Culm

de Los Pedroches, e indican que el Dominio Obejo-Valsequillo, bajo el que subdujo la Zona de Ossa Morena, ocupa en la actualidad una posición muy diferente a la que tuvieron estos mismos terrenos en tiempos prevariscos. Ninguna de las reconstrucciones actuales considera el hecho de que la Zona Centroibérica limitaba por el sur con una importante área emergida, tal vez del mismo borde de Gondwana, lo que apoya la existencia de megatranscurrencias tectónicas, del orden de centenares a miles de kilómetros, como las que han sido enunciadas para otras partes del mismo orógeno (Shelley y Bossière, 2001).

Agradecimientos

Los autores agradecen a Francisco Arenas Fernández e Ildefonso Hoyo Lozano (Córdoba), así como a Enrique Bernárdez Rodríguez (Copiapó, Chile) y a Michel Robardet (Betton, Francia), por su ayuda en el trabajo de campo; a Jirí Kříž (Praga) por la identificación de los bivalvos silúricos; a María Luisa Canales (Madrid) por su asesoramiento en los foraminíferos, y a Carlos Alonso (Madrid) por las fotografías. Nuestros compañeros Jerónimo Matas y Luis Miguel Martín Parra (IGME, Madrid) estimularon una discusión fructífera sobre las implicaciones de los resultados paleontológicos. Finalmente, Gabriel Gutiérrez-Alonso (Salamanca) y un revisor anónimo, introdujeron observaciones relevantes al manuscrito, que mejoraron apreciablemente su contenido. Este artículo es una contribución al proyecto CGL2012-39471, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, y se inscribe también en el proyecto IGCP 591 del Programa Internacional de Geociencias (IUGS-UNESCO).

Bibliografía

- Apalategui Isasa, O. (2013): Procesos ibéricos en la ZOM. *Tierra y Tecnología*, 43: 35-40.
- Apalategui Isasa, O., Borrero Domínguez, J., Delgado Quesada, M., Roldán García, F.J., Sánchez Carretero, R., Garrote, A., Higuera Higuera, P., Liñán, E. y Palacios Medrano, T. (1985): *Mapa y Memoria de la Hoja nº 901 (Villaviciosa de Córdoba) del Mapa Geológico de España E. 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 66 pp.
- Armendáriz Dufur, M. (2009): *Génesis y evolución tectonoosedimentaria de la parte meridional de la cuenca mississippiense de Los Pedroches (SO del Macizo Ibérico): implicaciones paleogeográficas*. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie Tesis Doctorales, 18: 1-452.
- Armendáriz, M., López-Guijarro, R., Quesada, C., Pin, C. y Bellido, F. (2008): Genesis and evolution of a syn-orogenic basin in transpression: Insights from petrography, geochemistry and Sm-Nd systematics in the Variscan Pedroches basin (Mississippian, SW Iberia). *Tectonophysics*, 461 (1-4): 395-413.
- Azor, A. (1994): Evolución tectonometamórfica del límite entre las Zonas Centroibérica y de Ossa-Morena (Cordillera Varisca, SO de España). Tesis Doctoral, Univ. de Granada, Facsimil publicado en 1997 por la Facultad de Ciencias, 295 pp.
- Azor, A., González Lodeiro, F., Marcos, A. y Simancas, J.F. (1991): Edad y estructura de las rocas de Sierra Albarrana (SW del Macizo Hespérico). Implicaciones regionales. *Geogaceta*, 10: 119-124 (incluye discusión de B. Ábalos y L. Eguíluz, y réplica de los autores).
- Azor, A., González Lodeiro, F., Marcos, A. y Simancas, J.F. (1992): Structuration hercynienne de la région de la Sierra Albarrana: conséquences sur l'évolution de la Zone de Cisaillement Bazajoz-Córdoba (Sud-Ouest de la Péninsule Ibérique). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris [2]*, 314: 195-201.
- Azor, A., González Lodeiro, F. y Simancas, J.F. (1994): Tectonic evolution of the boundary between the Central Iberian and Ossa-Morena zones (Variscan belt, southwest Spain). *Tectonics*, 13 (1): 45-61.
- Azor, A., Expósito, I., González Lodeiro, F., Simancas, J.F. y Martínez Poyatos, D. (2004): Propuesta de un modelo evolutivo para la Zona de Ossa-Morena. En: *Geología de España*. (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid. 188-189.
- Bege, V. (1970): *Der Armorikanische Quarzit in Spanien (Paläogeographie, Facies und Sedimentation des tieferen Ordoviziums)*. Dissertation der Naturwissenschaftlichen Gesamtfacultät der Ruprecht-Karl-Universität zu Heidelberg, 106 pp. (iné-dita).
- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C. y Dronov, A.V. (2009): The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy. *Lethaia*, 42 (1): 97-107.
- Brenchley, P.J., Romano, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (1986): Proximal and distal Hummocky cross-stratified facies on a wide Ordovician Shelf in Iberia. En: *Shelf Sands and Sandstones*, (R.J. Knight y J.R. McLean, Eds.). Canadian Society of Petroleum Geologists, Calgary, Memoir 11: 241-255.
- Bultynck, P. y Sarmiento, G.N. (2003): Reworked Ordovician and autochthonous Siluro-Devonian conodonts from Khemis-n'Ga (Moroccan Meseta) –Depositional, environmental and palaeogeographic implications. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 242: 257-283.
- Chauvel, J. y Meléndez, B. (1986): Note complémentaire sur les échinodermes ordoviciens de Sierra Morena. *Estudios Geológicos*, 42: 451-459.
- Cózar, P., Rodríguez, S. y Mas, R. (2004): Análisis sedimentológico y bioestratigráfico de afloramientos del Serpujoviense inferior (Mississippiense) en las proximidades de Adamuz (Córdoba, SO de España). *Coloquios de Paleontología*, 54: 115-130.
- Cózar, P., Somerville, I.D., Rodríguez, S., Mas, R. y Medina-Varea P. (2006): Development of a late Viséan (Mississippian) mixed carbonate/siliciclastic platform in the Guadalquivir Valley (southwestern Spain). *Sedimentary Geology*, 183: 269-295.
- Delgado Quesada, M. (1971): Esquema geológico de la Hoja nº 878 de Azuaga (Badajoz). *Boletín Geológico y Minero*, 82 (3-4): 277-286.
- Delgado-Quesada, M., Liñán, E., Pascual, E. y Pérez-Lorente, F. (1977): Criterios para la diferenciación de dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geologica*, 12: 75-90.
- Dubreuil, M. (1987): Le bassin en décrochement de Saint-Julien-de-Vouvantes-Angers (Carbonifère inférieur du Sud-Est du Massif armoricain). *Bulletin de la Société Géologique de France [8]*, 3 (2): 215-221.
- Eguíluz, L., Gil Ibarra, J.I., Ábalos, B. y Apraiz, A. (2000): Superposed Hercynian and Cadomian orogenic cycles in the Ossa-Morena Zone and related areas of the Iberian Massif. *GSA Bulletin*, 112 (9): 1398-1413.

- Eguíluz, L., Ordóñez Casado, B., Gil Iburguchi, J.I., Apraiz, A. y Ábalos, B. (1999): Superposición de ciclos orogénicos: el ejemplo de la Zona de Ossa-Morena (Macizo Ibérico). *Trabajos de Geología*, Oviedo, 21: 79-85.
- Engel, W., Feist, R. y Franke, W. (1981): Le Carbonifère anté-stéphanien de la Montagne Noire: rapports entre mise en place des nappes et sédimentation. *Bulletin du BRGM [2], section 1*, 4: 341-389.
- Erdtmann, B.-D. (1991): The post-Cadomian Early Palaeozoic tectonostratigraphy of Germany (Attempt at an analytical review). *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 114 (1): 19-43.
- Gutiérrez-Marco, J.C. (1997): *Tolmachovia babini* nov. sp., nuevo ribeiroide (Mollusca, Rostroconchia) del Ordovícico Medio de la Zona Centroibérica Española. *Geobios-Mémoire Spécial*, 20: 291-298.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Colmenar, J. (2011): Biostratigraphy of the genus *Calix* (Echinodermata, Diploporita) in the Middle Ordovician of the southern Central Iberian Zone (Spain). En: *Ordovician of the World*, (J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano y D. García-Bellido, Eds.). Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 14: 189-197.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Apalategui, O. y Rábano I. (1987): Fósiles ordovícicos del NO de Adamuz (Córdoba): aportación paleobiogeográfica a la concepción del límite entre las Zonas Centroibérica y Ossa-Morena durante el Paleozoico. *Geogaceta*, 3: 22-24.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Porro Mayo, T., Herranz Araújo, P. y García Palacios, A. (1997): Dos nuevos yacimientos con graptolitos silúricos en la región de Alange (Badajoz). *Geogaceta*, 21: 131-133.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y Robardet, M. (1984): Estudio bioestratigráfico del Ordovícico del sinclinal del Valle (prov. de Sevilla, SO de España). *Memórias e Notícias, Universidade de Coimbra*, 97: 1-37.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sarmiento, G.N., Aceñolaza, G.F., San José, M.A., Pieren, A.P., Herranz, P., Couto, H.M. y Piçarra, J.M. (1999): Faunal dynamics between Iberia and Bohemia during the Oretanian Oretanian and Dobrotivian (late Middle-earliest Upper Ordovician), and biogeographic relations with Avalonia and Baltica. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica*, 43 (1-2): 487-490.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sarmiento, G.N. y Robardet, M. (2001): Fósiles del Silúrico español. En: *Memorias de las VII Jornadas Aragonesas de Paleontología. "La Era Paleozoica. El Desarrollo de la Vida Marina"*. Institución "Fernando El Católico", Excma. Diputación de Zaragoza. 95-123.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araújo, P. y Pieren Pidal, A.P. (2002): Ordovician. Chapter 4 En: *The Geology of Spain*, (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). The Geological Society, London. 31-49.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sá, A.A. y Rábano, I. (2008): Ordovician time scale in Iberia: Mediterranean and global correlation. En: *Development of Early Paleozoic biodiversity: role of biotic and abiotic factors, and event correlation*. KMK Scientific Press, Moscow. 46-49.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N., Robardet, M., Rábano, I. y Vaněk, J. (2001): Upper Silurian fossils of Bohemian type from NW Spain and their palaeogeographical interest. *Journal of the Czech Geological Society*, 46 (3-4): 247-258.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N. y Gómez-González, C. (2007): First Ordovician conodonts from Colombia. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (Suppl.): 170-175.
- Hammann, W. (1983): Calymenacea (Trilobita) aus dem Ordovizium von Spanien; ihre Biostratigraphie, Ökologie und Systematik. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 542: 1-177.
- Hammann, W. y Henry, J.-L. (1978): Quelques espèces de *Calymenella*, *Eohomalonotus* et *Kerforrella* (Trilobita, Ptychopariida) de l'Ordovicien du Massif Armoricaín et de la Péninsule Ibérique. *Senckenbergiana lethaea*, 59: 401-429.
- Hernández Enrile, J.L. y Gutiérrez Elorza, M. (1968): Movimientos caledónicos (fases salaírica, sárdica y érica) en Sierra Morena occidental. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 66: 21-28.
- Hernández Sampelayo, P. (1942): Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España, Tomo II. El Sistema Siluriano. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 45: 1-592 (fascículo 1), 595-848 (fascículo 2).
- Herranz Araújo, P. (1984): Las discontinuidades estratigráficas principales en el sector central del NE de "Ossa-Morena": rango y significado tectosedimentario. *Memórias e Notícias, Universidade de Coimbra*, 97: 51-80.
- Herranz Araújo, P. (1985): El Precámbrico y su cobertera paleozoica en la región centro-oriental de la provincia de Badajoz. *Seminarios de Estratigrafía UCM, serie Monografías*, 10 (1-4): 1-1342.
- Herranz, P., Pieren, A.P. y San José, M.A. de (1999). El área "Lusitano-Mariánica" como una nueva Zona del Macizo Hespérico. Argumentos estratigráficos. En: *Actas XV Reunión de Geología del Oeste Peninsular & International Meeting on Cadomian Orogens, IGCP 376*. Diputación de Badajoz: 133-139. [Resumen en inglés: The Lusitanian-Marianic area as a new zone of the Hesperian Massif. Stratigraphic arguments. *Journal of Conference Abstracts*, 4 (3): 1012-1013].
- Holder, M.T. y Leveridge, B.E. (1986): A model for the tectonic evolution of south Cornwall. *Journal of the Geological Society, London*, 143: 125-134.
- Horný, R.J. (1997a): Circumbilical retractor muscle attachment area in the Ordovician trilobed bellerophonacean gastropod *Tritonophon peeli* sp. n. (Mollusca). *Věstník Českého Geologického Ústavu*, 72 (4): 333-338.
- Horný, R.J. (1997b): Ordovician Tergomya and Gastropoda (Mollusca) of the Anti-Atlas (Morocco). *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Natural History*, 53 (3-4): 37-78.
- Huckriede, H., Wenmer, K. y Ahrendt, H. (2004): Palaeogeography and tectonic subsidence of allochthonous units in the German part of the Rheno-Hercynian Belt (Central European Variscides). *International Journal of Earth Sciences*, 93: 414-431.
- Jensen, S., Palacios, T. y Eguíluz, L. (2004): Cambrian ichnofabrics from the Ossa Morena and Central Iberian zones: preliminary results. *Geo-Temas*, 6 (2): 291-293.
- Kříž, J. (1979): Silurian Cardiolidae (Bivalvia). *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, 22: 5-157.
- López-Guijarro, R., Quesada, C., Fernández-Suárez, J., Jeffries, T. y Pin, C. (2007): Age of the rift-drift transition of the Rheic Ocean in the Ossa Morena Zone: K-bentonite in the Early Ordovician succession at "Venta del Ciervo". En: *The rootless Variscan suture of NW Iberia (Galicia, Spain). Abstracts and Programme IGCP-497 Meeting, The Rheic Ocean: Its origin, evolution and correlatives*, (R. Arenas, J.R. Martínez Catalán, J. Abati y J. Sánchez Martínez, Eds.). Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 142-143.
- López-Guijarro, R., Armendáriz, M., Quesada, C., Fernández-Suárez, J., Murphy, J.B., Pin, C. y Bellido, F. (2008): Ediacaran-Palaeozoic evolution of the Ossa Morena and Central

- Iberian zones (SW Iberia) as revealed by Sm-Nd isotope systematics. *Tectonophysics*, 461 (1-4): 202-214.
- Maass, R. (1958): *Stratigraphie und Tektonik im Raum nordöstlich von Córdoba*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 201 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42: 43-49, Anlage 14].
- Maass, R. (2008): Stratigraphy and tectonics in the northeast of Córdoba – a re-appraisal of its geological evolution. En: *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal*, (J.F. von Raumer, Ed.). Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36: 73-80.
- Mallada, L. (1896): Explicación del Mapa Geológico de España. Tomo II. Sistemas Cambriano y Siluriano. *Memoria de la Comisión del mapa Geológico de España*, 20: 1-515.
- Marcos, A., Azor, A., González Lodeiro, F. y Simancas, J.F. (1991): Early Phanerozoic trace fossils from the Sierra Albarra Quartzites (Ossa Morena Zone, Southwest Spain). *Scripta Geologica*, 97: 47-53.
- Martín Parra, L.M., González Lodeiro, F., Martínez Poyatos, D. y Matas, J. (2006): The Puente Génave-Castelo de Vide Shear Zone (southern Central Iberian Zone, Iberian Massif): geometry, kinematics and regional implications. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 177 (4): 191-202.
- Martínez Catalán, J.R. (2012): The Central Iberian arc, an orocline centered in the Iberian Massif and some implications for the Variscan Belt. *International Journal of Earth Sciences*, 101 (5): 1299-1314.
- Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D. y Bea, F. (2004): Zona Centroibérica. Introducción. En: *Geología de España*, (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, Madrid. 68-69.
- Martínez Catalán, J.R., Rubio Pascual, F.J., Díez Montes, A., Díez Fernández, R., Gómez Barreiro, J., Dias da Sliva, Í., González Calvijo, E., Ayarza, P. y Alcock, J.E. (2014): The late Variscan HT/LP metamorphic event in NW and Central Iberia: relationships to crustal thickening, extension, orocline development and crustal evolution. En: *The Variscan Orogeny: extent, timescale and the formation of the European crust*, (K. Schulmann, J.R. Martínez Catalán, J.M. Lardeaux, V. Janousek y G. Oggiano, Eds.). Geological Society, London, Special Publications, 405, publicación avanzada online (DOI 10.1144/SP405.1).
- Martínez Poyatos, D.J. (2002): *Estructura del borde meridional de la Zona Centroibérica y su relación con el contacto entre las zonas Centroibérica y de Ossa-Morena*. Ediciós do Castro, A Coruña, serie Nova Terra, 18, 295 pp.
- Martínez Poyatos, D., Díez Balda, M.A., Macaya, J., González Lodeiro, F., Martínez Catalán, J.R. y Vegas, R. (2004a): El acortamiento varisco inicial (Zona Centroibérica, Estructura). En: *Geología de España*, (J.A. Vera, Ed.). Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 84-87.
- Martínez Poyatos, D., Gutiérrez-Marco, J.C., Pardo Alonso, M.V., Rábano, I. y Sarmiento G. (2004b): La secuencia paleozoica postcámbrica (Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico). En: *Geología de España*, (J.A. Vera, Ed.). Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 81-83.
- Matas, J. y Martín Parra (en prep.): *Hoja y Memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:200.000 (MAGE200), Hoja nº 69 (Pozoblanco)*. IGME.
- Matas, J., Martín Parra, L.M. y Montes Santiago, M.J. (2014): Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico inferior en la cuenca carbonífera del Guadalmellato (Córdoba). Parte I: Estratigrafía y marco geodinámico varisco. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27(1): 11-26.
- Mette, W. (1987): *Geologische und biostratigraphische Untersuchungen im Altpaläozoikum westlich von Cala/westliche Sierra Morena (Prov. Huelva, Spanien) (Kartenblatt 918, Santa Olalla del Cala)*. Diplomarbeit der Institut und Museum für Geologie und Paläontologie der Georg-August-Universität zu Göttingen, xxi+174 pp. (inédito).
- Mette, W. (1989): Acritarchs from Lower Paleozoic rocks of the western Sierra Morena, SW-Spain and biostratigraphic results. *Geologica et Palaeontologica*, 23: 1-19.
- Murchison, R.I. (1850): Notice on the Geological Structure of Spain, to explain an Outline General Map of the Peninsula. By M.E. de Verneuil. *Report of the 20th meeting of the British Association*, 108: 1-4.
- Nysæter, E., Torsvik, T.H., Feist, R., Walderhaug, H.J. y Eide, E.A. (2002): Ordovician palaeogeography with new palaeomagnetic data from the Montagne Noire (Southern France). *Earth and Planetary Science Letters*, 203: 329-341.
- Oczlon, M.S. (1994): North Gondwana origin for exotic Variscan rocks in the Rhenohercynian zone of Germany. *Geologisches Rundschau*, 83: 20-31.
- Palacios Medrano, T., Jensen, S., Eguiluz, L., Apalategui, O., Martí Mus, M., Martínez-Torres, L.M., Carracedo, M., Gil Ibarguchi, J.I., Sarrioniandia, F., Lobo, P.J. y Junguito, I. (2010): *Mapa y memoria del Mapa Geológico de Extremadura a escala 1:250.000*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura. Mérida, 218 pp.
- Pardo Alonso, M.V. (2005): Datos preliminares sobre la edad de las calizas del Devónico Inferior de la parte oriental del Dominio Obejo-Valsequillo, y su contenido en braquiópodos. En: *Libro de Resúmenes de las XXI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología y simposios de los proyectos PICG 493, 499 y 503*, (E. Bernáldez Sánchez, E. Mayoral Alfaro y A. Guerreiro dos Santos, Eds.). Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla. 194-195.
- Pérez Lorente, F. (1979): Geología de la Zona de Ossa Morena al norte de Córdoba (Pozoblanco-Belmez-Villaviciosa de Córdoba). Tesis Doctorales Univ. de Granada, 345 pp.
- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Sá, A.A., Meireles, C. y González-Clavijo, E. (2006): Silurian graptolite biostratigraphy of the Galicia – Trás-os-Montes Zone (Spain and Portugal). *GFF*, 128: 185-188.
- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G. y Sá, A.A. (2006): Novos dados de Conodontes e Graptólitos no Paleozóico parautoctone da Zona Galiza – Trás-os-Montes (España e Portugal). En: *Resumos alargados VII Congresso Nacional de Geologia*, (J. Mirão y A. Balbino, Coords.). Universidade de Évora, 2: 653-656.
- Prado, C. de (1855): Mémoire sur la Géologie d’Almaden, d’une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bulletin de la Société Géologique de France [2]*, 12: 182-204.
- Prado, C. de (1858): Lettre à M. de Verneuil sur le terrain silurien des Asturies. *Bulletin de la Société Géologique de France [2]*, 15: 91-93.
- Quesada, C. (1991): Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics*, 185: 225-245.
- Quesada, C. (2006): The Ossa-Morena Zone of the Iberian Massif: a tectonostratigraphic approach to its evolution. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 157 (4): 585-595.

- Quesada, C. (2013): Singularidad de la Zona Ossa Morena y de sus límites en el conjunto del Macizo Ibérico. En: *Geodinámica e Tectónica global; a Importância da Cartografia Geológica*. Libro de actas da 9ª Confêrencia Anual do GGET-SGP, Estremoz. 37.
- Rábano, I. (1989): Trilobites del Ordovícico Medio del sector meridional de la Zona Centroibérica española. Parte I. Yacimientos, bioestratigrafía y aspectos paleobiogeográficos. *Boletín Geológico y Minero*, 100 (3): 307-338.
- Racheboeuf, P.R., Lethiers, F., Babin, C., Rolfé, W.D.I. y Marz, E. de (1986): Les faunes du Dévonien supérieur d'Alange (province de Badajoz, Sud-Ouest de l'Espagne). *Geologie Méditerranéenne*, 12-13: 37-47.
- Robardet, M. (1976): L'originalité du segment hercynien sud-ibérique au Paléozoïque Inférieur: Ordovicien, Silurien et Dévonien dans le nord de la Province de Séville (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris [D]*, 283: 999-1002
- Robardet, M. (2002): Alternative approach to the Variscan Belt in southwestern Europe: Preorogenic paleobiogeographical constraints. En: *Variscan-Appalachian dynamics: The building of the late Paleozoic basement*, (J.R. Martínez Catalán, R.D. Hatcher, Jr., R. Arenas y F. Díaz García, Eds.). *Geological Society of America Special Paper*, 364: 1-15.
- Robardet, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2002): Silurian. Chapter 5 En: *The Geology of Spain*, (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). The Geological Society, London: 51-66.
- Robardet, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2004): The Ordovician, Silurian and Devonian sedimentary rocks of the Ossa Morena Zone (SW Iberian Peninsula, Spain). *Journal of Iberian Geology*, 30: 73-92.
- Rodríguez, S., Fernández-Martínez, E., Cózar, P., Valenzuela-Ríos, J.I., Pardo Alonso, M.V., Liao, J.-C. y May, A. (2010): Stratigraphic succession, facies and depositional environment of Emsian reefal carbonates in the Ossa-Morena Zone (SW Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 257 (1): 69-83.
- Romano, M. (1982): The Ordovician biostratigraphy of Portugal – A review with new data and re-appraisal. *Geological Journal*, 17: 89-110.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., Piçarra, J.M., García-Bellido, D.C., Vaz, N. y Aceñolaza, G.F. (2011): Ordovician vs. “Cambrian” ichnofossils in the Armorican Quartzite of central Portugal. En: *Ordovician of the World*, (J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano y D. García-Bellido, Eds.). Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 14: 483-492.
- San José, M.A. de, Herranz, P. y Pieren, A.P. (2004): A review of the Ossa-Morena Zone and its limits. Implications for the definition of the Lusitan-Marianic Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30: 7-22.
- Sarmiento, G.N. y Gutiérrez-Marco, J.C. (1999): Microfósiles ordovícicos en olistolitos carboníferos de la Cuenca del Guadiato, Adamuz (Córdoba). *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (2): 580-584.
- Sarmiento, G.N., Gutiérrez-Marco, J.C., Rodríguez-Cañero, R., Martín Algarra, A. y Navas-Parejo, P. (2011): A brief summary of Ordovician conodont faunas from the Iberian Peninsula. En: *Ordovician of the World*, (J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano y D. García-Bellido, Eds.). Instituto Geológico y Minero de España, Cuadernos del Museo Geominero, 14: 505-514.
- Sarmiento, G.N., Piçarra, J.M., Rebelo, J.A., Robardet, M., Gutiérrez-Marco, J.C., Štorch, P. y Rábano, I. (1999): Le Silurien du synclinorium de Moncorvo (NE du Portugal): biostratigraphie et importance paléogéographique. *Geobios*, 32 (5): 749-767.
- Serpagli, E., Ferretti, A., Vizcaíno, D. y Álvaro, J.J. (2007): A new Early Ordovician conodont genus from the southern Montagne Noire, France. *Palaeontology*, 50 (6): 1447-1457.
- Shelley, D. y Bossière, G. (2001): The Ancenis Terrane: an exotic duplex in the Hercynian belt of Armorica, western France. *Journal of Structural Geology*, 23: 1597-1614.
- Schneider, H. (1939): *Altpaläozoikum bei Cala in der westlichen Sierra Morena (Spanien)*. Dissertation der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, 94 pp. (inédita).
- Schneider, H. (1951): Das Paläozoikum im Westteil der Sierra Morena (Spanien). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 103: 134-135.
- Servais, T. y Mette, W. (2000): The *messauodensis-trifidum* acritarch assemblage (Ordovician: late Tremadoc–early Arenig) of the Barriga Shale Formation, Sierra Morena (SW-Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 113: 145-163.
- Shaw, J., Gutiérrez-Alonso, G., Johnston, S.T. y Pastor Galán, D. (2014): Provenance variability along the Early Ordovician north Gondwana margin: Paleogeographic and tectonic implications of Ub-Pb detrital zircon ages from the Armorican Quartzite of the Iberian Variscan belt. *Geological Society of America Bulletin*, 126, publicación avanzada online (DOI 10.1130/B30935.1).
- Simancas, J.F., Martínez Poyatos, D., Expósito, I., Azor, A. y González Lodeiro, F. (2001): The structure of a major suture zone in the SW Iberian Massif: the Ossa-Morena/Central Iberian contact. *Tectonophysics*, 332: 295-308.
- Strachan, R.A., Linnemann, U., Jeffries, T., Drost, K. y Ulrich, J. (2013): Armorican provenance from the mélange deposits below the Lizard ophiolite (Cornwall, U.K.): evidence for Devonian obduction of Cadomian and Lower Palaeozoic crust onto the southern margin of Avalonia. *International Journal of Earth Sciences*, publicación avanzada online (DOI 10.1007/s00531-013-0961-x).
- Torsvik, T.H. y Cocks, L.R.M. (2011): The Palaeozoic palaeogeography of central Gondwana. En: *The formation and evolution of Africa: A synopsis of 3.8 Ga of Earth history*, (D.J.J. van Hinsbergen, S.J.H. Buiters, T.H. Torsvik, C. Gaina y S.J. Webb, Eds.). The Geological Society of London, Special Publication 357: 137-166.
- Torsvik, T.H. y Cocks, L.R.M. (2013a): New global palaeogeographical reconstructions for the Early Palaeozoic and their generation. En: *Early Palaeozoic Biogeography and Palaeogeography*, (D.A.T. Harper y T. Servais, Eds.). The Geological Society, London, Memoirs 38: 5-24.
- Torsvik, T.H. y Cocks, L.R.M. (2013b): Gondwana from top to base in space and time. *Gondwana Research*, 24: 999-1030.
- Verneuil, E. de y Barrande, J. (1855): Description des fossiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bulletin de la Société Géologique de France [2]*, 12: 964-1025.
- Vidal, M. (1998): Trilobites (Asaphidae et Raphiophoridae) de l'Ordovicien inférieur de l'Anti-Atlas, Maroc. *Palaeontographica [A]*, 251: 39-77.
- Wagner, R.H. (1999): Peñarroya, a strike-slip controlled basin of early Westfalian age in Southwest Spain. *Věstník Českého Geologického Ústavu*, 74 (2): 87-108.
- Wagner, R.H. (2004): The Iberian Massif: a Carboniferous assembly. *Journal of Iberian Geology*, 30: 93-118.

Wagner, R. (2013): El significado geológico de las cuencas carboníferas con flora fósil en Sierra Morena. En: *Libro de Resúmenes XXIX Jornadas de Paleontología y Simposio del Proyecto PICG 596*, (C. Álvarez Vázquez e I. López Rodríguez, Eds.). Real Jardín Botánico de Córdoba: 41-56.

Walter, R., Ed. (1977): Zwei geologische Traversen durch die südliche Iberische Meseta, Spanien. Mit Beiträgen von W. Assmann, H.-G. Bochmann, R. Höllinger, H. Kalthoff, H.-J.

Kelch, L. Laus, R. Maass, E. Machens, R. Merten, M. Ransweiler, K. Redlin, H.-J. Schmidt, O. Suhr und K. Weggen. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42: 1-55.

MANUSCRITO RECIBIDO EL 4-11-2013

RECIBIDA LA REVISIÓN EL 17-03-2014

ACEPTADO EL MANUSCRITO REVISADO EL 18-03-2014