

Hallazgo de un fósil silúrico en los depósitos auríferos cenozoicos de la mina romana de Las Médulas (León, NO de España)

A Silurian fossil from the Cenozoic sediments of the Roman gold mine of Las Médulas (León, NW Spain)

J.C. Gutiérrez-Marco

Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM), Facultad de Ciencias Geológicas, José Antonio Nováis 2, 28040 Madrid. jcgrapto@geo.ucm.es

ABSTRACT

*A Silurian fossil has been collected from sandstone pebbles in the red Cenozoic deposits of the famous Roman gold-mine of Las Médulas. It consists on an articulated shell of the cardiolid bivalve *Cardiola gibbosa* Barrande, of basal Gorstian age (Ludlow). This species is considered as an exotic element to the neighboring Paleozoic outcrops, being most probably reworked from an unknown area souther of the Ollo de Sapo anticlinorium. This hypothesis agrees with the recent geological reinterpretation of the gold-bearing units as a system of Paleogene fluvial terraces. The fossiliferous pebble is attributed to the third terrace scoured by an ancient river flowing to the NE, being progressively entrenched during the initial stages of the Alpine convergence which ends with the formation of the compressive El Bierzo Cenozoic basin.*

Key words: *Bivalvia, Silurian, Paleogene, NW Spain, Gold mining.*

*Geogaceta, 40 (2006), 179-182
ISSN: 0213683X*

Introducción

La Zona Arqueológica de Las Médulas, enclavada en el extremo suroccidental de la depresión terciaria de El Bierzo al sur de Carucedo (León), constituye una muestra paradigmática en la minería romana del oro, cuyo legado conforma hoy día un paisaje cultural y minero catalogado en 1997 por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad (Sánchez-Palencia *et al.*, 1998).

Desde el punto de vista geológico, la interpretación de la procedencia, leyes, formación y datación de los depósitos auríferos viene siendo debatida a lo largo de los últimos años entre quienes defienden el modelo tradicional, basado en sistemas de abanicos aluviales de edad neógena relativamente moderna (Hérail, 1982, 1984; Manjón *et al.*, 1986; Hérail y Pérez García, 1989; Pérez García, 1992; Pérez García y Sánchez-Palencia, 1992; Sánchez-Palencia *et al.*, 1998) y quienes postulan un origen radicalmente distinto, de edad bastante más antigua y con neta componente fluvial (Hacar *et al.*, 1999; Pagés *et al.*, 2001). Ambos modelos arrastran diferencias esenciales en relación al contexto de la génesis y relleno de la cuenca terciaria de El Bierzo, con restricción de las unidades estratigráficas más antiguas y auríferas a cotas elevadas de la periferia de la

cuenca, de acuerdo con la última propuesta (Pagés *et al.*, 1998, 2001), en lugar de corresponder los materiales de “tipo Médulas” a los últimos depósitos extensivos que coronan de forma discontinua el relleno cenozoico de la gran fosa tectónica berciana, tal y como defendía el modelo tradicional desarrollado a partir de Hérail (1982, 1984). Alonso-Gavilán *et al.*, (2004) hacen un repertorio de las dos alternativas en la síntesis reciente sobre la Geología de España.

En este trabajo se aporta el hallazgo de un fósil rodado, incorporado en forma detrítica a los depósitos terciarios de la mina romana de Las Médulas, que contribuye con algunos datos nuevos al debate sobre la naturaleza y datación de sus famosos sedimentos auríferos.

Procedencia e identificación del fósil

El ejemplar objeto del presente estudio fue encontrado el 2 de octubre de 1994 por el ingeniero de ENDESA D. Francisco Arias Ferrero, quien amablemente lo cedió para estudio, previo a su depósito definitivo en el Museo del Bierzo en Ponferrada (León) con el número de catálogo 3310. De acuerdo con las observaciones realizadas *in situ* por este gran aficionado a la geología,

cuidadosamente anotadas en su cuaderno de campo, el fósil apareció engastado en una placa de arenisca incorporada en forma de canto a un banco conglomerático perteneciente a la típica “facies Las Médulas” (Hérail, 1982, 1984). El lugar de hallazgo se sitúa en la base de la corta minera contigua a La Cuevona, uno de los lugares más conocidos del itinerario pedestre por el fondo del circo de Las Valiñas, 750 m al este de Las Médulas.

Desde el punto de vista paleontológico, el fósil corresponde a un molusco bivalvo con la concha cerrada y exenta de deformación diagenética o tectónica. Se conserva como un molde interno hematítico, de superficie algo fracturada en la región umbonal de la valva izquierda. Parte de la valva derecha desapareció por abrasión mecánica, simultánea al desgaste de la superficie del clasto de donde asomaba el fósil, en tanto que la valva opuesta, orientada hacia el interior y enteramente inmersa en la matriz areniscosa, está mucho mejor conservada y al desprender el ejemplar transfirió al contramolde los vestigios de la concha calcárea original.

El estudio que se detalla a continuación ha permitido asignar el fósil al taxón *Cardiola gibbosa* Barrande, una forma característica del Ludlow basal y bien conocida en el área perigondwánica (Kříž, 1979, 1999b).

Descripción sistemática

Subclase PTERIOMORPHIA Beurlen
Orden ARCOIDA Stoliczka
Superfamilia CARDIOLACEA Fischer
Familia CARDIOLIDAE Fischer
Género *Cardiola* Broderip in
Murchison, 1839

Especie tipo: *Cardiola interrupta*
Sowerby in Murchison, 1839

Cardiola gibbosa Barrande, 1881
(Fig. 1A-1C)

?1876 *Cardiola gibbosa*, Barr.-
Tromelin y Lebesconte, pág. 605.

*1881 *Cardiola gibbosa*, Barr.-
Barrande (*n.n.* 1875), lám. 175, fig. 1-16,
19-30 y 33-50; lám. 178, fig. IX 1-14, 19-
20 y 22-33, cf. fig. IX 15-16, aff. fig. IX 17-
18; lám. 182, fig. IV 3-5 [non lám. 175, fig.
17-18 (= *C. aff. cornucopiae* (Goldfuss));
non lám. 175, fig. 31-32 y lám. 178, fig. IX
21, 34 y 35 (= *C. agna* Křiz); non lám. 180,
fig. VIII 1-4 (= *C. ornithopsis* Barrande);
non lám. 182, fig. IV 1-2 (= *C. cf. agna*
Křiz)].

p.1881 *Cardiola contrastans*, nob.-
Barrande, lám. 177, fig. 21-26 y 38-43.

?1902 *Cardiola gibbosa* Barr.- Font y
Sagué, pág. 104.

?1913 *Cardiola gibbosa* Barr.- Faura y
Sans, pág. 107.

non1918 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Couffon, pág. 215 [= *C. cf. agna* Křiz in
Křiz y Paris, 1982, lám. 3, fig. 13; = *C.*
figusi Křiz fide Křiz, 1996].

non1929 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Heritsch, pág. 41, lám. 3, fig. 234 y 237; cf.
lám. 3, fig. 231-232 y 238-249 [= *Carnalpia*
rostrata Křiz (todas)].

non1929 *Cardiola gibbosa* Barrande
var.- Heritsch, p. 12-13, lám. 3, fig. 225-229
[= *Cardiolinka haueri* (Stache in Heritsch)].

?1930 *Cardiola gibbosa* Barr.- Dalloni,
pág. 57.

non1951 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Simon, pág. 39, lám. 39, fig. 4 [= *C. cf.*
docens Barrande]

non1953 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Kegel, pág. 44, lám. 2, fig. 11 (fide Křiz,
1979).

.1979 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Křiz, pág. 72-73, fig. 4e, 13b, 18c y 35; lám.
12, fig. 1-9; lám. 13, fig. 1-5.

.1993 *Cardiola gibbosa* Barrande.-
Křiz y Serpagli, pág. 316, lám. 4, fig. 24-28.

Lectotipo.-NM L7052, designado por
Křiz (1979) entre los originales de Barrande
(1881, lám. 75, fig. 23-24).

Localidad y estratotipo.- Na bøkveci
(Praga-Butovice, Rep. Checa), Formación

Kopanina, Biozona de *Neodiversograptus*
nilssoni, Gorstiense inferior.

Diagnosis.- Ver Křiz (1979, pág. 72)

Descripción.- El ejemplar estudiado
corresponde a una concha articulada con la
valva derecha relativamente completa, per-
teneciente a una forma adulta juvenil en es-
tadio ontogenético IV, de 7 mm de longitud
y 8,5 de altura. No se conserva la nepioconcha
ni los detalles articulares o musculares, aunque
sí algunos vestigios de la concha original cerca
de la comisura ventral, de 0,2 mm de grosor
total. La mesoconcha (estadio II de crecimiento)
tiene contorno subcircular, umbo prosogiro, y
mide 3,5 mm de longitud y 3 de altura; la
ornamentación radial está ligeramente más
marcada en la parte posterior de la valva, en
tanto que comarginalmente se aprecian cinco
surcos de crecimiento poco profundos y
espaciados irregularmente. El estadio III de
desarrollo se manifiesta como un amplio
resalte abultado, de contorno asimétrico por
corresponder a una etapa donde las valvas
crecen más en sentido anteroventral. Las
dimensiones de la concha en el estadio III
son 5 mm de longitud por 4,3 mm de altura.
Finalmente, en el estadio IV las valvas ad-
quieren su contorno elíptico general, con la
parte anterior relativamente más inclinada y
abombada que la posterior. Sobre ellas se
marcan cuatro nuevos surcos de crecimiento
espaciados irregularmente, que delimitan
bandas con ornamentación radial formada
por costillas y surcos de anchura equivalente.

Observaciones.- *Cardiola gibbosa* forma
parte de la línea evolutiva *C. agna*-*C.*
figusi-*C. gibbosa*-*C. donigala*-*C. docens*-*C.*
cornucopiae, de valvas opistoclinas con
banda abultada asimétrica que, entre otros
caracteres, se interpretan como adaptaciones
a un modo de vida epibentónico bisado. Nuestro
ejemplar se diferencia de las formas más
próximas a *C. gibbosa* como *C. agna* y
C. docens, por el diferente tamaño de la
concha en sus estadios II y III de crecimiento,
por la mayor convexidad general frente a la
primera especie, y por los caracteres del umbo
y la ornamentación con respecto a la segunda.

Distribución.- *C. gibbosa* ha ido descri-
ta hasta ahora en el Gorstiense (Ludlow)
basal de Bohemia (República Checa), el
Suroeste de Cerdeña (Italia) y en la región
de Maine (EEUU), siempre asociada a con-
textos de corrientes templadas a cálidas.
Otras citas previas de la especie en Francia
y Austria corresponden a taxones distintos
o no han sido revisadas adecuadamente (ver
sinonimia). Las menciones de *C. gibbosa* en
el Pirineo tampoco están acreditadas en au-

sencia de descripciones o ilustraciones. No
obstante, el presente trabajo confirma el hallazgo
de la especie en España.

Discusión y conclusiones

Los cardiólidos constituyen un grupo
especial de bivalvos silúricos que proliferaron
en plataformas marinas abiertas y relativa-
mente alejadas de la costa, caracterizadas
por asociaciones neotónicas y bentónicas de
tipo pelágico, bajo el influjo de corrientes
templadas a cálidas de origen tropical. De
ellos, el género *Cardiola* es uno de los
elementos más notorios entre los bivalvos
endo- a epibisados de las llamadas “faunas
bohémicas”, con registros entre el Wenlock
y Pridoli basal en Europa (Gran Bretaña,
República Checa, Alemania, Austria, Italia,
Francia, España, Portugal, Suecia, Polonia,
Rumania, Serbia, Cáucaso ruso), norte de
Africa (Marruecos), Asia septentrional
(Rusia), Australia y Norteamérica (Alaska,
Maine): Křiz (1979, 1999a, 1999b, 1999c).

En el Silúrico de España, Hernández
Sampelayo (1942, pág. 608-610) había re-
copilado las citas antiguas de siete especies
de *Cardiola*, muchas de ellas procedentes
de los Pirineos y las Cadenas Costeras
Catalanas, y en su mayoría reasignables a
Cardiolinka, *Slava* y *Butovicella*. Dentro
del Macizo Ibérico la presencia del género
ha sido confirmada en el Dominio del Olla
de Sapo centroibérico y en la Zona de Ossa
Morena (Simon, 1951; Gutiérrez-Marco
et al., 2001; Robardet y Gutiérrez-Marco,
2004). Los materiales silúricos de ambas
áreas tienen en común su “tipología medite-
rránea”, acreditada por sucesiones lutíticas
muy completas y de reducido espesor, en
parte correlativas con las sucesiones del
Pirineo y las Cadenas Costeras Catalanas,
todas las cuales intercalan calizas con “faunas
bohémicas” de cefalópodos, cardiólidos y
escifocrinoideos entre el Wenlock y el
Lochkoviense (Robardet y Gutiérrez-Marco,
2002). En ello difieren netamente de otro
tipo de sucesiones silúricas con gran
espesor de terrígenos y unidades predomi-
nantemente cuarcíticas entre el Homerien-
se y el Lochkoviense, acumuladas en las
plataformas someras surcentroibérica,
cantábrica, astur-leonesa y Cordillera Ibérica
(Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002),
donde las faunas bohémicas no existen y las
citas publicadas de *Cardiola* corresponden
a *Butovicella* (por ejemplo Puschmann,
1967).

En el área circundante a Las Médulas,
los hallazgos de cardiólidos se circunscriben
a las citas hechas por Riemer (1963: *Cardiola*
cornucopiae), Rabu (1977:

Cardiola) y Gutiérrez-Marco *et al.*, (2001: *C. docens*, *Cardiolinka?* sp.), procedentes del Ludlow-Prídoli del sinclinal de O Courel-Peñalba y del sinclinal del Sil. La sucesión silúrica se conoce con razonable detalle en ambas estructuras y ha sido intensamente explorada por el autor durante el último decenio, pudiendo concluir que los materiales del Homeriense y Gorstiense se sedimentaron en facies exclusivamente graptolíticas (fondos anóxicos o disaeróbicos) y que las primeras comunidades bentónicas silúricas tan sólo debutan de un modo esporádico en la región a partir del Ludfordiense basal (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001). Esto último hace altamente improbable que el ejemplar estudiado de *Cardiola gibbosa* tenga un origen local, dado que el ambiente de depósito de los materiales coetáneos (Gorstiense basal) no reunía condiciones propicias para la vida y la estabilización de comunidades bentónicas de afinidades bohémicas. Tampoco podría invocarse que este ejemplar de *C. gibbosa* pudiera haber llegado a la zona transportado por corrientes marinas, al tratarse de una concha adulta articulada y a que el modo de vida epiplancónico jamás ha sido acreditado entre los cardiólidos endo- a epibisados.

El conjunto de circunstancias mencionadas nos permite concluir que el ejemplar de *C. gibbosa* recogido en los depósitos cenozoicos de Las Médulas no representa un fósil heredado a partir de un área fuente silúrica cercana, o por lo menos emplazada en la sucesión de los vecinos sinclinales de O Courel-Peñalba y Sil. Más al norte de los mismos se encuentran ya los afloramientos silúricos de la parte meridional de la Zona Asturoccidental-leonesa, donde la sucesión tiene un carácter bastante más somero y proximal, sin posibilidades para el desarrollo de comunidades con *Cardiola*. El ejemplo más próximo se sitúa en el vecino sinclinal de Castrillo, donde la sucesión y las asociaciones graptolíticas del Silúrico recuerdan considerablemente a las de la región surcentroibérica y la Cordillera Ibérica (Gutiérrez-Marco y Štorch, 1997).

Una vez descartada su procedencia local o septentrional, el área fuente del canto con *C. gibbosa* debería, pues, derivar de una sucesión aún más meridional que la del sinclinal del Sil, que según diversos autores prolongaría su eje en el sinclinorio de Truchas. Lamentablemente, de la sucesión silúrica de esta última estructura sólo se conservan retazos en La Baña y el monte Llagarino, restringidos a una transición Ordovícico-Silúrico de la que no existen análogos ni en el sinclinal del Sil ni el de O Courel-Peñalba (Gutiérrez-Marco y Robardet, 1991). Tales diferencias no permiten descartar, por lo tanto, que niveles

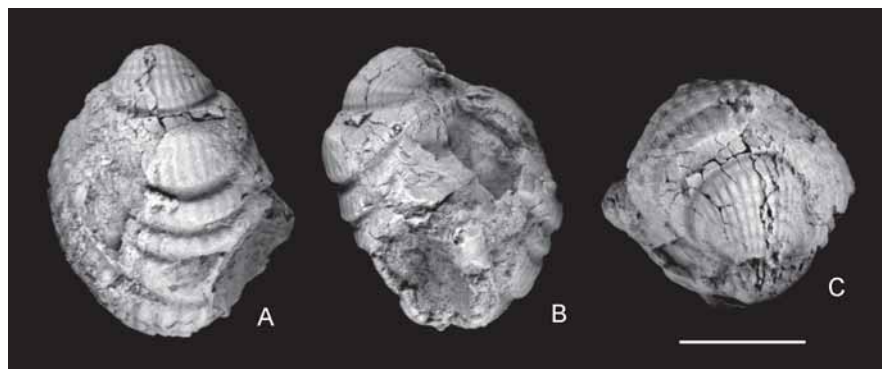


Fig. 1.- *Cardiola gibbosa* Barrande, 1881. Gorstiense basal. Molde interno de una concha articulada en vista lateral derecha (A), anterior (B) y dorsal oblicua (C). Ejemplar MB 3310, heredado en sedimentos paleógenos de Las Médulas (Carucedo, León). Escala gráfica 4 mm.

Fig. 1.- *Cardiola gibbosa* Barrande, 1881. Internal mould of articulated shell in right lateral (A), anterior (B) and dorsal oblique (C) views, MB 3310. The specimen was reworked from basal Gorstian rocks, and sedimented in Paleogene fluvial terraces in the Las Médulas site (Carucedo, province of León). Graphic scale, 4 mm.

más modernos de la sucesión eliminada por erosión en el núcleo silúrico del sinclinal de Truchas, pudieran haber sido en algún momento el área fuente del fósil encontrado en Las Médulas. Esta hipótesis, aún siendo la más conservadora entre todas las posibles, ya establece un área considerablemente más distante que el propio borde de la cuenca de El Bierzo para el nivel de la “facies Las Médulas” de donde proviene el ejemplar estudiado. Conviene recordar que el mismo se encontró en el interior de un canto de arenisca gruesa que tampoco corresponde a su roca fosilífera original, lo cual implica que el fósil fue doblemente reciclado. La primera vez sería transportado, como elemento detrítico procedente de la alteración y erosión de las rocas y relieves variscos, hasta integrarse en un depósito arenoso de edad desconocida (Carbonífero superior-Neógeno temprano). Antes o después de eso, la rubefacción del fósil y su composición hematítica nos habla de una prolongada exposición subaérea bajo condiciones áridas. En un periodo posterior y de cronología igualmente indeterminada, los cantos derivados de la arenisca con fósiles silúricos heredados, fueron transportados y abrasionados de nuevo hasta integrarse en los depósitos auríferos de la cuenca berciana.

La larga historia de la que nos habla el fósil es probablemente pareja a la de otros muchos cantos e incluso a la del propio oro aluvionar acumulado en la “facies Las Médulas”. En este sentido parece bastante ilusorio mantener que el yacimiento se formara esencialmente a expensas de uno o varios conos de deyección espesos y cortos, derivados de los relieves paleozoicos situados inmediatamente al S y SSE (Hérail, 1984; Manjón *et al.*, 1986), y cuyas fuentes primarias de oro detrítico fueran en parte eli-

minadas por la fuerte erosión remontante de los ríos Cabrera y Valdeusa, en fechas geológicamente recientes (Pérez García y Sánchez-Palencia, 1992).

Desde el punto de vista paleobiogeográfico, la filiación “bohémica” de *Cardiola gibbosa*, para unos paleoambientes que carecen de representación local a nivel del Gorstiense basal, apunta más bien hacia un emplazamiento distante de la roca fosilífera original, venida probablemente del sur del antiformal del Olló de Sapo. Los avances recientes en el conocimiento del Silúrico en este sector meridional harían posible ubicar el área fuente del fósil en otros lugares con una sucesión silúrica-devónica de tipología mediterránea, tales como los sinclinales de Alcañices y Moncorvo (Sarmiento *et al.*, 1999) de la Zona Centroibérica; o incluso entre las sucesiones del Dominio Esquistoso de la Zona Galicia-Trás-os-Montes, que últimamente están deparando grandes sorpresas estratigráficas en este mismo sentido (Piçarra *et al.*, 2006a, 2006b).

En cualquier caso, la presencia del fósil en Las Médulas parece poco compatible con el modelo de procedencia y transporte postulado por Hérail (1982, 1984) y algunos autores posteriores, el cual tampoco concuerda con los últimos avances en el conocimiento del marco geodinámico de formación y datación para El Bierzo y otras cuencas terciarias del noroeste peninsular, que se generaron como fosas compresivas durante el Oligoceno-Mioceno (Santanach, 1994; Huerta *et al.*, 1996, 1999). El análisis sedimentológico y la revisión tectonoestratigráfica del conjunto de “facies Las Médulas” a la escala de cuenca, ha llevado a Pagés *et al.*, (2001) a redefinir la Formación Las Médulas para agrupar tanto a la facies homónima como a

la "facies Santalla" tradicionales. Como hay evidencias claras de que la Formación Las Médulas se halla localmente cabalgada por el Paleozoico, Pagés *et al.*, (2001) le atribuyeron una edad paleógena, anterior o contemporánea de los episodios iniciales de la convergencia alpina. Esta etapa debió inducir una gran desestabilización del paisaje y provocar la incisión fluvial de antiguos ríos con gran potencial aurífero que fluían desde el suroeste, tal y como indican las paleocorrientes medidas en las galerías y cortas superiores de la gran mina romana. La existencia de un importante río con gran capacidad de transporte, operando sin conexión alguna con el relieve actual, concuerda perfectamente con la posible procedencia, distante y desde el sur, del canto de arenisca con el fósil aquí descrito. Hacar *et al.*, (1999) interpretaron los sedimentos cenozoicos de Las Médulas como un sistema de cuatro niveles de terrazas escalonadas y yuxtapuestas, que debido a su antigüedad y a la intervención minera, acabaron perdiendo su morfología deposicional y sufrieron una intensa remoción. Siguiendo el modelo de estos autores, el ejemplar de *Cardiola gibbosa* procede de la Terraza 3 (cota de base: 750 m), coincidente con depósitos de alta energía y gran potencia de un río que estaría drenando hacia la Meseta a través del actual Bierzo, previo al hundimiento y relleno neógeno de la fosa tectónica subsiguiente.

Agradecimientos

A D. Francisco Arias Ferrero (Ponferrada), por la comunicación del descubrimiento paleontológico y su paciente préstamo para estudio, a D. Carlos Alonso (Madrid) por las fotografías y a Dña. Graciela Sarmiento (Madrid) por los microanálisis EDS del ejemplar, realizados en el CAI de Microscopía Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid.

Referencias

- Alonso-Gavilán, G., Armenteros, I., Carballera, J., Corrochano, A., Huerta, P. y Rodríguez, J.M. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). SGE-IGME, 581-584.
- Barrande, J. (1881). *Système Silurien du centre de la Bohême. 1ère Partie: Recherches Paléontologiques*, 6, 342 p., 361 pl.
- Couffon, O. (1918). *Bulletin de la Société Géologique de France* [4], 18, 214-216.
- Dalloni, M. (1930). *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 26 (3), 1-373.
- Faura y Sans, M. (1913). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 9, 1-202.
- Font y Sagué, N. (1902). *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7, 102-104.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Robardet, M. (1991). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* [2], 312, 729-734.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Štorch, P. (1997). *Geogaceta*, 22, 89-92.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N., Robardet, M., Rábano, I. y Vaněk, J. (2001). *Journal of the Czech Geological Society*, 46, 247-258.
- Hacar, M., Pagés, J.L. y Alonso, A. (1999). *Geogaceta*, 25, 83-86.
- Hérial, G. (1982). *Temas Geológico-Mineros*, IGME, 6, 323-337.
- Hérial, G. (1984). *Géomorphologie et géologie de l'or détritico. Piémonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne*. Éditions du CNRS, Centre de Toulouse, Sciences de la Terre, 450 p.
- Hérial, G. y Pérez García, P. (1989). En: *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y Europeas*, Coloquio Internacional, Madrid, 1985, 2, 21-34.
- Heritsch, F. (1929). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 23, 1-183.
- Hernández Sampelayo, P. (1942). *Memorias del IGME*, 45, 1-848.
- Huerta, A., Parès, J.M., Cabrera, L., Ferrús, B. y Sáez, A. (1996). *Geogaceta*, 20, 939-942.
- Huerta, A., Parès, J.M., Cabrera, L., Ferrús, B. y Sáez, A. (1999). *Acta Geologica Hispanica*, 32, 127-145.
- Kegel, W. (1953). *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, 7, 1-51.
- Kříž, J. (1979). *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, 22, 5-157.
- Kříž, J. (1996). *Palaeontographica* [A], 240, 29-63.
- Kříž, J. (1999a). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 56, 259-316.
- Kříž, J. (1999b). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 54, 377-384.
- Kříž, J. (1999c). En: *Paleocommunities - a case study from the Silurian and Lower Devonian* (A.J. Boucot y J.D. Lawson, Eds.). Cambridge University Press, 229-252.
- Kříž, J. y Paris, F. (1982). *Geobios*, 15, 391-421.
- Kříž, J. y Serpagli, E. (1993). *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 32, 289-347.
- Manjón, M., Vargas, I., García Sánchez, M. y Llave, F.F. de la. (1986). *Breviora Geologica Asturica*, 27, 21-26.
- Murchison, R.I. (1839). *The Silurian System*. John Murray, London, xxxii + 768 p.
- Pagés Valcarlos, J.L., Alonso Millán, A. y Hacar Rodríguez, M.P. (1998). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 23, 7-25.
- Pagés, J.L., Hacar, M.P. y Alonso, A. (2001). *Geogaceta*, 30, 99-102.
- Pérez García, L.C. (1992). En: *Actas III Congreso Geológico de España*, 3, 273-279.
- Pérez García, L.C. y Sánchez-Palencia, F.J. (1992). En: *Recursos Minerales de España* (J. García Guinea y J. Martínez Frías, Coords.). CSIC, 861-873.
- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Sá, A.A., Meireles, C. y González-Clavijo, E. (2006a). *GFF*, 28, 185-188.
- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G. y Sá, A.A. (2006b). En: *VII Congreso Nacional de Geología*, Évora, 2, 653-656.
- Puschmann, H. (1967). *Geologie en Mijnbouw*, 46, 383-391.
- Rabu, D. (1977). *Le Paléozoïque du Bierzo (Prov. de Léon - NW Espagne): Stratigraphie, Structure, Métallogénie*. Thèse 3e cycle, Univ. Rennes, 197 p.
- Riemer, W. (1963). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 117, 273-285.
- Robardet, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2002). En: *The Geology of Spain* (W. Gibbons y T. Moreno, Eds.). Geological Society, London, 51-66.
- Robardet, M. y Gutiérrez-Marco, J.C. (2004). *Journal of Iberian Geology*, 30, 73-92.
- Sánchez-Palencia, F.J., Fernández-Posse, M.D., Fernández Manzano, J., Orejas, A. y Pérez García, L.C. (1998). *Boletín Geológico y Minero*, 109, 577-588.
- Santanach, P. (1994). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 19, 57-72.
- Sarmiento, G.N., Piçarra, J.M., Rebelo, J.A., Robardet, M., Gutiérrez-Marco, J.C., Storch, P. y Rábano, I. (1999). *Geobios*, 32, 749-767.
- Simon, W. (1951). *Abhandlungen der Sencenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 485, 31-62.
- Tromelin, G. de y Lebesconte, P. (1876). *Bulletin de la Société Géologique de France* [3], 4, 583-623.