

Afinidades bioestratigráficas y biogeográficas de los corales rugosos cistimorfos devónicos del SO de las Montañas de Qinling (Provincia de Gansu, China)

Biostratigraphical and biogeographical affinities of the Devonian cystimorph rugose corals from the SW of the Qinling Mountains (Gansu Province, China)

Francisco SOTO¹ y Lin BAOYU²

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan en detalle las distribuciones estratigráfica y geográfica de los corales rugosos cistimorfos (*Cayugaea* LAMBE, *Mesophyllum* (*Mesophyllum*) SCHLÜTER y *Mesophyllum* (*Cystiphyllodes*) CHAPMAN), procedentes del Devónico del SO de las Montañas de Qinling (distrito de Tewo, provincia de Gansu, China Central), correspondientes a las Formaciones Dangduo (Emsiense Superior) y Lure (Eifeliense).

Los resultados de este estudio permiten obtener conclusiones diferentes. Por una parte, se reafirma la presencia del género *Cayugaea* en China Central; por otra, el estudio de la distribución estratigráfica y geográfica de las especies de cistimorfos pertenecientes al género y subgéneros anteriormente mencionados, suministra datos que parecen apoyar las hipótesis paleobiogeográficas propuestas por otros autores y pone de manifiesto relaciones, durante el Emsiense Superior-Eifeliense, entre esta región de China Central, el NO de Canadá, Europa, antigua U.R.S.S. y S de China.

ABSTRACT

In the present work the stratigraphical and geographical distributions of the cystimorph rugose corals (*Cayugaea* LAMBE, *Mesophyllum* SCHLÜTER y *Mesophyllum* (*Cystiphyllodes*) CHAPMAN) coming from the SW of the Qinling Mountains (Tewo

¹ Departamento de Geología, Universidad de Oviedo, 33005 OVIEDO, ESPAÑA.

² Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, BEIJING 100037, PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA.

District, Gansu province, Central China) are studied in detail; the material belongs to the Dangduo (Upper Emsian) and Lure (Eifelian) Formations.

The results of this study let us to reach a series of conclusions. On one hand the presence of the *Cayugaea* genus is reaffirmed in Central China. On the other hand, and on the basis of the analysis of the geographical distribution of the cystimorph taxa, new data are given supporting the paleobiogeographical hypothesis proposed by other authors. Finally, a relationship among Central China, NW Canada, W and E Europe and S China, during the Upper Emsian-Eifelian, is evidenced.

Palabras clave: Bioestratigrafía, Biogeografía, Corales rugosos cistimorfos, Devónico, Montañas de Qinling, Provincia de Gansu, República Popular de China.

Key words: Biostratigraphy, Biogeography, cystimorph rugose Corals, Devonian, Qinling Mountains, Gansu Province, People's Republic of China.

INTRODUCCIÓN

El Devónico de las Montañas de Qinling (China Central) presenta un desarrollo geológico bastante diferenciado en las vertientes N y S. Mientras en la parte N no existen, prácticamente, depósitos del Devónico Inferior y el Devónico Superior consiste en depósitos continentales tipo «red beds», en la parte S, el Devónico muestra un desarrollo completo en secuencia marina continua (LIAO & LI, 1991). Concretamente, en el SO de las montañas de Qinling se encuentra muy bien expuesto a lo largo del río Bailongjiang (distrito de Tewo, provincia de Gansu), en el flanco N del anticlinal de Bailongjiang (Sección A, Fig. 1). En las secciones estratigráficas de Dangdougou y Wabagou (distrito de Tewo, provincia de Gansu) (Fig. 1) se han diferenciado diez formaciones dentro del Devónico. YÜ & CAI, 1983 (p. 3,12) y CAO, 1987 (p. 2,4,8,17,21,23,25) proporcionan cortes y columnas litológicas parciales y/o totales de las distintas formaciones del Devónico de este área. Un cuadro sinóptico lito y cronoestratigráfico de la sección de Dangdougou ha sido confeccionado por los autores (Fig. 2) basándose fundamentalmente en datos de CAO *op. cit.* y en apreciaciones personales de uno de nosotros (LIN BAOYU).

Los corales rugosos cistimorfos están relativamente bien representados en los sedimentos devónicos de las Montañas de Qinling. LIAO & LI, 1991 citan y figuran dos especies del subgénero *Mesophyllum* (*Cystiphyllodes*) CHAPMAN, procedentes del Devónico Medio (Grupo Xihanshui) del distrito de Dangchang (provincia de Gansu, N de las Montañas de Qinling).

CAO, 1987 (p. 52, Tabla I-15) muestra la distribución de 28 especies de

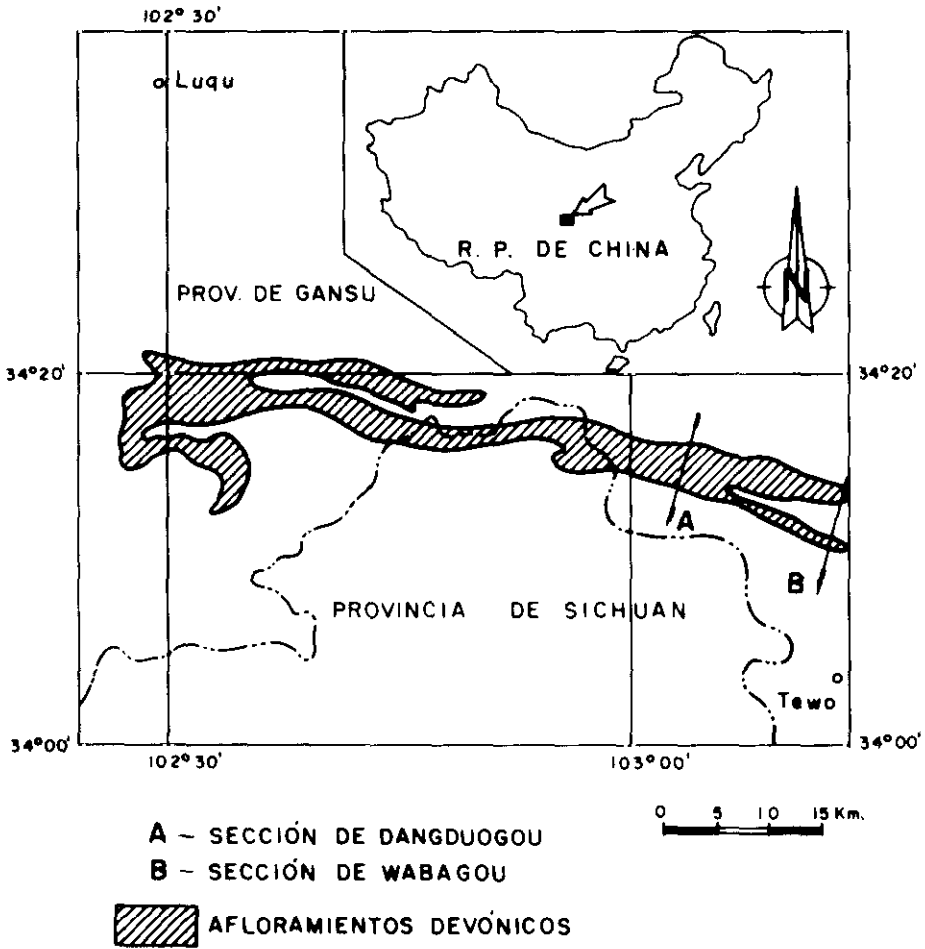


Figura 1.—Localización geográfica y geológica de las secciones de Dangduo y Wabagou (Devónico, Montañas de Qinling).

Figure 1.—Geographical and geological localization of the Dangduo and Wabagou sections (Devonian, SW of the Qinling Mountains).

| SECCION DE DANGDUOGOU | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------|---|---|--|
| SISTEMA | PISO | FORMACION | LITOLOGIA | ESPESOR (m) | |
| DEVONIANO SUPERIOR | FAMENIENSE | YIWA | Dolomias y calizas | 700 | |
| | | DOUSHISHAN | Calizas con intercalaciones escasas | 660 | |
| | | CAKUOHE | Calizas arcillosas tabeadas y areniscas calcareas. | 550 | |
| | FRASNIENSE | PULAI | Pizarras gris oscuro con intercalaciones escasas de calizas arcillosas. | 260 | |
| | | GIVETIENSE | XIAWUNA | Calizas masivas, calizas arcillosas y niveles delgados de pizarras | 318 |
| | | | EIFELIENSE | LURE | Calizas arcillosas con intercalaciones delgadas de pizarras. |
| | | DANGDUO | | Pizarras, calizas arcillosas y areniscas ferruginosas. | 180 |
| | DEVONIANO MEDIO | EMSIENSE | GALA | Dolomias con intercalaciones de pizarras, limolitas y calizas. | 900 |
| | | | SHANGPUTONGGOU | Pizarras con abundantes intercalaciones dolomiticas. | 400 |
| | | GEDIENSE | XIAPUTONGGOU | Pizarras con intercalaciones lenticulares calcareas, areniscas calcareas y calizas. | 180 |
| SILURICO | PRIDOLI | YANGLUGOU | | | |

Figura 2.—Edad de las unidades litostratigráficas devónicas del SO de las Montañas de Qinling (Sección de Dangduogou).

Figure 2.—Age of the Devonian lithostratigraphic units from the SW of the Qinling Mountains (Dangduogou section).

cistimorfos, correspondientes a los géneros *Cayugaea* LAMBE, *Mesophyllum* (*Mesophyllum*) SCHLÜTER y *Mesopyllum* (*Cystiphyllodes*) CHAPMAN, procedentes de las Formaciones Dangduo, Lure y Xiawuna (Emsiense Superior-Givetiense) (Fig. 2), en los distritos de Luqu y, especialmente, de Tewo (provincia de Gansu, SO de las Montañas de Qinling) (Fig. 1). Las 28 especies de cistimorfos, utilizadas para fines bioestratigráficos por CAO *op. cit.*, conjuntamente con un gran número de taxones correspondientes a otros grupos de corales rugosos, fueron descritas y figuradas esencialmente por YÜ & CAI, 1983 y CAO & OUYANG, 1987.

SOTO & BAOYU (en prensa) describen 10 especies de cistimorfos (lams. 1, 2) correspondientes al mismo género y subgéneros indicados por CAO, 1987, procedentes de las Formaciones Dangduo y Lure (Emsiense Superior-Eifeliense), en las secciones estratigráficas de Dangdougou y Wabagou (distrito de Tewo, SO de las Montañas de Qinling) (Fig. 1).

En el presente trabajo se analizan detalladamente las distribuciones estratigráfica y geográfica de los taxones genéricos de cistimorfos reconocidos en el Emsiense Superior-Eifeliense del SO de las Montañas de Qinling y se muestran las afinidades bioestratigráficas y biogeográficas de esta cuenca devónica de China Central con las de otras partes del mundo, a través de este peculiar grupo de corales rugosos.

INTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y PALEOBIOGEOGRÁFICA DE LA FAUNA DE CISTIMORFOS.

CAO (1987, p. 97-98, Tabla I-6) sitúa el límite Devónico Inferior-Devónico Medio (Emsiense-Eifeliense), en la sección de Dangduogou (distrito de Tewo, SO de las Montañas de Qinling), dentro de la Formación Dangduo, utilizando como índices de clasificación bioestratigráfica las zonas de conjunto (cenozonas) de braquiópodos *Euryspirifer-Rostrospirifer/Acrospirifer-Parachonites*.

La existencia de especies pertenecientes al género *Cayugaea* LAMBE (SOTO y BAOYU, en prensa), tales como *C. aff. cylindrica* (BULVANKER) (Lám. 1, Fig. 9.10) y *C. aff. gansuensis* CAO (Lám. 2, Fig. 9.10), procedentes de la parte basal de la Formación Dangduo, así como al subgénero *Mesophyllum* (*Mesophyllum*) SCHLÜTER, representado por la especie *M.(M.) aff. arrectum* (YU & CAI) (Lam. 1, Fig. 1, 2), en la Formación Lure, entre otros taxones de cistimorfos, permite reconocer las zonas de conjunto *Cayugaea cylindrica* (identificada por CAO & OUYANG, 1987, como *Diplochone cylindrica*) - *Acanthophyllum dangduoense*, para el Emsiense Superior, y *Utaratuia-*

Dialythophyllum (en nuestra opinión sinónimo de *Mesophyllum* (*Mesophyllum*)), para el Eifeliense, establecidos por CAO & OUYANG, *op. cit.* (p. 192, Tabla I-6) en el SO de las Montañas de Qinling, por lo que respecta a corales rugosos.

Otras cenozonas para el límite Devónico Inferior-Devónico Medio, referidas a taxones de otros grupos (corales tabulados, nautiloideos, ostrácodos, briozoos, tentaculites, trilobites, conodontos y esporas), han sido propuestas, asimismo, por diferentes autores en CAO *op. cit.* (Tabla I-6) y coinciden con las anteriores apreciaciones para braquiópodos y corales rugosos. Por lo que respecta, especialmente, a conodontos, aunque los hallazgos realizados hasta ahora han sido escasos y no muy afortunados, se puede afirmar que el hallazgo de la fauna con *Eognathodus bipennatus montensis* WEDIGE, en la parte media de la Formación Danduo, es de considerar como Eifeliense, ya que, «grosso modo», dicho taxón puede correlacionarse con las biozonas estándar de *Polygnathus costatus* y, aún también de *Tortodus kockelianus australis* (BULTYNCK, *et. al.*, 1991, p. 22).

El análisis de la distribución de los taxones devónicos correspondientes a la subfamilia Digonophyllinae WEDEKIND, muestra las relaciones geográficas y estratigráficas de los cistimorfos del Devónico (Emsiense Superior-Eifeliense) de las Montañas de Qinling (SOTO & BAOYU, en prensa). Los diferentes géneros y subgéneros existentes en esta cuenca están representados, esencialmente, en diferentes puntos geográficos del «Reino del Viejo Mundo» («Old World Realm», OLIVER, 1977).

Cayugaea LAMBE posee una distribución estratigráfica desde el Emsiense Superior hasta el Givetiense Inferior. En el Emsiense Superior, este taxón ha sido citado en el E de Norteamérica (Kentucky), NO de España (Asturias y León), antigua Unión Soviética (región de Kuznets) y China (provincia de Gansu); en el Eifeliense Inferior, en el E de Norteamérica (Nueva York) y China (provincia de Gansu); y, por fin, en el Givetiense Inferior, en el E de Norteamérica (Ohio). Esta última cita se mantiene dudosa, puesto que el material figurado de *C. intermittens* STUMM 1968 (lam. 4, figs. 13-15) es insuficiente, en nuestra opinión, para juzgar su verdadera atribución genérica. La otra especie descrita también por este autor, de la misma localidad e idéntica situación estratigráfica, *C. ? transitorius* STUMM 1968, ha sido reasignada por McLEAN, (1976, p.6) al subgénero *Mesophyllum* (*Cystiphilloides*) CHAPMAN. En SOTO & BAOYU (en prensa), se describen dos especies de *Cayugaea*, mantenidas en nomenclatura abierta, pero probablemente nuevas (lám. 1, fig. 9,10; lám. 2, fig. 9,10), que permiten reafirmar la presencia de este taxón en China Central.

Mesophyllum (*Mesophyllum*) SCHLÜTER, es prácticamente cosmopolita desde el Emsiense Superior hasta el Givetiense. Es bastante común en todo el mundo durante el Eifeliense, en especial el Eifeliense Inferior, y más bien raro

en el Emsiense Superior y en el Givetiense Superior, donde está representado, sin embargo, por formas características. Especies del subgénero, procedentes de las Montañas de Qinling, han sido citadas y descritas (YÜ & CAI, 1983; CAO & OUYANG, 1987), pero asignadas a géneros o subgéneros (*Digonophyllum*, *Atelophyllum*, *Zonodigonophyllum*, *Dialythophyllum* (*Protodialythophyllum*), etc...) que, en nuestra opinión, son sinónimos de *Mesophyllum* (*Mesophyllum*). Todas ellas están concentradas en el Eifeliense. En el S de China (provincia de Guizhou) representantes del subgénero han sido citados en el Eifeliense y Givetiense (KONG LEI & HUANG, 1978; LIAO & BIRENHEIDE, 1984).

Mesophyllum (*Cystiphylloides*) CHAPMAN, es un taxón cosmopolita durante el Devónico Inferior y Devónico Medio (Lochkoviense-Givetiense). Una sola cita es conocida en el mundo relativa al Devónico Superior (Frasniense Superior) de Polonia (ROZKOWSKA, 1979) pero, por el material figurado no queda claro si la asignación debe corresponder a un cistimorfo o a un Espongonárido relacionado con el género *Utaratuia* CRICKMAY. En China Central, *M.* (*Cystiphylloides*) se encuentra representado por diferentes especies y subespecies pertenecientes al Eifeliense (SOTO & BAYOU, en prensa), de las cuales *Mesophyllum* (*Cystiphylloides*) cf. *macrocystis macrocystis* (SCHLÜTER) (Lám. 2, Fig. 5-8), *M.* (*C.*) *secundum* ssp. A (Lám. 2, Fig. 1,2) y *M.* (*C.*) *secundum* ssp. B (Lám. 1, Fig. 3,4) se citan por primera vez en China durante el Eifeliense; *M.* (*C.*) *simplex* (Lám. 2, Fig. 11,12) y *M.* (*C.*) cf. *sinense* (Lám. 1, Fig. 5,6) fueron ya descritas anteriormente en esta región por YÜ & CAI, 1983. Especies de este taxón, correspondientes al Emsiense Superior y al Givetiense, eran ya conocidas tanto en la provincia de Gansu (YOU & CAI, *op. cit.*; CAO & OUYANG, *op. cit.*), como en el S de China, especialmente en las regiones de Guizhou y Guangxi, donde existen estudios más amplios sobre corales rugosos (JIA & XU, 1977; KONG & HUANG, 1978; JIANG, 1982; LIAO & BIRENHEIDE, 1984; LIAO & CAI, 1987, entre otros).

Es conocido que las faunas de corales rugosos del E de Asia, incluyendo, obviamente, el N y el S de China, pertenecen al «Reino del Viejo Mundo» («Old World Realm», OLIVER, 1977) (LIAO & RUAN, 1988). Existe un provincialismo progresivo a lo largo del Devónico Inferior que alcanza un máximo durante el Emsiense Inferior, para, posteriormente, decrecer también de manera progresiva, hasta alcanzar un relativo cosmopolitismo durante el Frasnense (LIAO, 1990). El estudio de las faunas de corales rugosos de China permitió la diferenciación durante el Devónico Inferior (hasta el Emsiense Inferior) de cuatro provincias biogeográficas (LIAO & RUAN, 1988): Junggar-Hinggan, Uralo-Tianshan, Paleotética y S China (Fig. 3). Antes del Emsiense Superior, la provincia

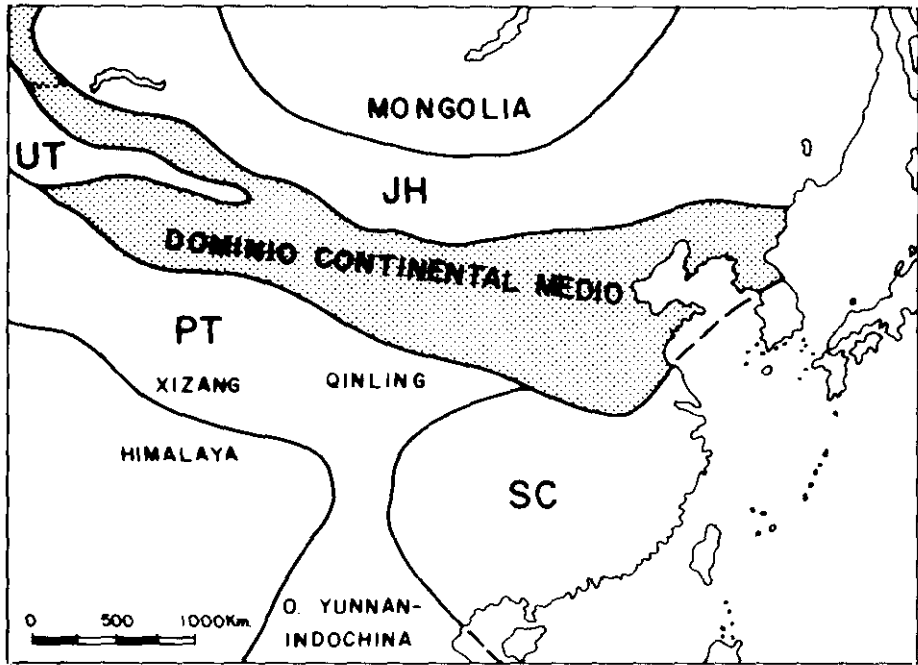


Figura 3.—Provincias biogeográficas coralinas devónicas del Este de Asia. JH: Provincia de Junggar-Hinggan; UT: Provincia Uralo-Tianshan; PT: Provincia Paleotética; SC: Provincia del S de China. En el Dominio Continental Medio hay ausencia de depósitos devónicos. (Según LIAO WEI-HUA, 1990).

Figure 3.—Devonian coral biogeographic provinces of E Asia. JH: Junggar-Higgan Province; UT: Uralo-Tianshan Province; PT: Palaeotethyan Province; SC: South China Province. In the Mid-Continental Domain, Devonian deposits are absent. (LIAO WEI-HUA, 1990).

Paleotética tuvo una gran influencia de elementos australianos e incluía la región de Xizang (Tíbet) y la del O de Yunnan, mientras que la provincia del S de China permaneció cerrada a influencias externas, manteniendo un alto grado de endemismo (WANG YU *et. al.*, 1984, HONG-FEI & BOUCOT, 1990, LIAO, 1990). Sin embargo, durante el Emsiense Superior y Eifeliense, las dos provincias, Paleotética y S de China, que hasta el Emsiense Inferior permanecieron aisladas una de otra, empiezan a mostrar relaciones cada vez más acusadas entre sí, así como con el O y E de Europa, O de Norteamérica y Australia. Así, a partir del Emsiense Superior, ambas provincias pierden su característico aislamiento anterior para formar el denominado por algunos autores Dominio Intercontinental del S de Asia (LIAO & RUAN, 1988, p. 597), relacionado con el viejo Paleotetis y constituido por las regiones de Kunlun-Qinling, Xizang (Tíbet), S de China y O de Yunnan-Indochina.

Las faunas de corales rugosos cistimorfos estudiadas por SOTO & BAOYU (en prensa), pertenecientes al Emsiense-Eifeliense del SO de las Montañas de Qinling, parecen apoyar las hipótesis paleobiogeográficas propuestas por otros autores (WANG *et. al.*, 1984, HOU & BOUCOT, 1990, entre otros), tanto con respecto al Dominio Intercontinental del S de Asia (LIAO & RUAN, 1988, LIAO, 1990), como por lo que respecta a la pertenencia de esta región de China Central al Reino del Viejo Mundo.

Los hallazgos de *Cayugaea* en el Emsiense Superior-Eifeliense del SO de las Montañas de Qinling ponen de manifiesto la existencia de relaciones entre los corales cistimorfos de las Formaciones Jeffersonville (Kentucky, U.S.A.), Moniello y Santa Lucía (Asturias y Leon, NO de España), Dangduo y Lure (provincia de Gansu, China Central). Para el resto de taxones citados de este mismo grupo pertenecientes a *Mesophyllum* (*Mesophyllum*) y *M. (Cystiphyllodes)*, las afinidades de China Central con el E de América durante este tiempo no son claras; sin embargo, se pueden relacionar, sin dificultad, con taxones ya descritos en el O de Europa (Alemania, Bélgica, Austria, España), E de Europa (los Urales y Kuznets), S de China (Guizhou y Guangxi) y NO de Canadá (Mackenzie) (LIAO & BIRENHEIDE, 1984).

Todas estas consideraciones pueden, a nuestro juicio, ser también confirmadas por grupos diferentes de corales rugosos, actualmente en estudio, procedentes del SO de las Montañas de Qinling, parte de los cuales han sido ya descritos por otros autores (YÚ & CAI, 1983, CAO & OUYANG, 1987) y que serán objeto, también por nuestra parte, de publicación ulterior.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones de LIN BAOYU en España fueron posibles gracias al disfrute de una estancia temporal, en régimen de sabático (SAB 91-0125), otorgada por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica (DGICYT), que le permitió permanecer en el Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo durante un año (Noviembre de 1991 a Octubre de 1992) y facilitó nuestro trabajo en estrecha colaboración.

Recibido el día 2 de Noviembre de 1993

Aceptado el día 8 de Mayo de 1994

BIBLIOGRAFÍA

- BULTYNCK M., COEN-AUBERT M., DEJONGHE L., GODEFROID J., HANCE L., LACROIX D., PREAT A., STAINIER P., STEEMANS Ph., STREEL M., et TOURNEUR F. (1991): Les Formations du Devonien Moyen de la Belgique. *Service Géologique Belgique*, Mémoire n.º 30, 1-105.
- CAO X. D. (1987): Late Silurian to Devonian Stratigraphy and Palaeontology in Luqu and Tewo regions of West Qinling Mountains. In: Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica (Eds.): Late Silurian-Devonian strata and fossils from Luqu-Tewo area of West Qinling Mountains, China. *Nanjing University Press*, 1-138. (En chino con resumen en inglés).
- CAO X. D. & OUYANG X. (1987): Late Silurian and Devonian Rugose corals from Luqu and Tewo regions, West Qinling Mountains. In: Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources and Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica (Eds.): Late Silurian-Devonian strata and fossils from Luqu-Tewo area of West Qinling Mountains, China. *Nanjing University Press*, 139-202. (En chino con resumen en inglés).
- HOU H. F. & BOUCOT A. J. (1990): The Balkash-Mongolia-Okhotsk Region of the Old World Realm (Devonian). In: MCKERROW W. S. & SCOTSESE C. R. (Eds.): Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. *Geological Society*, 297-303.
- JIA H. Z. & XU S. Y. (1977): Atlas of fossils of Central and South China. Part II: Corals (Devonian-Permian). *Geological Publishing House*, Beijing, 109-270, 675-742, 763-790. (En chino).
- JIANG S. (1982): The palaeontological Atlas of Hunan. 2. Stratigraphy and Palaeontology. In: Geological Bureau of Hunan (Ed.): Anthozoa. *Geological Publishing House*, Beijing, 81-161. (En chino).
- KONG L. & HUANG Y. M. (1978): Atlas of the Palaeontology of the southwestern regions of China, Guizhou Volume. Cambrian to Devonian. In: Guizhou stratigraphy and palaeontology working team (Ed.): Tetracoralla. *Geological Publishing House*, Beijing, 35-161. (En chino).
- LIAO W. H. (1990): The biogeography affinities of East Asian Corals. In: MCKERROW W. S. & SCOTSESE C. R. (Eds.): Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. *Geological Society*, Memoire 12, 175-179.
- LIAO W. H. & BIRENHEIDE, R. (1984): Rugose Korallen aus dem Givetium von Dushan, Provinz Guizhou, S-China. 1: «Cystimorpha». *Senckenbergiana Lethaea*, 65 (4/6): 265-295.
- LIAO W. H. & CAI T. (1987): Sequence of Devonian rugose coral assemblages from Northern Xijiang. *Acta Palaeontologica Sinica*, 26 (6): 689-707.
- LIAO W. H. & RUAN Y. (1988): Devonian of East Asia. In: McMILLAN N. I., EMBRY

- A. F. & GLASS D. J. (Eds.): Devonian of the world. *Proceedings 2^o International Symposium Devonian System*, Calgary, **1**: 597-606.
- LIAO W. H. & LI D. Q. (1991): Species of Rugose Corals from Xihanshui Group of Qinling Mountains. *Acta Palaeontologica Sinica*, **30** (5): 601-615. (En chino con resumen en inglés).
- McLEAN R. A. (1976): Middle Devonian Cystiphyllid Corals from the Hume Formation, Northwestern Canada. *Geological Survey of Canada*, **274**: 1-80.
- OLIVER W. A. (1977): Biogeography of late Silurian and Devonian Rugose Corals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, **22**: 85-135.
- RÓZKOWSKA M. (1979): Contribution to the Frasnian Tetracorals from Poland. *Paleontologia Polonica*, **40**: 3-56.
- SOTO F. y BAOYU L. (en prensa): Corales rugosos cistimorfos del Devónico del SO de las Montañas de Qinling (provincia de Gansu, China). *Gèobios*.
- STUMM E. C. (1968): Rugose corals of the Silica Formation (Middle Devonian) of Northwestern Ohio and Southeastern Michigan. *Contributions from the Museum of Paleontology, University of Michigan*, **22**(5): 61-70.
- WANG Y., BOUCOT, A. J., RONG J. Y. & YANG X. CH. (1984): Silurian and Devonian biogeography of China. *Geological Society of America Bulletin*, **95**: 265: 279.
- YŪ CH. M. & CAI Z. Q. (1983): Early middle Devonian Rugose Corals from the Lure Formation of Diebu in Gansu province. *Gansu Geology*, **1**: 1-77. (En chino con amplio resumen en inglés).

