



Braquiópodos del Pérmico medio (Wordiano) de las Delicias, Coahuila, México

Heredia-Jiménez, Daniela P.^a; Alanis-Pavón, Alberto^b; Quiroz-Barragán, Jesús^c;
Becerra-Rodríguez, Angel G.^d; Torres-Martínez, Miguel A.^{e,*}

^a Calle Volcán Calminin No. 5, Colonia Unidad Habitacional La Pradera 2da. Sección, 07509, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México.

^b Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México.

^c Museo Paleontológico de La Laguna, Av. Juárez 580, Poniente, Colonia Centro, 27000, Torreón, Coahuila, México.

^d Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil, #1301, Pte. A.P. 175, 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

^e Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Av. Universidad 3000. Colonia Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, México.

* miguelatm@geologia.unam.mx

Resumen

Se describen cinco especies de braquiópodos pertenecientes a los órdenes Productida, Athyridida, Rhynchonellida y Spiriferinida del Wordiano (Guadalupiano medio) de la Formación Las Delicias, suroeste de Coahuila, México. Los especímenes estaban depositados en areniscas calcáreas y calcarenitas de una localidad perteneciente a la unidad Difunta (Wordiano–Capitaniano). Se revisó y reclasificó a *Neochonetes* (*Neochonetes*) *foshagi*, además de hacer más completa su descripción original. La ocurrencia de *N. (N.) foshagi* y *Liosotella rugosa* corroboró la edad Wordiana de las rocas portadoras. La conservación de los especímenes, las características sedimentarias y la asociación fósil permitieron establecer que los braquiópodos se depositaron en un paleoambiente de tipo periarrecifal. Se confirma la pertenencia de estas especies a la Provincia Biótica Grandiana durante el Pérmico medio, siendo este su primer reporte para el estado de Coahuila, México.

Palabras clave: Brachiopoda, Guadalupiano medio, Formación Las Delicias, paleobiogeografía, México.

Abstract

Five species of brachiopods of the orders Productida, Athyridida, Rhynchonellida and Spiriferinida from the Wordian (middle Guadalupian) of the Las Delicias Formation, southwestern Coahuila, Mexico are described. The specimens were deposited in calcareous sandstone and calcarenites of a locality of the Difunta unit (Wordian–Capitanian). *Neochonetes* (*Neochonetes*) *foshagi* was revised and reclassified, in addition, its original description was completed. The occurrence of *N. (N.) foshagi* and *Liosotella rugosa* corroborate the wordian age of the bearing rocks. The preservation of the specimens, sedimentary features and the fossil association allowed establishing that brachiopods were deposited in a peri-reef paleoenvironment. It is confirmed that these species belonged to the Biotic Grandian Province during the middle Permian, this being their first report for Coahuila state, Mexico.

Keywords: Brachiopoda, middle Guadalupian, Las Delicias Formation, paleobiogeography, Mexico.

1. Introducción

La Formación Las Delicias, del Pérmico inferior–medio, aflora ampliamente en diversas localidades de la región de la Sierra Las Delicias, ubicada al suroeste del estado de Coahuila. Dicha sucesión sedimentaria es una de las más representativas del Paleozoico superior de México, y debido a que en los diferentes estratos se registran asociaciones de invertebrados marinos, es que se le considera una de las más importantes en cuanto al registro fósil del Pérmico de México. En esta región se han realizado diversos trabajos, sin embargo, la mayoría se han enfocado en la geología y estratigrafía del área (p.e. King, 1934, 1944; Newell, 1957; Cunningham, 1975; Wardlaw *et al.*, 1979; McKee *et al.*, 1988), más que en el conocimiento de la diversidad del registro fósil. Desde que esta unidad se reportó por primera vez, Haarmann (1913) mencionó la presencia de braquiópodos y corales rugosos en diferentes rocas de la región, los cuales más adelante fueron descritos, junto con un briozoo, por Haack en 1914. Aun cuando fue evidente la gran diversidad de esponjas, corales, gasterópodos, bivalvos, ammonoideos, briozoos, braquiópodos y crinoideos en la Formación Las Delicias, los estudios taxonómicos de sus faunas han sido muy escasos, destacando únicamente los trabajos de King *et al.* (1944), en el que se describieron algunos braquiópodos (Cloud, 1944) ammonoideos (Miller, 1944), Strimple (1971) que refirió un crinoideo, Sour-Tovar *et al.* (2016) donde se estudiaron a los trilobites *Anisopyge perannulata* y *Ditomopyge cf. whitei*, así como el de Torres-Martínez *et al.* (2019b), en el que se reportaron 30 especies de braquiópodos, de los cuales 18 taxones representaban primeros registros para México. La importancia de conocer la composición biótica de la Formación Las Delicias no solo radica en ampliar el conocimiento de los organismos que habitaron México a finales del Paleozoico, sino también en que, al reconocer las faunas que habitaron la región se podrán establecer correlaciones estratigráficas y paleobiogeográficas más confiables, no solo con localidades de México, sino también con otras regiones de edades coetáneas.

2. Localidad y estratigrafía

Los afloramientos del Pérmico de Coahuila se caracterizan por una sucesión, sin una clara continuidad, de rocas sedimentarias de origen marino, compuesta por lutitas nodulosas, areniscas compuestas con fragmentos líticos ígneos, calizas arcillosas, calizas fosilíferas e intrusiones de origen ígneo (King, 1934; Kelly, 1936; King *et al.*, 1944; Humphrey, 1955; McKee *et al.*, 1988, 1999). En un principio, McKee *et al.* (1988) propusieron el nombre de Cuenca Las Delicias a la zona de Coahuila donde afloraban las rocas paleozoicas; no obstante, para 1999, McKee *et al.* denominaron Formación Las Delicias a las rocas que conformaban el Pérmico inferior–medio

de la región. Dada la composición litológica y faunística del área McKee *et al.* (1999), plantearon que esta unidad estaba conformada por 11 unidades informales, las cuales denominaron litosomas, depositadas en las cercanías de un arco volcánico. Contrariamente, Wardlaw *et al.* (1979) dividieron a la Formación Las Delicias en solo cinco unidades estratigráficas informales, denominadas Las Sardinas (Kunguriano), El Tordillo (Kunguriano–Roadiano), Palo Quemado (Wordiano), La Difunta (Wordiano–Capitaniano) y La Colorada (Capitaniano). Dichas unidades presentan un alcance estratigráfico que va del Cisuraliano superior al Guadalupiano superior, datadas por la ocurrencia de ammonoideos, braquiópodos y fusulinidos.

La localidad Encumbra se ubica entre las coordenadas 26° 22' 39" N y 102° 55' 48" W (Figura 1A–C). De acuerdo con la litología y la fauna, los braquiópodos aparentemente ocurren en la parte inferior de la unidad La Difunta, establecida como de edad wordiana (Guadalupiano medio) (Figura 2). No obstante, su litología es similar al litosoma La Cría, propuesta por McKee *et al.* (1999), la cual se compone principalmente de arenisca calcárea y calcarenita, con presencia de abundantes braquiópodos y ammonoideos.

3. Paleontología sistemática

El material descrito se encuentra depositado en la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM. Los especímenes están registrados con las siglas IGM y su número correspondiente. Dichos ejemplares están preservados como valvas calcificadas desarticuladas. La clasificación y terminología utilizadas están basadas en el Treatise on Invertebrate Paleontology, Brachiopoda de los órdenes Productida (Brunton *et al.*, 2000), Athyridida (Álvarez y Rong, 2002), Rhynchonellida (Savage *et al.*, 2002) y Spiriferinida (Carter y Johnson, 2006).

Orden Productida Sarytcheva y Sokolskaya, 1959
 Suborden Chonetidina Muir-Wood, 1955
 Superfamilia Chonetoidea Bronn, 1862
 Familia Rugosochonetidae Muir-Wood, 1962
 Subfamilia Rugosochonetinae Muir-Wood, 1962
 Género *Neochonetes* Muir-Wood, 1962

Subgénero *Neochonetes* (*Neochonetes*) Muir-Wood, 1962

Especie tipo. *Chonetes dominus* King, 1938.

Neochonetes (*Neochonetes*) *foshagi* Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953)
 Figuras 3A–G

Sinonimia.

Chonetes foshagi, Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953), p. 25, 26, lám. 6B, figs. 8–12.

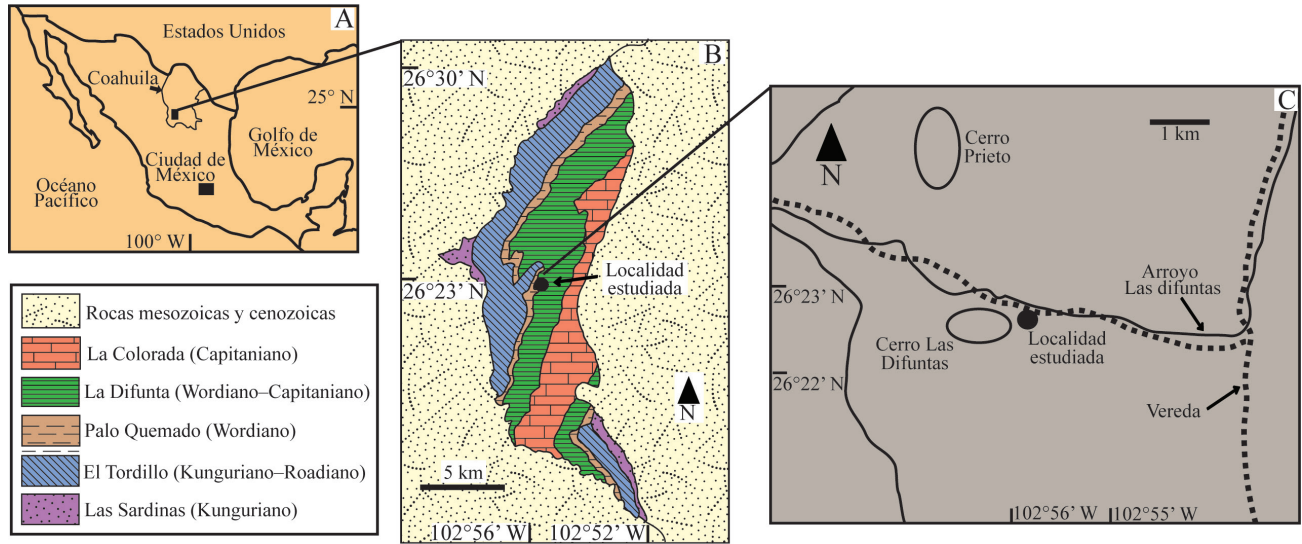


Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad donde estaban depositados los braquiópodos. A: Mapa de México, indicando la ubicación de la Sierra Las Delicias. B: Mapa geológico del Pérmico de las Delicias (modificado de Wardlaw *et al.*, 1979). C: Localidad donde fueron encontrados los braquiópodos estudiados.

Material. Cinco valvas ventrales (IGM 11406-11410), dos valvas dorsales (IGM 11411, 11412) y tres moldes internos dorsales (IGM 11413-11415).

Ocurrencia. Areniscas calcáreas y calcarenitas de la localidad Encumbrada, Wordiano de la Formación Las Delicias, Coahuila, México.

Discusión. Los ejemplares de Coahuila presentan las características mencionadas por Brunton *et al.* (2000) para el género y subgénero *Neochonetes*, así como los rasgos señalados por Cooper para la especie *Chonetes foshagi*, descrita para el Wordiano del Antimonio, Sonora (Cooper *et al.*, 1953, p. 25, lám 6B, figs. 8–12). Los atributos que permiten corroborar que se trata de la especie referida son la concha pequeña, cóncavo-convexa, contorno subrectangular, con el ancho mayor a la mitad del largo total; línea de charnela más corta que el ancho máximo; midiendo hasta 12 mm de largo por 17 mm de ancho; comisura anterior fuertemente uniplicada; ornamentada con costillas muy finas, de 5 a 7 por 1 mm en el margen anterior, y una línea de 5 a 6 espinas angulares a cada lado de la línea de charnela; valva ventral convexa en perfil lateral, principalmente en la región anterior, flancos con ligeras pendientes posterolaterales; pico pequeño; región umbonal moderadamente inflada; interarea corta, apsaclina, con un pseudodeltidio vestigial; extremidades cardinales planas y ligeramente convexas; margen anterior ampliamente redondeado y poco profundo con surco que se origina en el umbo y se extiende hasta la región anterior; valva dorsal con extremidades cardinales planas, pliegue bajo, visible en la mitad anterior; interior con un proceso cardinal pequeño, septo medio largo que sobrepasa la mitad del largo total, anteriormente elevado; crestas braquiales subcirculares y crestas fosetales desarrolladas. Esta descripción, aparte de actualizar el género taxonómico, complementa las

características morfológicas registradas inicialmente por Cooper para la especie, dado que el material reportado en 1953 consta únicamente de valvas externas.

Suborden Productidina Waagen, 1883
Superfamilia Productoidea Gray, 1840
Familia Productellidae Schuchert, 1929
Subfamilia Marginiferinae Stehli, 1954
Tribu Paucispiniferini Muir-Wood y Cooper, 1960

Género *Liosotella* Cooper 1953 (en Cooper *et al.*, 1953)

Especie tipo. *Liosotella rugosa* Cooper 1953 (en Cooper *et al.*, 1953).

Liosotella rugosa Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953)
Figuras 3H–L

Sinonimia.

Liosotella rugosa, Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953), p. 37-39, lám. 10C, figs. 9; lám.11C, figs. 11–18.

Material. Ocho valvas ventrales (IGM 11416–11423).

Ocurrencia. Areniscas calcáreas y calcarenitas de la localidad Encumbrada, Wordiano de la Formación Las Delicias, Coahuila, México.

Discusión. Los especímenes de Coahuila presentan las características diagnósticas descritas para *Liosotella rugosa* del Wordiano (Guadalupiano medio) de la Formación Monos del Antimonio, Sonora (Cooper *et al.*, 1953), tales como una concha cóncavo-convexa, subcuadrada; moderadamente grande, alcanzando hasta 29 mm de largo por 32 mm de ancho; valva ventral fuertemente convexa, con la mayor convexidad en la región media, surco ligeramente a moderadamente profundo, originándose a 5 mm anterior al pico y extendiéndose hasta el margen anterior; aurículas

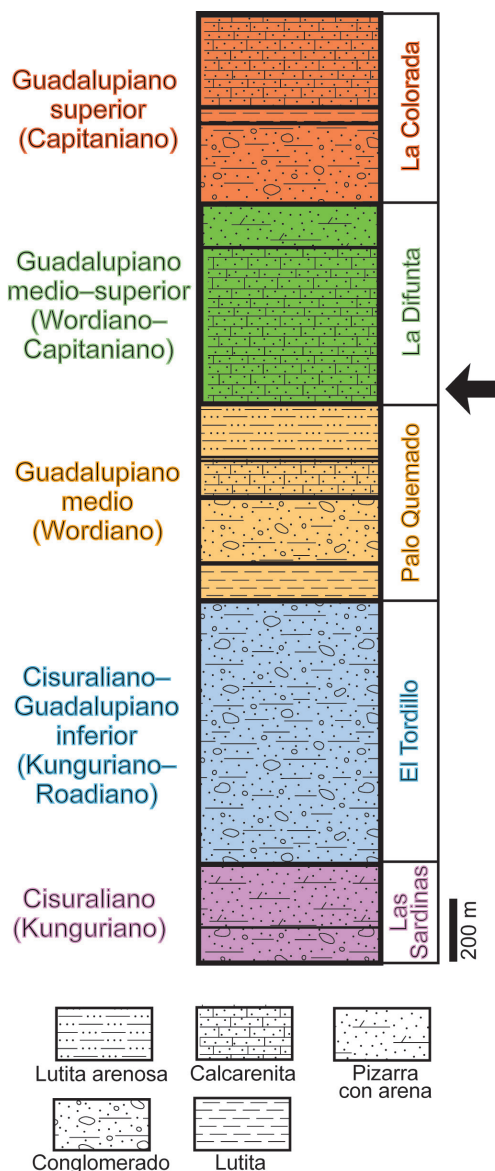


Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación Las Delicias, indicando el nivel aproximado en el que estaban depositados los ejemplares de braquiópodos.

subrectangulares; así como una ornamentación compuesta por: 1) costillas gruesas, de 3 a 4 en un espacio de 5 mm en el margen anterior, 2) espinas dispersas sobre toda la valva, más pequeñas en la región del umbo y 3) seis espinas gruesas, en línea curva, sobre los flancos laterales, las cuales disminuyen de tamaño hacia la región posterior. El conjunto de estos rasgos permitió asociar los ejemplares de Coahuila con aquellos descritos para Sonora (Cooper *et al.*, 1953), diferenciándose sutilmente en el número de costillas, ya que los especímenes del Antimonio presentan de 2 a 3 por cada 5 mm en el margen anterior, mientras que en el material de Las Delicias ocurren de 3 a 4 por cada 5 mm. Esta especie es disimilar de *Liosotella subquadrata* de la Sección las Manuelas I del Capitaniano de la Formación Las Delicias

(Torres-Martínez *et al.*, 2019b), en que su mayor gibosidad se ubica a la mitad del largo total de la valva ventral, con presencia de un surco más profundo, seis espinas en línea curva sobre los flancos laterales, y presencia de costillas más gruesas y menos numerosas.

Orden Athyridida Boucot, Johnson y Staton, 1964
Suborden Athyrididina Boucot, Johnson y Staton, 1964
Superfamilia Athyridoidea Davidson, 1881
Familia Athyrididae Davidson, 1881
Subfamilia Spirigerellinae Grunt, 1965

Género *Composita* Brown, 1849
Especie tipo. *Spirifer ambiguus* Sowerby, 1822.

Composita sp.
Figuras 3M–O

Material. Una concha articulada (IGM 11424) y tres valvas ventrales (IGM 11425–11427).

Ocurrencia. Areniscas calcáreas y calcarenitas de la localidad Encumbra, Wordiano de la Formación Las Delicias, Coahuila, México.

Discusión. Los ejemplares de *Composita* sp. de la Formación Las Delicias coinciden con las características mencionadas por Álvarez y Rong (2002) para el género, como una concha moderadamente biconvexa de contorno subovalado a subpentagonal, con un tamaño de hasta 28 mm de largo y 22 mm de ancho; punta redondeada; foramen alargado, ovalado, permesothyridido; comisura uniplicada a parasurcada; surco ventral en la región anterior, más amplio hacia la comisura; pliegue dorsal moderadamente plano; ornamentados con líneas de crecimiento, que son más pronunciadas hacia la comisura anterior. *Composita* sp. de la Formación de Las Delicias se asemeja a *Composita parasulcata* del Roadiano (Pérmico medio) de Texas (Cooper y Grant, 1976) por la forma externa de la concha, comisura parasurcada y un surco ventral en la parte anterior de los especímenes de mayor tamaño; asimismo es similar a *Composita grandis* del Wordiano (Pérmico medio) de Sonora (Cooper *et al.*, 1953) por la forma externa, comisura uniplicada y el surco poco profundo que forma una lengüeta anterior, moderadamente larga y redondeada, sin embargo la preservación y la falta de estructuras internas no permitió realizar una asignación específica fehaciente.

Orden Rhynchonellida Kuhn, 1949
Superfamilia Wellerelloidea Licharew, 1956
Familia Wellerelloidea Licharew, 1956
Subfamilia Wellerellinae Licharew, 1956

Género *Wellerella* Dunbar y Condra, 1932
Especie tipo. *Wellerella tetrahedra* Dunbar y Condra, 1932.

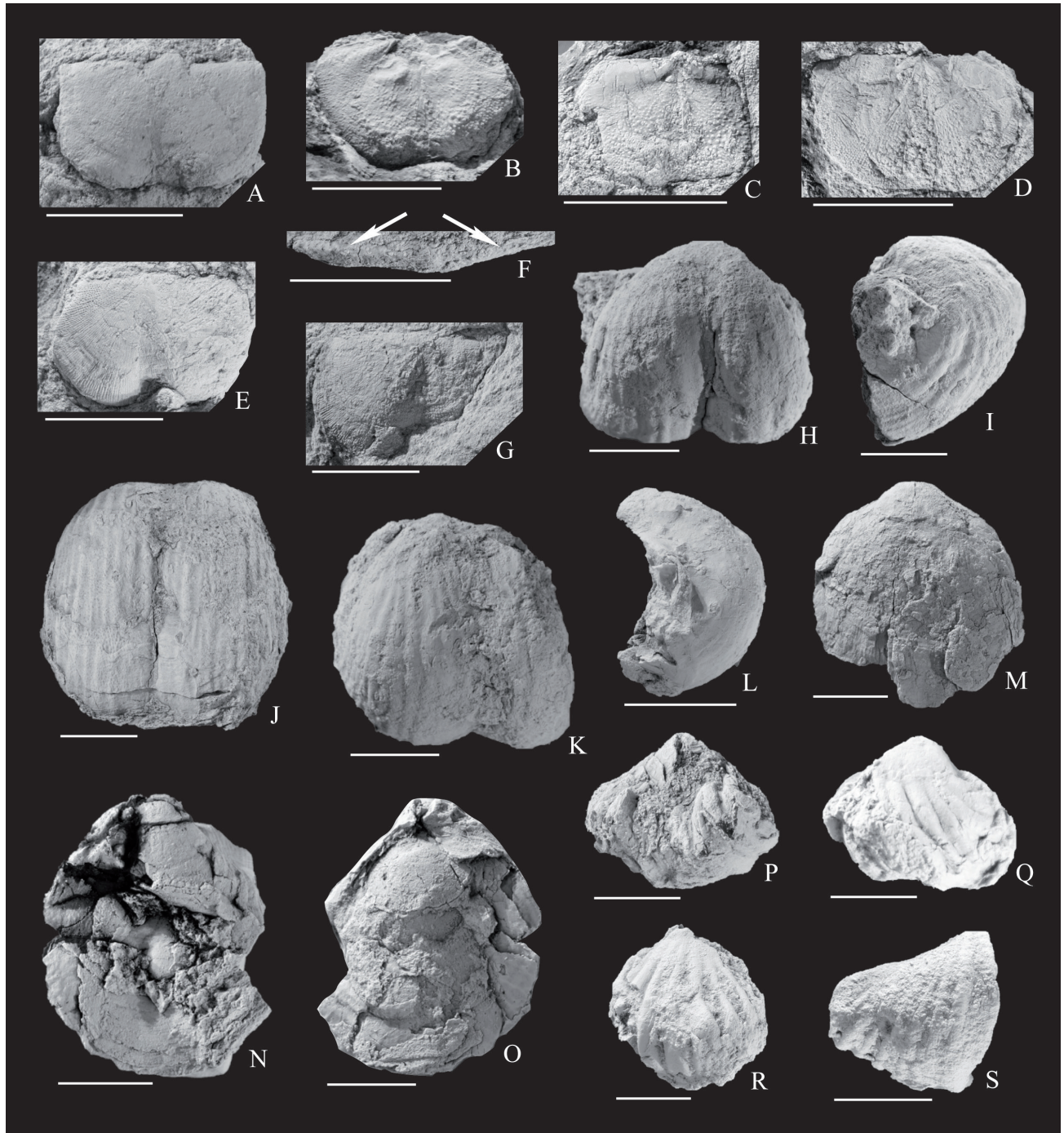


Figura 3. A–G. *Neochonetes (Neochonetes) foshagi* Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953). A: Valva ventral, IGM 11406; B–D: Valvas dorsales, interiores, IGM 11413–11415; E: Valva dorsal, IGM 11411; F: Valva ventral en vista posterior, indicando la posición de las espinas angulares a cada lado de la línea de charnela, IGM 11407; G: Valva dorsal, IGM 11412. H–L. *Liosotella rugosa* Cooper, 1953 (en Cooper *et al.*, 1953). H, I: Valva ventral en vista superior y lateral respectivamente, IGM 11419. M–O. *Composita* sp. M: Valva ventral, IGM 11425; N, O: Ejemplar articulado en vista ventral y dorsal, IGM 11424. P–R. *Wellerella* sp. P, Q: Ejemplar articulado en vista ventral y dorsal, IGM 11428; R: Espécimen articulado y fragmentado en vista dorsal, IGM 11429. S. Punctospiriferido indeterminado. S: Fragmento derecho de valva ventral, IGM 11431. Escala = 1 cm, excepto P–S = 0.5 cm.

Wellerella sp.
Figuras 3P–R

Material. Tres conchas articuladas (IGM 11428–11430).

Ocurrencia. Areniscas calcáreas y calcarenitas de la localidad Encumbrada, Wordiano de la Formación Las Delicias, Coahuila, México.

Discusión. Los especímenes aquí reportados se asignaron al género *Wellerella* por la presencia de rasgos representativos descritos por Dunbar y Condra (1932), como la concha subtriangular, biconvexa en perfil lateral, anteriormente inflada, comisura uniplicada, triserrada; ornamentación conformada de 3 costillas agudas en el pliegue, 2 en el surco y de 5 costillas redondeadas en los flancos, además por la ocurrencia de líneas de crecimiento, más abundantes en el margen anterior. Dichas características, junto con la ocurrencia de extremidades laterales redondeadas son rasgos afines a la especie *Wellerella lemasi* del Wordiano de la Formación Monos del Antimonio de Sonora (Cooper *et al.*, 1953), no obstante, la falta de material y la conservación no permitieron realizar una asignación específica confiable.

Orden Spiriferinida Ivanova, 1972
Familia Punctospiriferidae Waterhouse, 1975

Punctospiriferido indeterminado
Figura 3S

Material. Una valva ventral (IGM 11431).

Ocurrencia. Areniscas calcáreas y calcarenitas de la localidad Encumbrada, Wordiano de la Formación Las Delicias, Coahuila, México.

Discusión. El ejemplar estudiado presenta características morfológicas que permiten relacionarlo con el orden Spiriferinida, tal como la valva ventral transversa, impuntuada; interarea apsaclina alta, bien desarrollada; y extremidades cardinales aladas. Asimismo, la ocurrencia de lamelas regulares a subimbricadas sobre el ejemplar sugieren que pertenece a la familia Punctospiriferidae (Carter y Johnson, 2006, p. 1910), no obstante, debido a la falta de material no fue posible realizar una determinación específica.

4. Discusión

En la localidad estudiada afloran rocas compuestas por terrígenos y carbonatos, tal como areniscas calcáreas, calcarenitas y en menor medida calizas arenosas, en las cuales, los braquiópodos aquí descritos se encontraban asociados a fragmentos de ammonoideos y osículos columnares de crinoideos, así como a algunos restos de plantas. En lo que se refiere al tipo de conservación de los braquiópodos, se puede denotar que las valvas

están permineralizadas con carbonatos, además de hallarse desarticuladas y sin una dirección aparente. Las características sedimentarias de las rocas portadoras, la fauna asociada y el tipo de preservación de los ejemplares fósiles permiten señalar que esta comunidad se desarrolló en un ambiente de aguas someras, de nivel energético medio-alto, alta productividad y un aporte constante de carbonatos. Además, la presencia de terrígenos señala una cercanía con el continente, apoyado por la presencia de algunos restos de plantas; tales características se pueden asociar con un paleoambiente de tipo peri-arrecifal.

A finales del Paleozoico, la Tierra sufrió diversos cambios geológicos globales, los cuales afectaron de diferente forma a todos los organismos, ya sea marinos o terrestres. La presencia del supercontinente Pangea durante el Pérmico temprano–medio influyó en las condiciones ambientales globales, provocando diversos cambios bióticos y abióticos en los mares epicontinentales. El resultado de estos eventos se vio reflejado en el surgimiento de un gran número de taxones endémicos (p.e. foraminíferos y braquiópodos), produciéndose una regionalización genérica y/o específica en diferentes zonas del mundo (Shen *et al.*, 2009). Dado este endemismo, Yancey (1975) propuso que durante el Cisuraliano (Pérmico temprano) se establecieron cuatro provincias paleobiogeográficas en Norteamérica, las cuales ocupaban los terrenos actuales de Canadá, Estados Unidos y norte de México: Boreal, Cordillerana, Grandiana y Exótica. En particular, la biota de México estaba situada dentro de la paleoprovincia Grandiana cuya área, de acuerdo con Yancey (1975), se extendía sobre Coahuila y el centro de Sonora, así como por Texas y Nuevo México en los Estados Unidos. En la actualidad, Venezuela y Guatemala ya se consideran parte de esta misma provincia, principalmente debido a los reportes de braquiópodos y fusulinidos típicos de la región (Kling, 1960; Stehli y Grant, 1970; Hoover, 1981; Torres-Martínez *et al.*, 2018). En el caso de México, se ha detectado que existen diversos taxones de foraminíferos e invertebrados marinos que permiten relacionar diferentes biotas pérmicas del país con las faunas grandianas. Tal es el caso de los braquiópodos, bivalvos y gasterópodos del Cisuraliano de Hidalgo (Sour-Tovar *et al.*, 2005; Quiroz-Barroso *et al.*, 2012); los bivalvos y braquiópodos del Guadalupiano de Guerrero (González-Arreola *et al.*, 1994; Guerrero-Sánchez y Quiroz-Barroso, 2013); y los foraminíferos, ammonoideos y braquiópodos del Cisuraliano y Guadalupiano de Chiapas (Müllerried *et al.*, 1941; Thompson y Miller, 1944; Torres-Martínez *et al.*, 2016, 2019a). Estos registros evidencian que durante el Pérmico hubo una conexión marina que unía estas regiones, aumentando la extensión geográfica de la provincia. Cabe resaltar que para el Pérmico medio (Roadiano–Capitaniano) las provincias Boreal, Cordillerana y Exótica al parecer desaparecieron, perdurando únicamente la Grandiana (Shen y Shi, 2004; Shen *et al.*, 2009). Por otro lado, la ocurrencia de *Neochonetes* (*Neochonetes*) *foshagi* y *Liosotella rugosa* en la Formación Las Delicias corroboran

la edad wordiana para las rocas portadoras, representando además el primer registro de ambas especies para Coahuila, ya que previamente solo se habían descrito para el Wordiano (Guadalupeño medio) de Sonora. La presencia de estos taxones, tanto en Sonora como en Coahuila, confirma su pertenencia a la Provincia paleobiogeográfica Grandiana.

Agradecimientos

Los autores agradecen las correcciones y sugerencias realizadas por Francisco Sour Tovar y un revisor anónimo, las cuales enriquecieron el manuscrito original. También se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México por financiar este trabajo mediante el proyecto PAPIIT IA102618.

Referencias

- Álvarez, F., Rong, J.Y., 2002, Order Athyridida, *en* Kaesler, R.L. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Revised 3: Geological Society of America & Paleontological Institute, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas, 4, 1475–1583.
- Boucot, A.J., Johnson, J.G., Staton, R.D., 1964, On some atrypid, retzioid, and athyridoid Brachiopoda: *Journal of Paleontology*, 38(5), 805–822.
- Bronn, H.G., 1862, Die Klassen und Ordnungen der Weichthiere (Malacozoa): C.F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig & Heidelberg, 3(1), 518 pp.
- Brown, T., 1849, Illustrations of the Fossil Conchology of Great Britain and Ireland, with Descriptions and Localities of All Species: Maclachlan and Stewart, Smith, Elder, Edinburgh and London, 272 pp.
- Brunton, C.H.C., Lazarev, S.S., Grant, R.E., 2000, Order Productida, *en* Kaesler, R.L. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Revised 3: Geological Society of America & Paleontological Institute, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas, 3, 350–361.
- Carter, J.L., Johnson J.G., 2006, Spiriferinida, *en* Kaesler, R.L. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda, Revised 3: Geological Society of America & Paleontological Institute, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas, 5, 1877–1881.
- Cloud, Jr., P.E., 1944, Part III, Permian brachiopods, *en* King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud, Jr., P.E., Miller, A.K. (eds.), Geology and Paleontology of the Permian Area Northwest of Las Delicias, Southwestern Coahuila, Mexico: Geological Society of America Special Papers, 52, 49–69. <https://doi.org/10.1130/SPE52-p1>.
- Cooper, G.A., Grant, R.E., 1976, Permian Brachiopods from West Texas, IV: Smithsonian Contributions to Paleobiology, 1923–2285. <https://doi.org/10.5479/si.00810266.21.text>
- Cooper, G.A., Dunbar, C.O., Duncan, H., Miller, A.K., Knight, J.B., 1953, Permian fauna at El Antimonio, western Sonora, Mexico: Smithsonian Miscellaneous Collection, 119(2), 21–80.
- Cunningham, K.D., 1975, Petrology and Petrography of Permian Volcanogenic and Carbonate Rocks Near Las Delicias, Coahuila, Mexico, Texas Christian University, Tesis de Maestría, 72 pp.
- Davidson, T., 1881, On genera and species of spiral-bearing Brachiopoda from specimens developed by Rev. Norman Glass: with notes on the results obtained by Mr. George Maw from extensive washing of the Wenlock and Ludlow shales of Shropshire: *Geological Magazine* (new series, Decade II), 8, 1–13.
- Dunbar, C.O., Condra, G.E., 1932, Brachiopoda of the Pennsylvanian system in Nebraska: Nebraska Geological Survey, Bulletin (Second Series) 5, 1–377.
- González-Arreola, C., Villaseñor-Martínez, A.B., Corona-Esquivel, R., 1994, Permian fauna of the Los Arcos Formation, Municipality of Olinalá, state of Guerrero, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 11(2), 214–221.
- Gray, J.E., 1840, Synopsis of the Contents of the British Museum, forty-second ed: British Museum, London, 370 pp.
- Grunt, T.A., 1965, Nadsemeistvo Athyridasea, *en* Ruzhencev, V.E., Sarycheva T.G. (eds.), Razvitie i smena morskikh organizmov na rubezhe paleozoiia i mesozoiia: Trudy Paleontologicheskogo Instituta, Akademiã Nauk SSSR, 108, 237–253.
- Guerrero-Sánchez, M., Quiroz-Barroso, S.A., 2013, Bivalvos guadalupianos (Pérmico medio) de la Formación Olinalá, Guerrero, México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 65(3), 533–551. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2013v65n3a8>
- Haack, W., 1914, Ueber eine marine Permfauna aus Nordmexiko nebst Bemerkungen über Devon daselbst: *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 66, 482–504.
- Haarmann, E., 1913, Geologische Streifzüge in Coahuila: *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 45, 18–47.
- Hoover, P.R., 1981, Paleontology, taphonomy, and paleoecology of the Palmarito Formation (Permian of Venezuela): *Bulletins of American Paleontology*, 80, 1–138.
- Humphrey, W.E., 1955, Permian glaciation in northern Mexico?: *Geological Society of America Bulletin*, 66, 1319–1324. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1955\)66\[1319:PGINM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1955)66[1319:PGINM]2.0.CO;2)
- Ivanova, E.A., 1972, Osnovnyye zakonomernosti evolyutsii spiriferid (Brachiopoda): *Paleontologicheskii Zhurnal*, 1971(1), 120–123.
- Kelly, W.A., 1936, Evolution of the Coahuila peninsula, Mexico-Part II, Geology of the mountains bordering the valleys of Acatita and las Delicias: *Geological Society American Bulletin*, 47, 1009–1038.
- King, R.E., 1934, The Permian of southwestern Coahuila, Mexico: *American Journal Science*, 27, 98–112. <https://doi.org/10.2475/ajs.s5-27.158.98>
- King, R.E., 1944, Part I: Geology, *en* King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud Jr. P.E., Miller, A.K. (eds.), Geology and Paleontology of the Permian Area Northwest of Las Delicias, Southwestern Coahuila, Mexico: Geological Society of America Special Papers, 52, 3–35. <https://doi.org/10.1130/SPE52-p1>
- King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud, P.E., Miller, A.K., 1944, Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southwestern Coahuila, Mexico: *Geological Society of America Special Papers*, 52, 1–170. <https://doi.org/10.1130/SPE52-p1>
- King, R.H., 1938, New Chonetidae and Productidae from Pennsylvanian and Permian strata of north central Texas: *Journal of Paleontology*, 12(3), 257–279.
- Kling, S.A., 1960, Permian fusulinids from Guatemala: *Journal of Paleontology*, 34, 637–655.
- Kuhn, O., 1949, Lehrbuch der Paläozoologie. E. Schweizerbart'sche: Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 326 pp.
- Licharew, B.K., 1956, Nadsemeistvo Rhynchonellacea Gray, 1848, *en* Kiparisova, L.D., Markovskii, B.P., Radchenko, G.P. (eds.), Materialy po paleontologii novye semeistva i rody, Vsesoiuznyi Nauchno-Issledovatel'skii Geologicheskii Institut n (VSEGEI), Materialy (Paleontologiya) Moskva: Gos. nauchnotekh. izd-vo lit-ry po geologii i okhrane, nedr, 56–61.
- McKee, J.W., Jones, N.W., Anderson, T.H., 1988, Las Delicias basin: a record of late Paleozoic arc volcanism in northeastern Mexico: *Geology*, 16, 37–40. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1988\)016<0037:LDBARO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016<0037:LDBARO>2.3.CO;2)
- McKee, J.W., Jones, N.W., Anderson, T.H., 1999, Late Paleozoic and early Mesozoic history of the las Delicias terrane, Coahuila, Mexico, *en* Bartolini, C., Wilson, J.L., Lawton, T.F. (eds.), Mesozoic Sedimentary and Tectonic History of North-Central Mexico: Geological Society of America Special Paper, 340, 161–189. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2340-X.161>

- Miller, A.K., 1944, Part IV: Permian cephalopods, *en* King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud Jr. P.E., Miller, A.K. (eds.), *Geology and Paleontology of the Permian Area Northwest of Las Delicias, Southwestern Coahuila, Mexico*: Geological Society of America Special Papers, 52, 71–128. <https://doi.org/10.1130/SPE52-p1>
- Muir-Wood, H.M., 1955, A History of the Classification of the Phylum Brachiopoda: British Museum (Natural History), London, 124 pp.
- Muir-Wood, H.M., 1962, On the Morphology and Classification of the brachiopod suborder Chonetoida: British Museum (Natural History), Monograph, 132 pp.
- Muir-Wood, H.M., Cooper, G.A., 1960, Morphology, classification and life habits of the Productoida (Brachiopoda): Geological Society of America Memoir, 81, 1–447. <https://doi.org/10.1130/MEM81>
- Müllerried, F.K.G., Miller, A.K., Furnish, W.M., 1941, The Middle Permian of Chiapas, southernmost Mexico, and its fauna: *American Journal of Science*, 239(6), 397–406. <https://doi.org/10.2475/ajs.239.6.397>
- Newell, N.D., 1957, Supposed Permian tillites in northern Mexico are submarine slide deposits: *Geological Society of America Bulletin*, 68, 1569–1576. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1957\)68\[1569:SPT INM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1957)68[1569:SPT INM]2.0.CO;2)
- Quiroz-Barroso, S.A., Sour-Tovar, F., Centeno-García, E., 2012, Gasterópodos y bivalvos cisularianos (Pérmico inferior) de Otlamalacatla, Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29, 158–178.
- Sarytcheva, T.G., Sokolskaya, A.N., 1959, O klassifikatsin lozhnoporistykkh brakhiiopod (On the classification of pseudopunctate brachiopods): *Akademiia Nauk SSSR, Doklady (Moscow)*, 125(1), 181–184.
- Savage, N.M., Manceñido, M.O., Owen, E.F., Carlson, S.J., Grant, R.E., Dagens A.S., Dong-Li, S., 2002, Order Rhynchonellida, *en* Kaesler, R.L. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H, Brachiopoda, Revised 3*: Geological Society of America & Paleontological Institute, Boulder, Colorado & Lawrence, Kansas, 4, 1027–1376.
- Schuchert, C., 1929, Classification of Brachiopod Genera, Fossil and Recent, Schuchert, C., LeVene C.M., *Animalia pars 42, en* Pompeckj, J.F. (ed.), *Fossilium Catalogus*, Junk, Berlin, 1, 10–25.
- Shen, S.Z., Shi, G.R., 2004, Capitanian (Late Guadalupian, Permian) global brachiopod paleobiogeography and latitudinal diversity pattern: *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 208, 235–262. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.03.009>
- Shen, S.Z., Xie, J.F., Zhang, H., Shi, G.R., 2009, Roadian-Wordian (Guadalupian, middle Permian) global palaeobiogeography of brachiopods: *Global and Planetary Change*, 65, 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.10.017>
- Sour-Tovar, F., Pérez-Huerta, A., Quiroz-Barroso, S.A., Centeno-García, E., 2005, Braquiópodos y trilobites del Pérmico Inferior del noroeste del Estado de Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 22, 24–35.
- Sour-Tovar, F., Quiroz-Barroso, S.A., Quiroz-Barragán, J., Torres-Martínez, M.A., González-Mora, S., 2016, Presencia de *Anisopyge perannulata* y *Ditomopyge* cf. *D. whitei* (Trilobita, Proetidae) en el Pérmico (Guadalupiense Medio) de la Formación Las Delicias, Coahuila, norte de México: *Paleontología Mexicana*, 5(2), 103–109.
- Sowerby, J., 1821–1822, The mineral conchology of Great Britain, London, Published by the author, 4, 1–114.
- Stehli, F.G., 1954, Lower Leonardian Brachiopoda of the Sierra Diablo: *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 105, 257–358.
- Stehli, F.G., Grant, R.E., 1970, Permian brachiopods from Huehuetenango, Guatemala: *Journal of Paleontology*, 44(1), 23–36.
- Strimple, H.L., 1971, A Permian crinoid from Coahuila, Mexico: *Journal of Paleontology*, 45, 1040–1042.
- Thompson, M.L., Miller, A.K., 1944, The Permian of southernmost Mexico and its fusulinid fauna: *Journal of Paleontology*, 18(6), 481–504.
- Torres-Martínez, M.A., Sour-Tovar, F., Barragán, R., 2016, Permian (Leonardian) brachiopods from Paso Hondo Formation, Chiapas, southern Mexico. Paleobiogeographical implications: *Journal of South American Earth Sciences*, 71, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.06.012>
- Torres-Martínez, M.A., Heredia-Jiménez, D.P., Sour-Tovar, F., Buitrón-Sánchez B.E., Barragán, R., 2019a, Permian brachiopods from Chiapas, Mexico: new stratigraphical and paleobiogeographical insights: *Paläontologische Zeitschrift*, 93(4), 607–624. <https://doi.org/10.1007/s12542-018-0436-2>
- Torres-Martínez, M.A., Heredia-Jiménez, D.P., Quiroz-Barroso, S.A., Navas-Parejo, P., Sour-Tovar, F., Quiroz-Barragán, J., 2019b, A Permian (late Guadalupian) brachiopod fauna from northeast Mexico and their paleobiogeographic affinities: *Journal of South American Earth Sciences*, 92, 41–55. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.03.002>
- Waagen, W.H., 1883, Salt Range Fossils, vol. I, part 4. Productus Limestone fossils, Brachiopoda: *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica (series 13)*, 2, 391–546.
- Wardlaw, B.R., Furnish, W.M., Nestell, M.K., 1979, Geology and paleontology of the Permian beds near Las Delicias, Coahuila, Mexico: *Geological Society of America Bulletin*, 90(1), 111–116. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1979\)90<111:GAPOTP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1979)90<111:GAPOTP>2.0.CO;2)
- Waterhouse, J.B., 1975, New Permian and Triassic brachiopod taxa: University of Queensland, Department of Geology, Papers, 7(1), 1–23.
- Yancey, T.E., 1975, Permian marine biotic provinces in North America: *Journal Paleontology*, 49, 758–766.

Manuscrito recibido: septiembre 10, 2019.

Manuscrito corregido recibido: noviembre 28, 2019.

Manuscrito aceptado: diciembre 2, 2019.