

## Presencia de *Anisopyge perannulata* y *Ditomopyge* cf. *D. whitei* (Trilobita, Proetidae) en el Pérmico (Guadalupiano medio) de la Formación Las Delicias, Coahuila, norte de México

Francisco Sour-Tovar<sup>a,\*</sup>, Sara A. Quiroz-Barroso<sup>a</sup>, Jesús Quiroz-Barragán<sup>b</sup>, Miguel Ángel Torres-Martínez<sup>c</sup>, Sergio González-Mora<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Museo de Paleontología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 CDMX, México.

<sup>b</sup>Museo Paleontológico de la Laguna, Torreón, Coahuila.

<sup>c</sup>Instituto de Geología, Departamento de Paleontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 CDMX, México.

<sup>d</sup>Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 CDMX, México.

\* fcosour@ciencias.unam.mx

### Resumen

Se reporta la presencia de dos especies de trilobites proétidos, *Anisopyge perannulata* y *Ditomopyge* cf. *D. whitei*, en estratos del Pérmico medio de la Formación Las Delicias en la localidad Las Difuntas, suroeste de Coahuila. Los trilobites forman parte de una fauna con abundantes fusulínidos, esponjas, corales, braquiópodos, moluscos y otros invertebrados. Entre ellos resalta la presencia de *Waagenoceras dieneri*, *Pseudagathiceras difuntense*, *Eumedlicottia burckhardtii* y otros cefalópodos que permiten establecer una edad del Wordiano-Capitaniano (Guadalupiano medio) para las rocas portadoras.

Palabras clave: *Anisopyge*, *Ditomopyge*, Coahuila, Formación Las Delicias, Pérmico medio, trilobites.

### Abstract

Two species of proetid trilobites, *Anisopyge perannulata* and *Ditomopyge* cf. *D. whitei*, are found in the Middle Permian strata of the Las Delicias Formation, southwestern Coahuila. These trilobites are associated with abundant fusulinids, sponges, corals, brachiopods, mollusks and other invertebrates. The presence of *Waagenoceras dieneri*, *Pseudagathiceras difuntense*, *Eumedlicottia burckhardtii* and other cephalopods allow us to establish a Wordian-Capitanian (Middle Guadalupian) age for bearing strata.

Keywords: *Anisopyge*, *Ditomopyge*, Coahuila, Las Delicias Formation, Middle Permian, trilobites.

## 1. Introducción

La existencia de afloramientos de rocas sedimentarias del Pérmico en el suroeste de Coahuila fue dada a conocer por King (1934). La geología general de la región y gran parte de su fauna fósil fue descrita en la monografía editada por King *et al.* (1944); dentro de esa fauna resalta la diversidad de fusulinidos (Dunbar, 1944), esponjas (Rigby y Senowbari-Daryan, 1995), braquiópodos (Cloud, 1944), bivalvos, gasterópodos y cefalópodos (Miller, 1944), invertebrados que están presentes en diferentes niveles de la Formación Las Delicias. Posteriormente se ha profundizado en el análisis de la información paleogeográfica, paleoambiental, tectónica o de otra índole que brindan esos afloramientos: por ejemplo, McKee *et al.* (1999), quienes proponen el nombre de la formación, concluyen que los afloramientos pérmicos del suroeste de Coahuila son parte del Terreno Coahuiltecano, unidad tectonoestratigráfica que en gran medida se acumuló, a largo del Misisípico-Pérmico, en un arco proximal con condiciones de aguas profundas; los mismos autores explican el origen de los estratos fosilíferos de la Formación Las Delicias a partir de múltiples eventos de movimientos de masa que dieron origen a 11 unidades: 7 litosomas con rasgos caóticos y 4 litosomas con estratificación reconocible; y señalan que en todo el conjunto se observa una alta influencia de actividad volcánica que dio origen a volcanoclastos andesíticos y dacíticos de muy diversos tamaños y que se estratifican con rocas clásticas ricas en carbonatos y rocas calcáreas.

Existiendo otros trabajos que detallan aspectos sedimentológicos o tectónicos de las localidades pérmicas del suroeste de Coahuila, es notable que desde los trabajos de King *et al.* (1944) no se han dado nuevas referencias paleontológicas, pese a que existen grupos de organismos que no se han descrito formalmente, que fueron parte importante de sus comunidades y que son de importancia en análisis paleoambientales o paleogeográficos. Un ejemplo son los trilobites, grupo biológico que durante el Pérmico se encuentra en declive, tanto en diversidad como en abundancia, pero que sigue siendo un componente clave de las comunidades de finales del Paleozoico. Los especímenes que se describen en el presente trabajo, pese a lo escaso y fragmentario de su registro, permiten reconocer la presencia de dos especies de proétidos que confirman relaciones biogeográficas de la fauna pérmica de Coahuila con las de otras localidades de la misma edad de México y Estados Unidos.

## 2. Localidad y estratigrafía

Las localidades fosilíferas de la Sierra Las Delicias son consideradas como las más representativas del Pérmico de Coahuila. Prospecciones recientes, realizadas principalmente por Jesús Quiroz, coautor del presente

trabajo, han fructificado con el hallazgo de ocho ejemplares de trilobites: un ejemplar completo y enrollado, dos pigidios, un cranidio y cuatro fragmentos de distintos pigidios. El material se recolectó en la localidad conocida como Las Difuntas (Figura 1), dada a conocer por King (1934). En esta localidad se midió una sección de 128 metros (Figura 2). Con un predominio de rocas terrígenas, existen estratos delgados de caliza en los que se dio el hallazgo de los restos de trilobites. La base de la sección se localiza en las coordenadas 26° 23' N y 102° 55' W y está compuesta por más de 30 metros de lutita de color morado, no fosilífera, que transicionalmente es seguida por 19 m de lutita café verdoso, 8 m de calcarenita gris oscura poco fosilífera, 56 m de calcarenita gris claro muy fosilífera, 15.5 m de lutita café con intercalaciones de caliza, 3.8 m de caliza gris con abundantes fragmentos de invertebrados, entre ellos trilobites, 30.7 m de estratos muy delgados de lutita y arenisca de color gris y café, 46 m de arenisca calcárea y calcarenita con abundantes braquiópodos chonéticos, 7.5 m de arenisca café claro, 15.5 m de caliza y caliza arcillosa con abundantes fusulinidos, cefalópodos y fragmentos de trilobites, 14 m de arenisca café y finalizando la sección 58 m constituidos por una alternancia de estratos delgados de caliza, calcarenita y arenisca con abundantes fusulinidos, esponjas, fragmentos de crinoides y braquiópodos. En diferentes niveles de la sección, principalmente en los niveles de calcarenita, es común la presencia de cefalópodos entre los que se ha determinado a *Waagenoceras dieneri*, *W. karpinsky*, *W. dieneri girtyi*, *Pseudagathiceras difuntense*, *P. spinosum*, *Eumedlicottia burckhardtii*, *Bitauinioceras* sp., *Paragastrioceras* sp. y *Talassoceras* sp. Estos taxa fueron descritos previamente por Miller (1944) y permiten asignar una edad del Wordiano-Capitaniano (Guadalupiano medio) a los estratos portadores de la fauna y a los trilobites que se describen en este trabajo.

Wardlaw *et al.* (1979) han dividido la sucesión del Pérmico de la Sierra Las Delicias en cinco unidades estratigráficas informales. La basal es llamada Las Sardinas, asignada al Aktastiniano-Leonardiano (Cisuraliano tardío), seguida por El Tordillo del Leonardiano-Roadiano (Cisuraliano tardío-Guadalupiano temprano), Palo Quemado del Wordiano (Guadalupiano medio), La Difunta a la que asignan una edad del Wordiano-Capitaniano (Guadalupiano medio-tardío), y La Colorada de edad Amarassiano (Guadalupiano tardío).

La sección medida en este trabajo de la localidad de Las Difuntas corresponde a la parte superior de la Formación Las Delicias descrita por King *et al.* (1944) y se correlaciona con la base de la unidad informal La Difunta propuesta por Wardlaw *et al.* (1979), (Figura 2), correspondiente a La Cria, uno de los litosomas estratificados estudiados por McKee *et al.* (1999) y que se mencionan en la introducción de este trabajo.

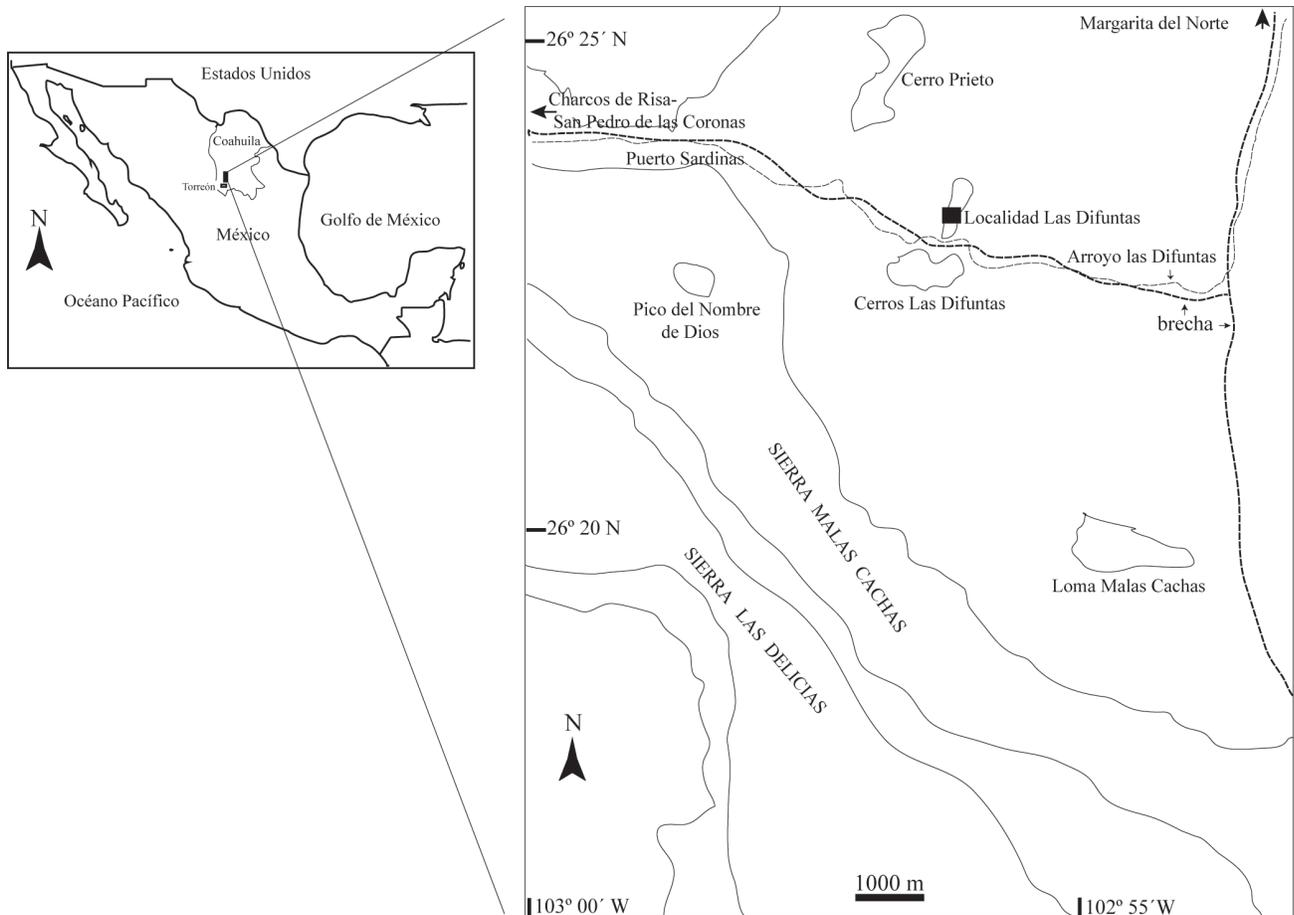


Figura 1. Mapa de localización de la localidad Las Difuntas. El camino de acceso es una brecha que corre paralelo al Arroyo Las Difuntas.

### 3. Paleontología sistemática

Todo el material descrito se recolectó en la sección del Pérmico medio (Wordiano-Capitaniano) que aflora en los cerros de Las Difuntas, y se encuentra depositado en el Museo Paleontológico La Laguna, en la Ciudad de Torreón, Coahuila. Su número de catálogo es antecedido por las siglas MPLL.

Clase TRILOBITA Walch, 1771

Orden PROETIDA Fortey y Owens, 1975

Familia PHILLIPSIIDAE Oehlert, 1886

Género *Anisopyge* Girty, 1908

**Especie tipo.** *Phillipsia perannulata* Shumard, 1858, p. 269, del Pérmico de Missouri y Kansas, Estados Unidos.

*Anisopyge perannulata* (Shumard, 1858)

Figuras 3.A–G

#### Sinonimia.

*Phillipsia perannulata* Shumard, 1858, p. 296; 1859, p. 388, lám. 11, fig. 10; Vogdes, 1887, p. 84; 1890, p. 134; Weller, 1898, p. 423.

*Anisopyge perannulata* Girty, 1908, p. 506-508, lám. 16, figs. 14-19; Weller, J.M. 1944, p.321, lám. 49, figs. 6, 7; Shimer y Shrock, 1944, p. 637, lám. 275, figs. 19-22; Weller, J.M., 1959, p. 402, fig. 307, 6a, b; Chamberlain, 1970, lám. 149, figs. 3, 4, 7, 8, 11, text-fig. 1 y text fig 4; Cisne, 1971, lám. 68, figs. 1,2,7; Chamberlain, 1972, text-fig. 1; Owens, 1983, p. 30-32, lám. 5, figs 2-5, 10, 14; Brezinski, 1992, p. 939-941, figs. 9.21-9.27, 10.1-10.24.

*Anisopyge (Anisopyge) perannulata* Hahn y Hahn, 1970, p. 167.

**Material Examinado.** Ejemplar MPLL-1, cráneo incompleto; ejemplar MPLL-2, fragmento de pigidio; ejemplar MPLL-3, fragmento de pigidio; ejemplar MPLL-4, pleura derecha y parte del axis del pigidio; ejemplar MPLL-5, pleura izquierda y axis; ejemplar MPLL-8, pigidio.

**Descripción.** Cráneo con una anchura de hasta 10.43 mm por 13 mm de largo; glabella subpiriniforme, de perfil convexo, con lóbulo anterior moderadamente inflado y con inclinación continua, ancho máximo en la región palpebral; lóbulo glabellar subrectangular, lóbulo preoccipital medio subrectangular, lóbulo occipital

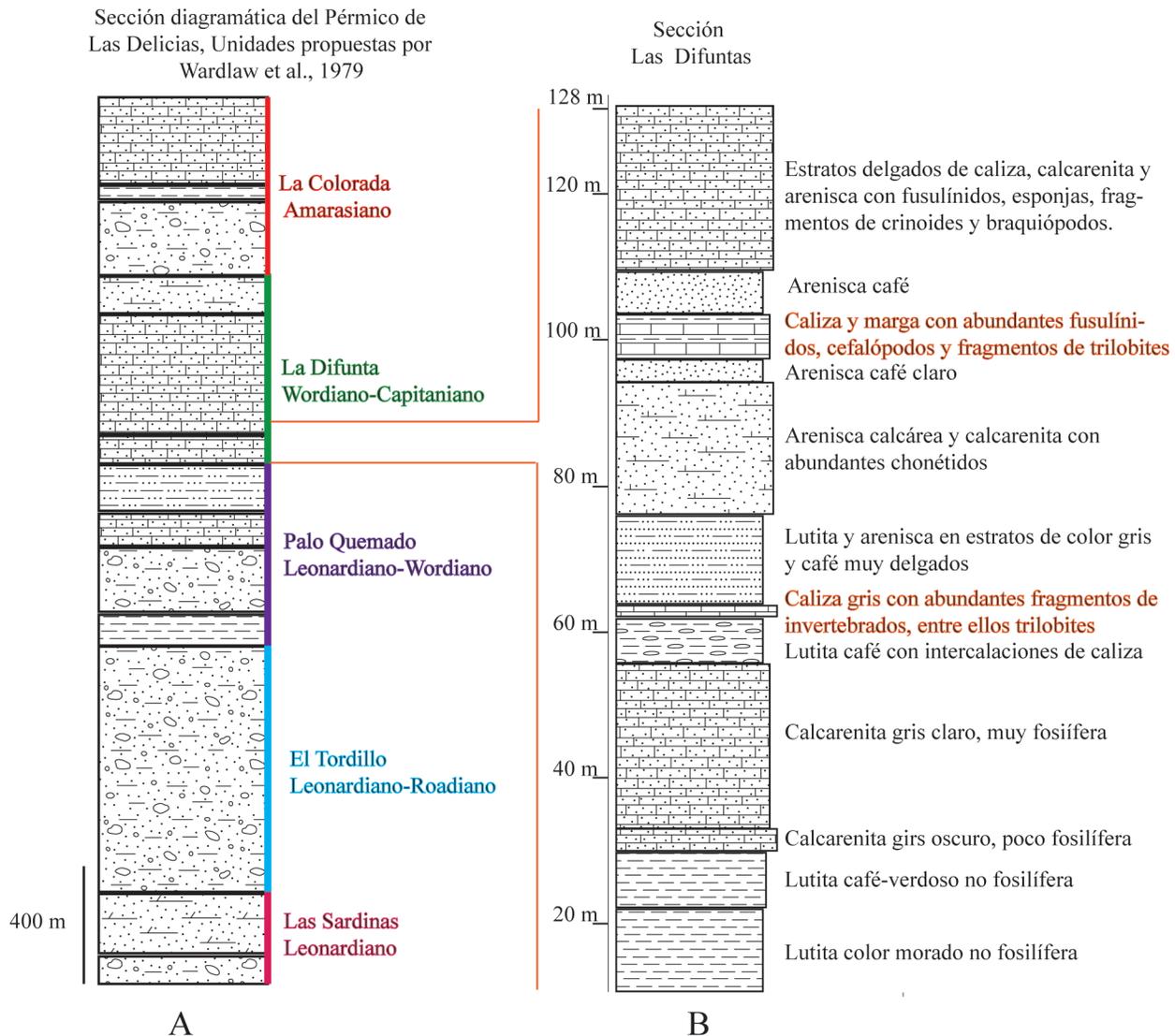


Figura 2. A: Columna general del Pérmico de Las Delicias y unidades estratigráficas informales propuestas por Wardlaw *et al.*, (1979); B: Sección estratigráfica de la localidad Las Difuntas. Los trilobites que se describen en este trabajo se encontraron en estratos de caliza, a 62 – 64 metros y 98 – 110 metros a partir de la base del afloramiento. Esta sección se correlaciona con la parte inferior de la unidad La Difunta propuesta por Wardlaw *et al.*, (1979).

trapezoidal, aislado, surco occipital profundo; ojos grandes, reniformes, en posición sobre un surco ocular ancho; pigidio subtriangular, con márgenes posteriores que se angostan posteriormente; el lóbulo axial del ejemplar MPLL-7 presenta 28 anillos; el lóbulo axial del ejemplar MPLL-8 presenta 27 anillos; cada anillo es muy angosto y está ornamentado en su cresta con gránulos finos; los surcos que separan cada anillo axial son muy estrechos, agudos y someros al igual que el surco axial. Los campos de las pleuras se angostan posteriormente de manera abrupta, presentan 8 costillas anchas que se curvan en mayor grado en la región posterior hasta ser longitudinales; el margen del pigidio es amplio en la parte anterior, disminuye su anchura posteriormente y se extiende hasta el margen posterior.

**Discusión.** *Anisopyge perannulata* es una especie que muestra rangos muy amplios de variabilidad ecofenotípica y

morfológica a través de su ontogenia (Brezinski, 1992). Ello provoca que sus formas adultas, de tamaño grande, lleguen a ser parecidas a especies del género *Ameura* Weller y que formas pequeñas sean similares a individuos de *Sevillia trinucleata* (Herrick) (Brezinski, 1988). Afortunadamente, en los pigidios del material de Coahuila se observa la ornamentación de las crestas de los segmentos axiales, compuesta por gránulos finos y que Chamberlain (1970) nombró de acuerdo a su posición como apodemas en anillo o apodemas interanulares. Esta ornamentación es exclusiva y caracteriza a *Anisopyge perannulata*.

Género *Ditomopyge* Newell, 1931

**Especie tipo.** *Ditomopyge lansingensis* Newell, 1931, p. 268, del Pensilvánico de Kansas, Estados Unidos.

*Ditomopyge* cf. *D. whitei* (Pabian y Fagerstrom, 1972)  
Figuras 3.H–K

**Material Examinado.** Ejemplar MPLL-7, pigidio incompleto de un ejemplar juvenil; ejemplar MPLL-8, trilobite completo, enrollado.

**Descripción.** En el ejemplar completo y enrollado que se colectó, el cranidio tiene una anchura de 14.65 mm y un largo de 13.1 mm; la glabella es subpiriniforme, con el lóbulo anterior moderadamente inflado, con una inclinación continua y el ancho máximo en la región palpebral; el lóbulo glabellar preoccipital está dividido en una región central bordeada por dos pequeños lóbulos glabellares laterales separados por surcos poco profundos; el anillo occipital es ancho, cóncavo axialmente, convexo adaxialmente y con un tubérculo mesial; los lóbulos palpebrales son alargados.

El pigidio se encuentra muy deformado y desgastado en su superficie; de forma ligeramente parabólica; mide 7.3 mm de largo por 12 mm en su anchura mayor y la relación longitud/anchura es aproximadamente de 0.58; se presenta un borde pigidial bien definido; se observan siete lóbulos pleurales geniculados, inclinados en el borde, casi horizontales en la región axial, los lóbulos axiales son anchos, arqueados y se observan 7 segmentos con pústulas poco definidas. El segundo ejemplar consiste en un pigidio aislado que representa a un individuo juvenil, mide 5 mm de largo y se estima un ancho de 6.2 mm; solo se observa la región axial con 9 segmentos y una de las pleuras con 6 segmentos.

**Discusión.** *Ditomopyge whitei* es un proétido que originalmente fue descrito como *Anisopyge whitei* por Pabian y Fagerstrom (1972) y que Brezinski (1992), de manera informal, asigna al género *Ditomopyge*. Pese a la

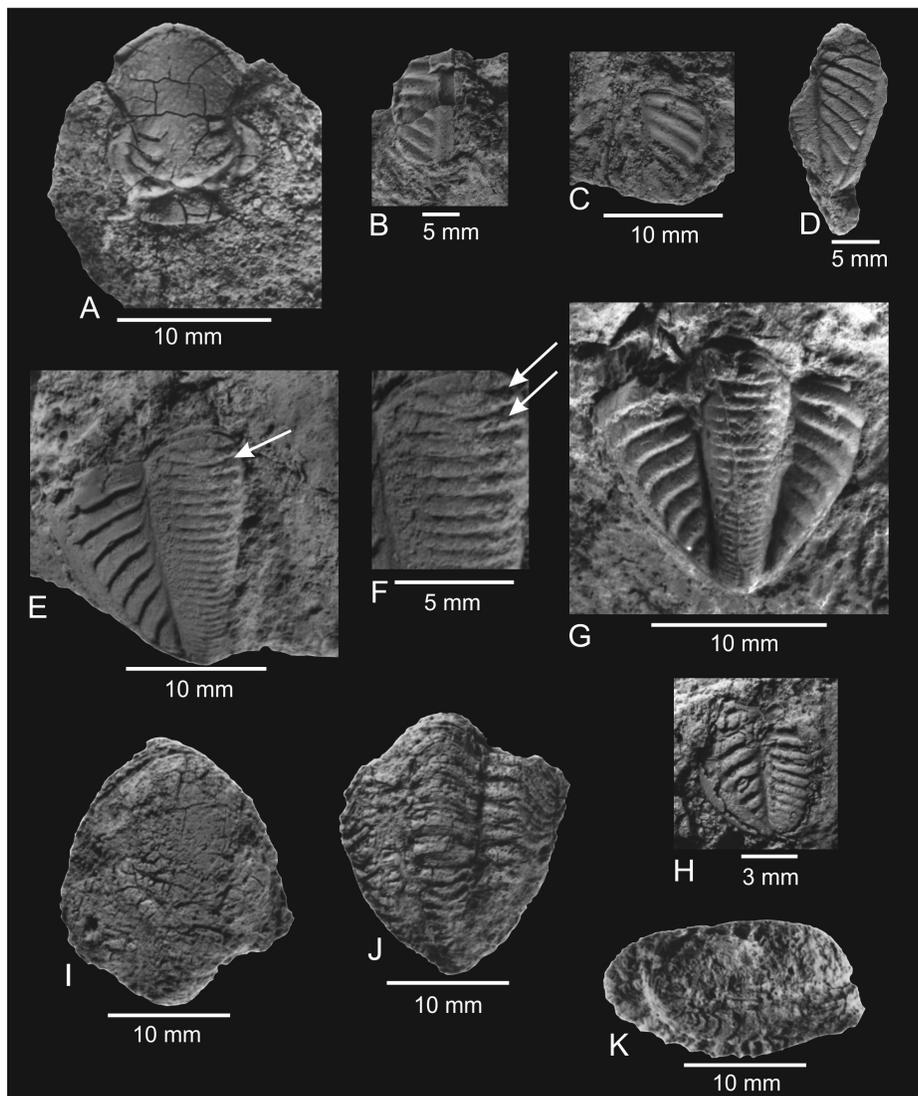


Figura 3. A–G, *Anisopyge perannulata*. A: Ejemplar MPLL-1, cranidio incompleto; B: ejemplar MPLL-2, fragmento de pigidio; C: ejemplar MPLL-3, fragmento de pigidio; D: ejemplar MPLL-4, pleura derecha de pigidio; E: ejemplar MPLL-5, pleura izquierda y axis; F: ejemplar MPLL-5, acercamiento del axis con detalle de los apodemas interanulares. G: ejemplar MPLL-6, pigidio. H–K, *Ditomopyge* cf. *D. whitei*. H: ejemplar MPLL-7, pigidio incompleto de un ejemplar juvenil; I–K: ejemplar MPLL-8, trilobite completo, enrollado; I: vista dorsal, cefalón; J: pigidio; K: vista lateral.

informalidad, en este manuscrito se utiliza la nominación *Ditomopyge whitei* que es la que aparece en la Paleobiology Database (2016).

Los rasgos morfológicos de los dos ejemplares de *Ditomopyge* cf. *D. whitei* de Las Difuntas son similares a los que presentan *Delaria sevilloidia* del Pérmico de Arizona (Brezinzki, 1991) y Carbonífero de Utah (Chamberlain, 1970), y *Anisopyge perannulata* del Pérmico de Missouri y Kansas (Shumard, 1858), pero estas dos especies presentan los lóbulos preoccipitales laterales y medios bien definidos y separados por surcos profundos, una glabela más extendida anteriormente y una ornamentación granular muy clara en todo el esqueleto. Un rasgo que también permite distinguir los ejemplares de *Ditomopyge* cf. *D. whitei*, de *Anisopyge perannulata*, también presente en la localidad de Las Difuntas, es la ausencia de apodemas en anillo y de apodemas interanulares en las crestas de los segmentos axiales del pigidio, rasgos que caracterizan a *A. perannulata* (Chamberlain, 1970). Las especies pérmicas *Novoameura mckeei* de Arizona (Brezinzki, 1991), Utah y Nevada (Cisne, 1971) y *Anisopyge inornata* de Nuevo México (Girty, 1909) se distinguen de *D. whitei* por la forma poco expandida de la región frontal de la glabela y por la gran anchura de los lóbulos glabulares laterales. No se certifica la asignación específica dada la mala conservación de los dos ejemplares estudiados que impide analizar su morfología con más detalle.

#### 4. Consideraciones generales

La presencia conjunta de *Anisopyge perannulata* y *Ditomopyge* cf. *A. whitei* en la Formación Las Delicias, en asociación con las especies de cefalópodos listados previamente, permite correlacionar esta unidad con otras contemporáneas que afloran en la región centro-oeste de Estados Unidos, por ejemplo, con la *Coal Measures* del Pérmico de Missouri y Kansas (Shumard, 1858). En México, *Ditomopyge whitei* se ha referido, como *Anisopyge whitei*, para el Pérmico inferior (Cisuraliano) de la Formación Tuzancoa, en el área de Tianguistengo-Otlamalacatla, Hidalgo, (Sour-Tovar et al., 2005). En la localidad del Estado de Hidalgo no se han encontrado cefalópodos asociados, pero sí fusulínidos (Vachard et al., 1997), braquiópodos (Sour-Tovar et al., 2005) y moluscos gasterópodos y bivalvos (Quiroz-Barroso et al., 2012) que se relacionan con faunas de la Provincia Biogeográfica Grandiana. Las faunas de localidades más jóvenes de México, incluyendo las del Pérmico medio de Coahuila, poseen una composición diferente, en ellas se siguen encontrando taxones de afinidad principalmente grandiana pero paulatinamente se enriquecen con géneros y especies típicos de la Provincia Biogeográfica Cordillerana (Guerrero-Sánchez y Quiroz-Barroso, 2013; Sour-Tovar y Quiroz-Barroso, 2015). Este cambio faunístico ocurre en toda la región marina que se extendió desde el centro-este de Norteamérica hasta por lo

menos el sureste de México. La diversidad de comunidades que se encuentran en las localidades fosilíferas del Pérmico de México, demuestra la heterogeneidad ambiental que presentó ese océano, así como los cambios geográficos que se dieron en toda la región y que se asocian principalmente al acercamiento de Gondwana-Laurasia y al cierre del cuerpo oceánico que separaba a estos grandes continentes (Rosales-Lagarde et al., 2005; Sour-Tovar y Quiroz-Barroso, 2015). *Anisopyge perannulata* es un trilobite común en rocas del Pérmico medio de Norteamérica y su presencia en Coahuila permite identificarlo como un posible fósil índice para el Guadalupiano. Debido a que *Ditomopyge* cf. *D. whitei* sólo se ha reportado previamente para el Pérmico inferior (Cisuraliano) de Nebraska, Estados Unidos, e Hidalgo, México, de confirmarse su presencia en Coahuila se deberá extender su alcance estratigráfico hasta el Pérmico medio.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. E. Vaccari y a un revisor anónimo sus muy valiosas observaciones y sugerencias y a Hernández-Campos H. por realizar el trabajo fotográfico.

#### Referencias

- Brezinski, D.K., 1988, Appalachian Carboniferous trilobites: *Journal of Paleontology*, 62(6), 934–945.
- Brezinski, D.K., 1991, Permian trilobites from the San Andres Formation, New Mexico, and their relationship to species from the Kaibab Formation of Arizona: *Journal of Paleontology*, 65(3), 480–484.
- Brezinski, D.K., 1992, Permian trilobites from West Texas: *Journal of Paleontology*, 66 (6), 924–943.
- Chamberlain, C.K., 1970, Permian trilobites species from central Wyoming and west Texas: *Journal of Paleontology*, 44(6), 1049–1054.
- Chamberlain, C.K., 1972, Evolution of the Permian trilobite *Anisopyge*: *Journal of Paleontology*, 46(4), 503–508.
- Cisne, J.L., 1971, Paleoecology of trilobites of the Kaibab Limestone (Permian) in Arizona, Utah and Nevada: *Journal of Paleontology*, 45(3), 525–533.
- Cloud, P.E., Jr., 1944, Part III: Permian brachiopods, en King, R. E., Dunbar, C. O., Cloud, P. E. Jr., Miller, A. K., *Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southwestern Coahuila, Mexico: Geological Society of America Special Paper*, 52, 49–69.
- Dunbar, C.O., 1944, Part II. Permian and Pennsylvanian (?) fusulines, en King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud, P.E. Jr., Miller, A.K., *Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southwestern Coahuila, Mexico: Geological Society of America Special Paper*, 52, 35–48.
- Fortey, R.A., Owens, R.M., 1975, Proetida, a new Order of Trilobites: *Fossils and Strata*, 4, 227–239.
- Girty, G.H., 1908, The Guadalupian fauna: United States Geological Survey Professional Paper, 58, 651 pp.
- Girty, G.H., 1909, *Paleontology*, en Lee, W.T., Girty, G.H., *The Manzano Group of Rio Grande Valley, New Mexico: United States Geological Survey Bulletin*, 389, 41–141.
- 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.
- Hahn, G., Hahn, R., 1970, Trilobitae carbonici et permici II (Proetidae: Griffithinae), en Westphal, F. (ed.), *Fossilium Catalogus I, Animalia* 119, DR. W. Junk N. V., 's Gravenhage, 161–335.

- King, R.E., 1934, The Permian of southwestern Coahuila, Mexico: *American Journal of Science*, 27, 98–112.
- 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.
- 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*: Boulder, Colorado: *Geological Society of America Special Paper*, 340, 161–189.
- Miller, A.K., 1944, Part IV. Permian cephalopods, *en* King, R.E., Dunbar, C.O., Cloud, P.E. Jr., Miller, A.K., *Geology and paleontology of the Permian area northwest of Las Delicias, southwestern Coahuila, Mexico*: *Geological Society of America Special Paper*, 52, 71–128.
- Newell, N.D., 1931, New Schizophoriidae and a trilobite from the Kansas Pennsylvanian: *Journal of Paleontology*, 5(3), 260–269.
- Oehlert, D.P., 1886, Étude sur quelques trilobites du groupe de Proetidae: *Bulletin Society Étude Scientific, Angers*, 15, 121–143.
- Owens, R.M., 1983, A review of Permian trilobite genera, *en* Briggs, D. E., Lane, P.D. (eds.), *Paper in Honor of H. B. Whittington: Special Papers in Palaeontology*, 30, 15–41.
- Pabian, R.K., Fagerstrom, J.A., 1972, Late Paleozoic Trilobites from Southeastern Nebraska: *Journal of Paleontology*, 46(6), 789–816.
- Paleobiology Database, 2016, *disponible en* <<https://paleobiodb.org/cgi-bin/bridge.pl>>, consultado 10 de septiembre de 2016.
- Quiroz-Barroso, S.A., Sour-Tovar, F., Centeno-García, E., 2012, Gasterópodos y bivalvos cisuralianos (Pérmico inferior) de Otlamalacatla, Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 29(1), 158–178.
- Rigby, K., Senowbari-Daryan, B., 1995, Permian sponge biogeography and biostratigraphy, *en* Scholle, P.A., Tadeusz, M.P., Ulmer-Scholle, D.S. (eds.), *The Permian of northern Pangea*: Berlin, Springer-Verlag, 153–166.
- Rosales-Lagarde, L., Centeno-García, E., Dostal, J., Sour-Tovar, F., Ochoa-Camarillo, H., Quiroz-Barroso, S.A., 2005, The Tuzancoa Formation: evidence of an Early Permian Submarine Continental Arc in East-Central Mexico: *International Geology Review*, 47(9), 901–919.
- Shimer, H.W., Shrock, R.R., 1944, *Index fossils of North America*: New York, John Wiley, 837 pp.
- Shumard, B.F., 1858, Notice of new fossils from the Permian strata of New Mexico and Texas, collected by Dr. George G. Shumard, geologist of the United States Government expedition for obtaining water by means of artesian wells along the 32<sup>nd</sup> parallel, under the direction of Capt John Pope, US Corps Topographic Engineers: *Transactions of the Academy of Science of St. Louis*, 1, 290–297.
- Shumard, B.F., 1859, Notice of fossils from the Permian strata of Texas and New Mexico obtained by the United States expedition under Capt. John Pope, for boring artesian wells along the 32<sup>nd</sup> parallel, with descriptions of new species from these strata and the Coal Measures of that region: *Transactions of the Academy of Science of St. Louis*, 1, 387–402.
- Sour-Tovar, F., Pérez-Huerta, A., Quiroz-Barroso, S.A., Centeno-García, E., 2005, Braquiópodos y trilobite del Pérmico del noroeste del estado de Hidalgo, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 22(1), 24–35.
- Sour-Tovar, F., Quiroz-Barroso, S.A., 2015, Lower-Middle Permian brachiopods from two localities of Central-South Mexico: faunas of a closing ocean: *Permophiles: Newsletter of the Subcommittee on Permian Stratigraphy*, 61(1), 82–84.
- Vachard, D., Arellano, J., Buitrón, B., Flores de Díos, A., Yussim, S., 1997, Datación del Leonardiano inferior (Pérmico inferior) en Pemuxco, Hidalgo. Consecuencias Paleogeográficas (resumen) *en* II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados: Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo e Instituto de Geología de la UNAM, Pachuca Hidalgo, sin paginación.
- Vogdes, A.W., 1887, The genera and species of North American Carboniferous trilobites: *Annals of New York Academy of Science*, 4, 69–105.
- Vogdes, A.W., 1890, A bibliography of Paleozoic Crustacea 1698–1889: *U.S. Geological Survey Bulletin*, 63, 1–171.
- Walch, J.E.I., 1771, Die Naturgeschichte der Versteinerungen zur Erläuterung der Knorr'schen Sammlungen von Merkwürdigkeiten der Natur: Nürnberg (Felßbecker), 235 pp.
- 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.
- Weller, J.M., 1944, Permian trilobite genera: *Journal of Paleontology*, 18(4), 320–327.
- Weller, J.M., 1959, Phillipsiidae, *en* Moore, R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part O, Arthropoda I: Kansas, Geological Society of America and University of Kansas Press*, 399–403.
- Weller, S., 1898, Bibliographic index of North American Carboniferous invertebrates: *U.S. Geological Survey Bulletin*, 153, 653 pp.

Manuscrito recibido: Mayo 12, 2016.

Manuscrito corregido recibido: Noviembre 10, 2016.

Manuscrito aceptado: Noviembre 15, 2016.