Paleontología Mexicana
Volumen 9, núm. 1, 2020, p. 31 – 39

Euagnostus interstrictus (White, 1874) (Trilobita: Agnostida) del Cámbrico medio (Miaolingiano-Wuliuano) del cerro El Sahuaral, Sonora central, México

Cuen-Romero Francisco, Javier[a,*], Noriega-Ruiz, Héctor A.[b], Buitrón-Sánchez, Blanca E.[c]

[a] Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
[b] Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora, Luis Donaldo Colosio s/n, entre Sahuaripa y Reforma, Col Centro, CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
[c] Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, 04510, México.

[*] francisco.cuen@ciencias.uson.mx

Resumen

Se describe por primera vez para México el trilobite agnóstido *Euagnostus interstrictus* (White), recolectado en capas del Cámbrico de la Formación El Gavilán (Miaolingiano, Wuliuano) que se localiza en el cerro El Sahuaral, parte central del estado de Sonora. En la localidad aflora una secuencia sedimentaria del Paleozoico inferior representada por las formaciones Proveedora, Buelna, Cerro Prieto y El Gavilán, con una litología predominante de cuarzoarenita, caliza y lutita. Esta secuencia está caracterizada por una abundante y diversa biota fósil, la cual consiste en icnofósiles, algas oncolíticas, esponjas, hiolítidos, braquiópodos y trilobites. Las rocas cámbricas del área de Sonora central se depositaron como parte de una potente secuencia de sedimentos del margen occidental del cratón de Laurentia en un ambiente de plataforma exterior. Se confirma la distribución cosmopolita de *Euagnostus interstrictus*, ya que se encuentra ampliamente distribuida en localidades como el norte de Australia (Territorio del Norte y Queensland), Europa (Dinamarca), Estados Unidos de América (Utah y Nevada) y México (Sonora).

Palabras clave: *Cámbrico, Euagnostus, México, Sonora, Trilobite.*

Abstract

We describe, for the first time in Mexico, the agnostid trilobite Euagnostus interstrictus (White), collected from Cambrian strata of the El Gavilán Formation (Miaolingian, Wuliuan) which is located in the El Sahuaral hill, on the central part of the state of Sonora. A lower Paleozoic sedimentary sequence is exposed in the study site, represented by the Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, and El Gavilán formations, with a predominant lithology of quartz-arenite, limestone and shale. This sequence is characterized by an abundant and diverse fossil biota, consisting of ichnofossils, oncolytic algae, sponges, hyolithids, brachiopods, and trilobites. The Cambrian rocks from the central Sonora area were deposited as part of a thick sedimentary sequence from the western margin of the Laurentia craton in an outer shelf environment. The cosmopolitan distribution of Euagnostus interstrictus is confirmed, as it is widely distributed in locations such as northern Australia (Northern Territory and Queensland), Europe (Denmark), United States of America (Utah and Nevada) and Mexico (Sonora).

Keywords: *Cambrian, Euagnostus, Mexico, Sonora,Trilobite.*

1. Introducción

Los estudios estratigráficos y paleontológicos de las secuencias sedimentarias del Cámbrico en México se han incrementado de manera trascendental en las últimas décadas, particularmente, en el estado de Sonora (Stewart *et al.*, 2002; Almazán-Vázquez *et al.*, 2006; Nardin *et al.*, 2009; Cuen-Romero *et al.*, 2016, 2018, 2019a, 2019b; Sour-Tovar y Hernández-Barbosa, 2018; Beresi *et al.*, 2019), donde se registra una gran abundancia y diversidad de trilobites, los cuales se encuentran relativamente bien preservados.

La bioestratigrafía del Cámbrico está basada en rangos estratigráficos de trilobites, debido a que tienen una gran diversidad y rápida evolución; particularmente los trilobites agnóstidos, permiten establecer correlaciones a nivel global, mientras que el resto de los grupos presentan un marcado provincialismo, sin embargo, son útiles para reconstrucciones paleogeográficas y como indicadores paleoecológicos (Shergold, 1997; Webster, 2011). El orden Agnostida Salter, es un grupo de gran importancia bioestratigráfica, especialmente durante el Cámbrico-Ordovícico, debido a que sus formas tienen una distribución cosmopolita, no obstante que son considerados como controversiales por presentar rasgos morfológicos poco comunes para los trilobites, indicando características particulares en cuanto a su morfología, función, desarrollo ontogénico y evolución (Ritterbush, 1981; Peng *et al.*, 2012). En general, el grupo de los agnóstidos se caracteriza por ser trilobites de tamaño reducido, isopigios, con solamente dos o tres segmentos torácicos y en ocasiones con ausencia de suturas faciales y oculares (Cotton y Fortey, 2005).

De acuerdo a Cuen-Romero *et al.* (2018), las faunas de trilobites del Cámbrico del estado de Sonora fueron divididas en cuatro regiones por su distribución geográfica y ambiente de depósito: 1) región noroeste (Caborca); 2) región norte (Cananea); 3) región central (San José de Gracia y Mazatán) y 4) región este (Arivechi). Únicamente en la región central y oriente se ha documentado la presencia de trilobites agnóstidos para el Cámbrico medio-superior, donde dominan los géneros *Peronopsis* y *Quadragnostus*. Cuen-Romero *et al.* (2018), reportaron una gran diversidad de trilobites para el estado de Sonora, documentando la presencia de 82 especies; no obstante, los estudios realizados recientemente en la región central del estado señalan la existencia de nuevos taxa para México, por lo cual dicha cifra se ha incrementado.

Estudios recientes en el área de estudio, documentan una secuencia sedimentaria del Cámbrico inferior-medio con abundantes fósiles de invertebrados. Particularmente, en la Formación El Gavilán, se preservaron faunas representativas del Cámbrico medio, mayormente trilobites agnóstidos. El presente trabajo describe e ilustra por primera vez para el Cámbrico en México la especie *Euagnostus interstrictus* (White, 1874), la cual se encuentra asociada con chancellóridos, espículas de esponjas reticulosas, hiolítidos, braquiópodos linguliformes y otros trilobites.

2. Antecedentes y trabajos previos

Los primeros estudios del Cámbrico en México fueron realizados por Cooper y Arellano (1946) y Cooper *et al.* (1952), quienes estudiaron la estratigrafía y contenido paleontológico de la región de Caborca, en el noroeste de Sonora, describiendo por primera vez para el país algas calcáreas, arqueociatos, braquiópodos, moluscos y trilobites. También, estos autores propusieron las formaciones Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arrojos y El Tren.

En la parte central del estado de Sonora, Vega-Granillo (1996), describió la geología estructural de la Sierra de Mazatán, documentando una secuencia de rocas carbonatadas y detríticas con fauna de trilobites característicos de la Zona de *Ehmaniella*. Posteriormente, Nardin *et al.* (2009) estudiaron el eocrinoide *Gogia granulosa* Robison, 1965 recolectado en capas del Cámbrico de la Formación Buelna del cerro El Chihuarruita. Cuen *et al.* (2013), documentaron para la misma localidad, la presencia de escleritos aislados de *Chancelloria eros* Walcott, 1920 y *Diagoniella* sp., asociados a trilobites como *Pentagnostus* (*Meragnostus*) *bonnerensis* (Resser, 1939a), *Oryctocephalites walcotti* Resser, 1938, *Ogygopsis typicalis* (Resser, 1939b) y *Elrathina antiqua* Palmer *in* Palmer y Halley, 1979, indicadores de la Zona de *Mexicella mexicana*. Posteriormente Buitrón-Sánchez *et al.* (2016), estudiaron los icnofósiles de la Formación Proveedora del cerro El Chihuarruita, reportando la presencia de *Skolithos* isp., *Palaeophycus* isp., *Asteriacites* isp. y *Asterosoma* isp. Cuen-Romero *et al.* (2016), describieron la estratigrafía del Cámbrico del área de San José de Gracia, compuesta por cuatro formaciones: Proveedora, Buelna, Cerro Prieto y propusieron una nueva unidad denominada Formación El Gavilán. Buitrón-Sánchez *et al.* (2017), reportaron por primera vez para Sonora central los hiolítidos del Cámbrico *Hyolithes* cf. *H. sonora* Lochman, 1952 y *Haplophrentis reesei* Babcock y Robison, 1988. Cuen-Romero *et al.* (2018), realizaron un análisis bioestratigráfico basado en trilobites para el estado de Sonora, asignando edad a las unidades del Cámbrico. Cuen-Romero *et al.* (2019a), realizaron el primer estudio paleoecológico de los ecosistemas marinos del Cámbrico de México.

La secuencia expuesta en el cerro El Sahuaral, fue estudiada inicialmente por Stewart y Poole (2002), quienes documentaron la presencia de rocas del Cámbrico y una gran abundancia de trilobites del Cámbrico medio. El primer trabajo formal en el área de estudio es el de Beresi *et al.* (2019), quienes describieron, por primera vez del área de estudio, la presencia de escleritomos de chancellóridos articulados, correspondientes a

Chancelloria eros y escleritos aislados de *Allonia tintinopsis* Bengston y Collins, 2015, y *Archiasterella* sp.

3. Localización del área de estudio

Los afloramientos del suroeste del cerro El Sahuaral se encuentran en las coordenadas geográficas 29°2'02" latitud norte y 110°37'12" latitud oeste, ubicados a 7 km al norte de la localidad de San José de Gracia, misma que se localiza a 45 km al noreste de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México (Fig. 1).

4. Estratigrafía

En el cerro El Sahuaral afloran rocas que varían en edad del Precámbrico al Holoceno, sin embargo, en el presente trabajo se hace énfasis en las rocas del Cámbrico, que consiste de las formaciones Proveedora, Buelna Cerro Prieto y El Gavilán (Fig. 2).

La Formación Proveedora está compuesta, de la base a la cima, por una cuarzoarenita de grano fino a grueso, con manchas rojas de oxidación; seguida por una cuarzoarenita de color gris oscuro con la presencia de icnofósiles como *Skolithos* isp. La unidad posee un espesor de 216 m y aflora en la cima del cerro El Sahuaral. El contacto inferior no se observa, mientras que el contacto superior es concordante con la Formación Buelna.

La Formación Buelna está conformada por caliza arenosa con fragmentos de hiolítidos, seguida por caliza con algas oncolíticas. En la parte media de la unidad se encuentra caliza oolítica. La unidad aflora en el cerro El Sahuaral con un espesor de 64 m. Los contactos inferior y superior son concordantes con las formaciones Proveedora y Cerro Prieto, respectivamente.

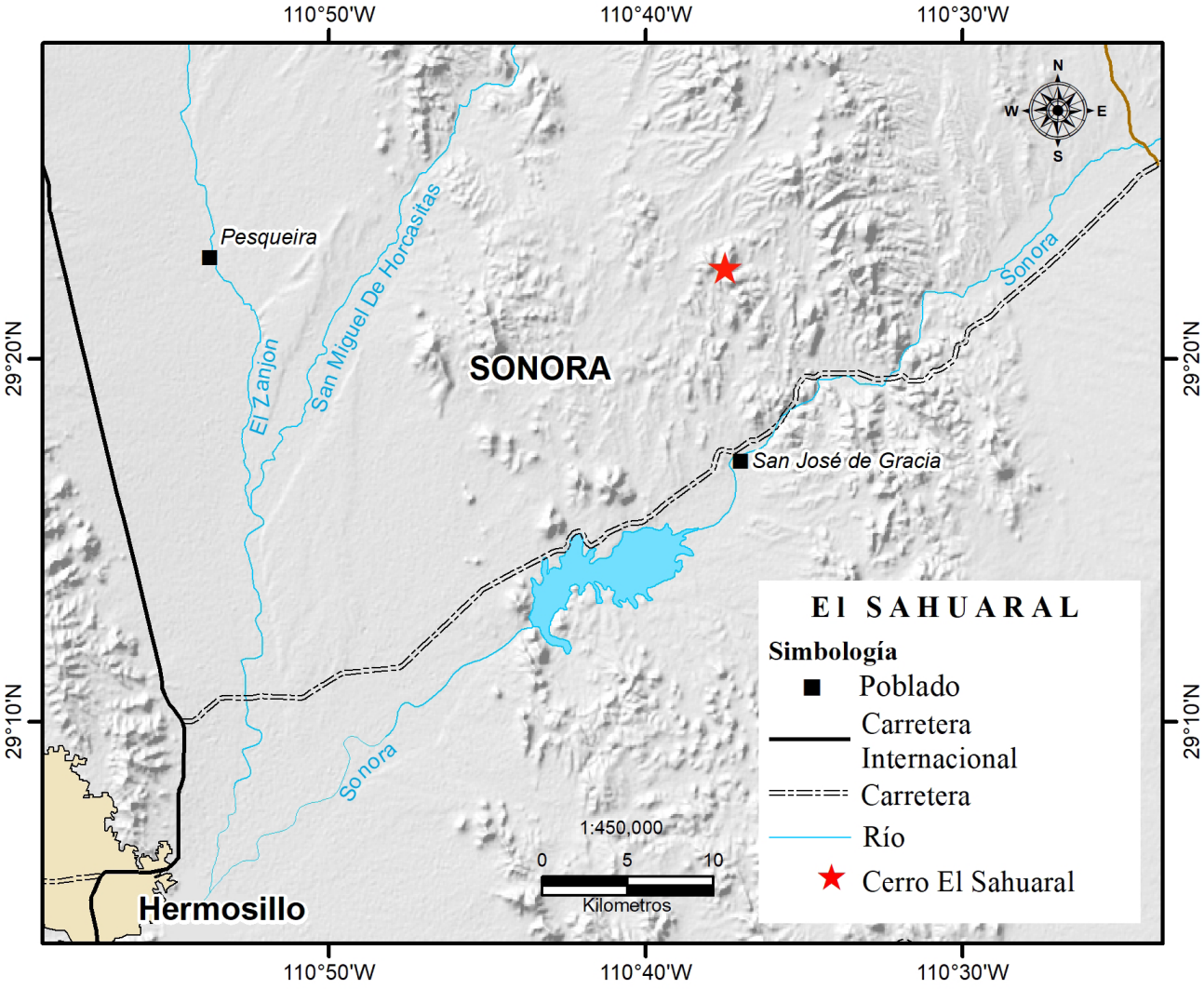

Figura 1. Localización del cerro El Sahuaral, área de estudio.

La Formación Cerro Prieto consiste en una caliza oolítica dolomitizada, la cual forma cantiles. Posee un espesor de 53 m y aflora en la parte sureste del cerro El Sahuaral. El contacto inferior es concordante con la Formación Buelna, mientras que el contacto superior también es concordante con la Formación El Gavilán.

La Formación El Gavilán está compuesta en la base por capas de lutita de color rojo con presencia de esponjas reticulosas, chancellóridos, braquiópodos y trilobites. La parte intermedia consiste en una intercalación de lutita de color rojo con caliza de color gris la cual varía en espesor menor a 30 cm (Figs. 2, 3). La parte superior de la unidad es una arenisca de color amarillo. El espesor total de la unidad no fue determinado debido al fuerte plegamiento. El contacto inferior es concordante con la Formación Cerro Prieto y el superior es discordante con riolitas-andesitas del Mioceno.

5. Paleontología Sistemática

El material estudiado se encuentra depositado en la Colección de Paleontología del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora con los números de catálogo USDG 356 y USDG 357. La nomenclatura y términos morfológicos utilizados para la descripción de los ejemplares son los propuestos por Robison (1982) y Whittington y Kelly (1997).

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848
Clase Trilobita Walch, 1771
Orden Agnostida Salter, 1864
Familia Peronopsidae Westergård, 1936

Género *Euagnostus* Whitehouse, 1936
Especie tipo. *Euagnostus opimus* Whitehouse, 1936

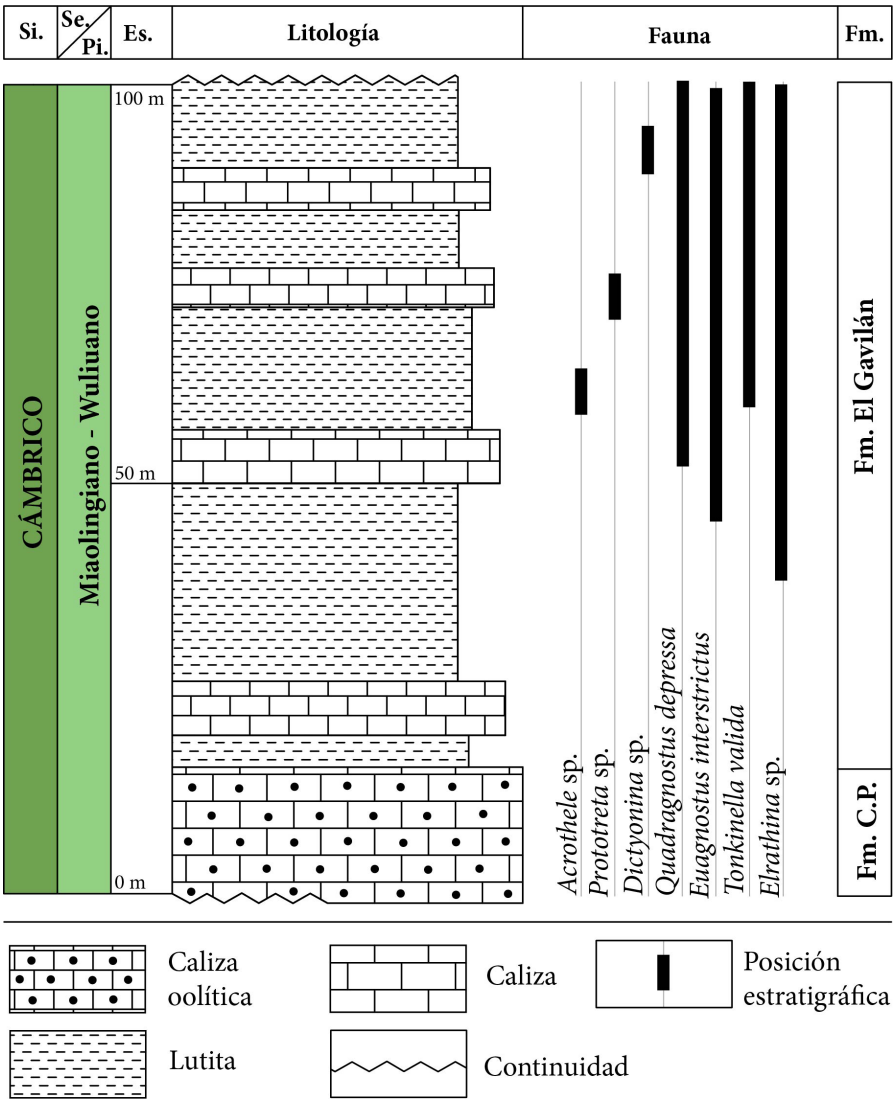

Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación El Gavilán.

Euagnostus interstrictus (White, 1874)
Figura 5 A–B.

Sinonimia. *Agnostus interstrictus* White, 1874, p. 7; White, 1877, lám. 2, figs. 5a–5b.

Peronopsis interstrictus Palmer, 1954, lám. 13, fig. 6; Robison, 1964, lám. 82, fig. 18; Robison, 1982, lám. 6, figs. 10–11.

Peronopsis interstricta Young y Ludvigsen, 1989, lám. 1, figs. 21-26, lám. 2, figs. 1-2; Fritz y Simandl, 1993, lám. 1, figs. 6-7 y 15; Westrop *et al.*, 1996, fig. 22.1–3, 8.

Euagnostus interstrictus Laurie, 2006, fig. 15A–G.

Euagnostus aff. *interstrictus* Laurie, 2004, fig. 18A–N. Laurie, 2006, fig. 16A-R; Weidner y Nielsen, 2014, fig. 27A–F.

Diagnosis. La glabela es ancha, ligeramente expandida. Lóbulo glabelar anterior bien definido y semiovalado. El axis del pigidio es largo, moderadamente ancho, casi extendiéndose al surco del borde, M2 constricto (Laurie, 2006).

Descripción. El ejemplar USDG 356 presenta el cefalón ligeramente más grande que el pigidio, redondeado y ligeramente subcuadrado en los bordes, sin espinas laterales, con la superficie lisa, sin escrobiculaciones, más ancho (2.39 mm) que largo (2.29 mm). El contorno es estrecho, prominente y bien definido, con una anchura máxima de 0.21 mm en la parte anterior. La glabela tiene aproximadamente 1.57 mm de largo y con un ancho máximo de 0.85 mm, correspondiente al 67% de la longitud del cefalón. El lóbulo glabelar anterior es de forma semiovalada, con surco profundo que ocupa el ~35% de la longitud de la glabela. Lóbulo glabelar posterior ligeramente expandido hacia la parte posterior, con los surcos F1 y F2 ausentes. Surco transglabelar (F3) bien definido, profundo y estrecho con longitud máxima de 0.63 mm. No se observa la presencia de un nódulo axial, y los nódulos basales son muy pequeños, los cuales se aprecian más claramente en el ejemplar USDG 357. El tórax tiene dos segmentos. El pigidio es más pequeño que el cefalón y más ancho (2.32 mm) que largo (1.88 mm), subredondeado a levemente subcuadrado en los bordes laterales, los cuales poseen un ancho máximo de 0.36 mm, con diminutas espinas posterolaterales con longitud de 0.09 mm. El surco axial posterior (F2) está bien marcado es ancho y corto (1.03 mm x 0.15 mm). El axis tiene una longitud de 1.44 mm que ocupa el 77% de la longitud del pigidio, es moderadamente convexo y no se extiende hasta el surco del margen, levemente adelgazado hacia F1. El nódulo axial es de tamaño moderado (ancho 0.36 mm x largo 0.46 mm), M1 ancho; M2 constricto con márgenes convexos; el lóbulo posterior (M3) es de forma ojival con el ancho máximo (1.18 mm) en la parte anterior.

Figura 3. Capas de lutita de la Formación El Gavilán en el cerro El Sahuaral, Sonora, México.

Tabla 1. Dimensiones de los ejemplares. Lst= Longitud sagital total, Lm= Longitud máxima, Am = ancho máximo, Ab = ancho del borde, Lsp= longitud del surco preglabelar, Lspp = longitud del surco postaxial.

Ejemplar		Cefalón (en mm)				Pigidio (en mm)			
	Lst	Lm	Am	Ab	Lsp	Lm	Am	Ab	Lspp
USDG 356	4.86	2.29	2.39	0.21	0.40	1.88	2.32	0.36	0.05
USDG 357	4.53	2.17	2.29	0.13	0.49	1.73	2.21	0.27	0.10

Material y ocurrencia. Dos ejemplares. USDG 356-357. Fm. El Gavilán, Cámbrico medio (Miaolingiano, Wuliuano). Zona de *Ehmaniella*, Subzona de *Altiocculus*.

Discusión. El género *Euagnostus* fue descrito para el Cámbrico de la Caliza Currant Bush en la región noroeste de Queensland, Australia. El género ha sido controversial debido a que la especie tipo (*Euagnostus opimus* Whitehouse) y dos paratipos utilizados para describirlo corresponden a géneros diferentes (*Baltagnostus* Lochman *in* Lochman y Duncan, 1944, y *Doryagnostus* Kobayashi, 1939 Jell y Robison (1978). Jell y Robison (1978) redescribieron el material tipo de *Euagnostus* y lo asignaron a un sinónimo de *Peronopsis* Hawle y Corda, 1847, con la propuesta de una nueva combinación *Peronopsis opimus* (Whitehouse).

La especie *Euagnostus interstrictus* fue descrita como *Agnostus interstrictus* (White, 1874), y posteriormente asignada al género *Peronopsis* por Palmer (1954), proponiendo la nueva combinación *Peronopsis interstrictus* (White). Robison (1964) describió nuevamente a la especie del Cámbrico de la Wheeler Shale y de la Formación Marjuman, y la renombra como *Peronopsis interstricta* (White). Finalmente, Laurie (2004), al realizar un estudio detallado de la especie la asigna nuevamente al género *Euagnostus* Whitehouse y propone a la especie como *Euagnostus interstrictus* (White).

El material estudiado procede del Sahuaral y se compara con *Euagnostus interstrictus* del Cámbrico de la Wheeler Shale, House Range, Utah, EUA (Palmer, 1954), sin embargo, el ejemplar mexicano es ligeramente más pequeño, con la forma de la glabela y el raquis muy similar, y en ambos ejemplares el nódulo axial es conspicuo. En el ejemplar estadounidense el surco entre el límite del lóbulo posterior y el borde es un poco más largo que en el ejemplar mexicano.

Euagnostus interstrictus de la Formación El Gavilán de la sección El Sahuaral, Sonora, presenta similitud con la misma especie del Cámbrico de la región de Pacific Oil and Gas Baldwin 1 well, ubicada al oeste de Georgina Basin, Territorio del Norte de Australia (Laurie, 2006); sin embargo, el cefalón y pigidio del ejemplar australiano es más grande (Lm ~ 3.5 mm) que el ejemplar mexicano (Lm ~ 2.29 mm). En el ejemplar australiano la glabela tiene el 72% de la longitud total del cefalón, mientras que en el ejemplar mexicano ocupa el 67%, sin embargo, el raquis tiene el 77% de la longitud del pigidio en ambos casos. Una diferencia notoria es que el ejemplar australiano posee un surco entre el límite del lóbulo posterior y el borde, mientras que en el ejemplar mexicano está casi ausente.

Euagnostus interstrictus de México es comparado con la misma especie del Cámbrico de la Formación Alum Shale, Bornholm, Dinamarca (Weidner y Nielsen, 2014), pero difiere de los ejemplares daneses (Lm ~ 3.5 mm) en cuanto a que el ejemplar mexicano posee el pigidio más pequeño (~1.88 mm) de forma subredondeada. Las espinas posterolaterales en el ejemplar de Dinamarca están ausentes, el axis es más estrecho con un surco entre el ápice del lóbulo posterior y el margen.

6. Consideraciones Bioestratigráficas

La Formación El Gavilán en el área de estudio, contiene trilobites como *Quadragnostus depressa*, *Euagnostus interstrictus*, *Tonkinella valida* y *Elrathina* sp., los cuales en conjunto indican el Cámbrico medio (Miaolingiano, Wuliuano). El contenido biótico es asignado a la Zona de *Ptychagnostus praecurrens – Ptychagnostus gibbus* (plataforma abierta) y/o Subzona de *Altiocculus*, parte superior de la Zona de *Ehmaniella* (plataforma restringida) (Fig. 4).

Respecto a la concepción bioestratigráfica de *Euagnostus interstrictus*, se tiene que Öpik (1967), menciona las faunas *Xystridura templetonensis* en Queensland y *Xystridura browni* en el Territorio del Norte en asociación con otros trilobites, y consideró que la parte superior del Piso Templetoniano (Miaolingiano, Wuliuano) para Norteamérica, se encontraba en la parte superior de la Zona *Ptychagnostus gibbus* (syn. *Triplagnostus gibbus*). Posteriormente, Laurie (2004, 2006) reportó que la especie *Euagnostus interstrictus* (White) se encontró en estratos de la Formación Arthur Creek del Cámbrico medio del Territorio del Norte, Australia, asignando la Zona *Ptychagnostus gibbus* correspondiente a una edad templetoniana.

Robison (1982), determinó tres intervalos de biozonas y nueve especies de trilobites agnóstidos para el oeste de Norteamérica, en este estudio *Euagnostus interstrictus* (syn. *Peronopsis interstricta*), se restringe a la Zona de *Ptychagnostus gibbus*. Robison (1984), describió 21 especies de trilobites de la Familia Ptychagnostidae y examinó las litofacies de plataforma abierta en América del Norte y Groenlandia. Este autor reporta faunas representativas de la Zona *Ptychagnostus gibbus* presentes en la parte superior de la Formación 2 del Grupo Brønlund Fjord, con la identificación de una gran diversidad de trilobites agnóstidos como *Peronopsis amplaxis*, *Peronopsis fallax*, *Peronopsis gaspensis*, *Euagnostus interstrictus* (syn. *Peronopsis interstricta*), *Ptychagnostus gibbus*, *Ptychagnostus intermedius* y *Tomagnostus* sp. y la asignación de la Zona *Ptychagnostus gibbus*, que posiblemente mantenga una estrecha correlación con la Zona *Ptychagnostus gibbus* de Westergård (1946) para el Cámbrico de Suecia.

Young y Ludvigsen (1989) indicaron la presencia de *Euagnostus interstrictus* entre las zonas de *Ptychagnostus gibbus – Ptychagnostus punctuosus* en Utah y Nevada (EE UU.), confirmando el análisis bioestratigráfico propuesto por Robison (1982). Con base a lo anterior, tales depósitos son correlacionados con afloramientos expuestos en el oeste de Terranova (Young y Ludvigsen, 1989).

Weidner y Nielsen (2014) analizaron una colección de trilobites provenientes de la Formación Alum Shale que comprende alrededor de 60 especies y describieron seis especies de agnóstidos que incluyen a *Euagnostus interstrictus*; no obstante, la restringen a la Zona de *Ptychagnostus gibbus*. Los autores mencionaron que tales especies no se han registrado previamente en la provincia de Acado-Báltico y que muestran afinidad a taxones provenientes de Laurentia, Australia, Bohemia y República Checa.

Con base a los trabajos descritos anteriormente, la especie *Euagnostus interstrictus* se encuentra dentro de las zonas *Ptychagnostus praecurrens* y *Ptychagnostus gibbus*,

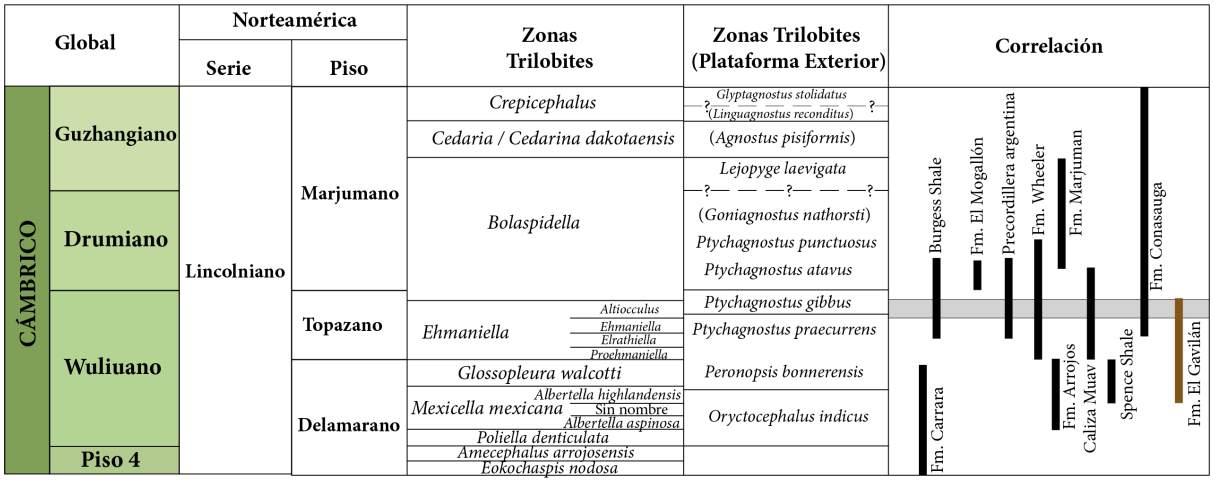

Figura 4. Correlación bioestratigráfica de la Formación El Gavilán con algunas unidades de Laurentia. Modificado de Cuen-Romero *et al.* (2019b).

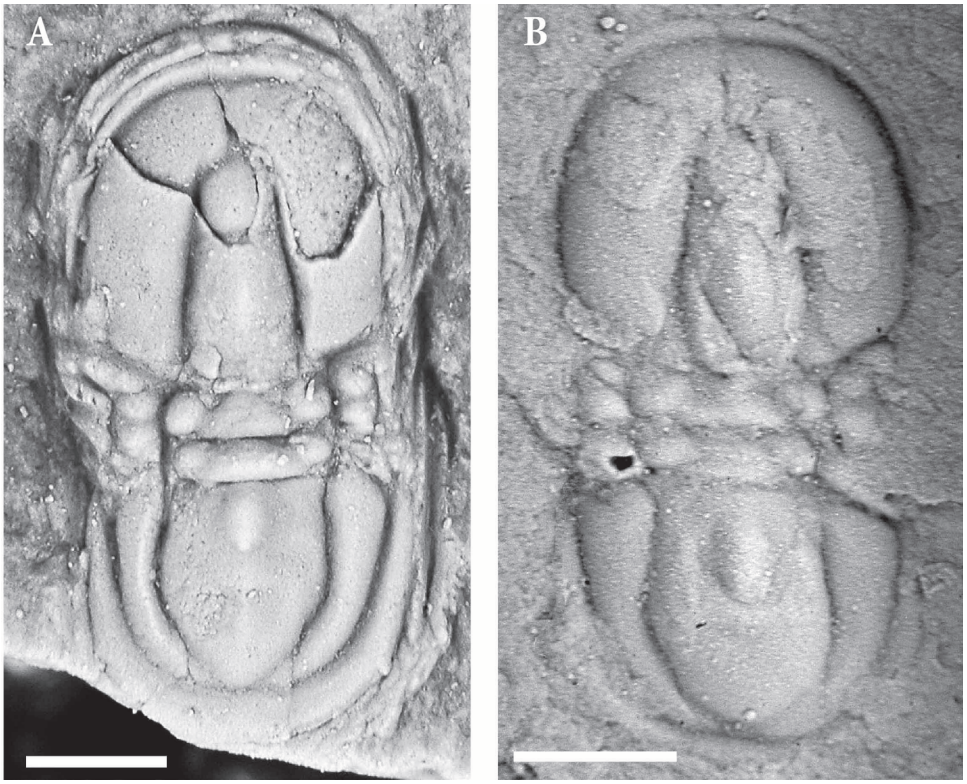

Figura 5. A) *Euagnostus interstrictus* USDG 356; B) *Euagnostus interstrictus* USDG 357. La escala gráfica equivale a 1 mm.

al igual que como ocurre en la sección del Cámbrico del cerro El Sahuaral (Fig. 4).

7. Conclusiones

Se describe por primera vez la especie de trilobite agnóstido *Euagnostus interstrictus* (White), para el Cámbrico medio (Miaolingiano, Wuliuano) de México. La distribución de la biota del cerro El Sahuaral, que presenta trilobites, confirma la distribución cosmopolita de *E. interstrictus*, pues comprende localidades como Australia, Europa, Estados Unidos de América y México.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto PRODEP UNISON PTC-301: "Paleoecología de los ecosistemas marinos del Cámbrico de Sonora, México: Bioestratigrafía, Paleobiogeografía y su relación con el cratón de Norteamérica". También agradecen al Departamento de Geología de la Universidad de Sonora por las facilidades otorgadas para llevar a cabo el estudio.

Referencias

Almazán- Vázquez, E., Buitrón-Sánchez, B.E., Franco-Vega, O., 2006, Formación Pozo Nuevo: una nueva secuencia litoestratigráfica de plataforma del Ordovícico Temprano de la región central de Sonora, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 23(1), 23–38.

Babcock, L.E., Robison, R.A., 1988, Taxonomy and paleobiology of some Middle Cambrian *Scenella* (Cnidaria) and hyolithids (Mollusca) from western North America: The University of Kansas Paleontological Contributions, 121, 1–22.

Bengtson, S., Collins, D., 2015, Chancelloriids of the Cambrian Burgess Shale: Palaeontología Electronica, 18(1), 1–67.

Beresi, M.S., Buitrón-Sánchez, B., Cuen-Romero, F.J., Palafox, J.J., 2019, Escleritomos de *Chancelloria eros* y escleritos del Cámbrico medio (Serie 3, Piso 5) de Sonora central, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 36(1), 54–63.

Buitrón-Sánchez, B., Corona-González, N., Cuen-Romero F., Palafox-Reyes, J.J., Ramírez-Guerrero, G., 2016, Icnofósiles del Cámbrico Inferior de San José de Gracia, Sonora: Paleontología Mexicana 5(1), 33–40.

Buitrón-Sánchez, B., Cuen-Romero F., Huerta-Ruiz, A., Montijo-González, A., 2017, Hiolítidos del Cámbrico (*Hyolitha*) de San José de Gracia, Sonora, México. Consideraciones estratigráficas y paleogeográficas: Paleontología Mexicana 6(1), 25–34.

Cooper, G.A., Arellano, A.R.V., 1946, Stratigraphy near Caborca, Northwest Sonora, México: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 30(4), 606–611, https://doi.org/10.1306/3D933812-16B1-11D7-8645000102C1865D.

Cooper, G.A, Arellano, A.R.V., Johnson J.H, Okulitch, V.J, Stoyanow. A, Lochman, C., 1952, Cambrian Stratigraphy and Paleontology near Caborca, Northwestern Sonora, México: Smithsonian Miscellaneous Collections, 119(1), 1–184.

Cotton, T.J., Fortey, R.A., 2005, Comparative morphology and relationships of the Agnostida: Crustacean Issues, 16, 95–116, https://doi.org/10.1201/9781420037548.ch5.

Cuen, R.F., Beresi, M.S., Montijo, A., Buitrón, B.E., Minjárez, I., De la O, M., Palafox, J.J., 2013. Chancelloriia Walcott, 1920 y Reticulosa Reid, 1958 del Cámbrico medio de San José de Gracia, Sonora, México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 65(3), 581–590.

Cuen-Romero, F.J., Valdez-Holguín, J.E., Buitrón, B.E., Monreal, R., Sundberg, F., Montijo-González, A., Minjarez-Sosa, I., 2016. Cambrian Stratigraphy of San José de Gracia, Sonora, Mexico: El Gavilán Formation, a new lithostratigraphic unit of middle Cambrian open shelf environment. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 68(3), 429–441.

Cuen-Romero, F.J., Valdez-Holguín, J.E., Buitrón-Sánchez, B. E., Monreal, R., Enríquez-Ocaña, L.F., Aguirre-Hinojosa, E., Ochoa-Granillo, J.A., Palafox-Reyes, J.J., 2018. Trilobite-based biostratigraphy (arthropoda-trilobita) and related faunas of the Cambrian from Sonora, Mexico. Journal of South American Earth Sciences, 83, 227–236.

Cuen-Romero, F.J., Valdez-Holguín, J.E., Buitrón-Sánchez, B. E., Monreal, R., Enríquez-Ocaña, L.F., Hinojosa, E.A., Ochoa-Granillo, J.A., Grijalva-Noriega, F.J., Palafox Reyes, J.J., 2019a. Paleoecology of cambrian communities of central Sonora, Mexico: Paleoenvironmental and biostratigraphic considerations. Journal of South American Earth Sciences, 92, 631–645.

Cuen-Romero, F.J., Beresi, M.S., Palafox-Reyes, J.J., Montijo-González, A., 2019b. *Ptychagnostus atavus* (Tullberg, 1880) (Trilobita:Agnostida) del Cámbrico medio (Miaolingiano-Drumiano) de Arivechi, Sonora, México: Significado bioestratigráfico. Paleontología Mexicana 8(2), 97–108.

Fritz, W.H., Simandl, G.J., 1993, New Middle Cambrian fossil and geological data from the Brussilof magnesite mine area, southeastern British Columbia: Geological Survey of Canada Paper, 93-1A, 183–190, https://doi.org/10.4095/134205.

Hawle, I., Corda, A.J.C., 1847, Prodrom einer Monographie der böhmischen Trilobiten: K. Böhmischen Ges. Wiss. (Prague), Abh 5, 1–176.

Jell, P.A., Robison, R.A., 1978, Revision of the late Middle Cambrian trilobite faunule from Northwestern Queensland: The University of Kansas Paleontological Contributions, Paper 90, 1–25, http://hdl.handle.net/1808/3702.

Kobayashi, T., 1939, On the agnostids (Part I): Journal of the Faculty of Science of the University of Tokyo section, 2 (5), 69–198.

Laurie, J.R., 2004, Early Middle Cambrian trilobite faunas from NTGS Elkedra 3 corehole, southern Georgina Basin, Northern Territory: Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists, 30, 221–260.

Laurie, J.R., 2006, Early Middle Cambrian trilobites from Pacific Oil & Gas Baldwin 1 well, southern Georgina Basin, Northern Territory: Memoirs of the Association of Austalasian Palaeontologists, 32, 127–204.

Lochman, C., 1952, Trilobites, *en* Cooper, G.A., Arellano, *et al.* (eds.), Cambrian stratigraphy and paleontology near Caborca, northwestern Sonora, México: Smithsonian Miscellaneous Collections, 119(1), 60–107.

Lochman, C., Duncan, D., 1944, Early Upper Cambrian faunas of central Montana: Geological Society of America, Special Papers, 54, 1–181, https://doi.org/10.1130/spe54-p1.

Nardin, E., Almazán-Vásquez, E., Buitrón-Sánchez, B.E., 2009, First report of *Gogia* (Eocrinoidea – Echinodermata) from the Early-Middle Cambrian of Sonora (México), with biostratigraphical and palaeoecological comments: Geobios 42(2), 233–242, https://doi.org/10.1016/j.geobios.2008.10.003.

Opik, A.A., 1967, Mindyallan fauna of North-western Queensland: Commonwealth of Australia, Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics Bulletin, 1, 1–404.

Palmer, A.R., 1954, An appraisal of the Great Basin Middle Cambrian trilobites described before 1900: U.S. Geological Survey Professional Paper 264D, 56–86, https://doi.org/10.3133/pp264D.

Palmer, A.R., Halley, R.B., 1979, Physical stratigraphy and trilobite biostratigraphy of the Carrara Formation (Lower and Middle Cambrian) in the southern Great Basin: U.S. Geological Survey Professional Paper 1047, 1–131, https://doi.org/10.3133/pp1047.

Peng, S., Babcock, L.E., Cooper R.A, 2012, The Cambrian Period, *en* Gradstein, F., *et al* (eds), The Geologic Time Scale: 2012, Amsterdan, Elsevier, 437–488, https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00019-6.

Resser, C.E., 1938, Middle Cambrian Fossils from Pend Oreille Lake, Idaho: Smithsonian Miscellaneous Collections, 97(3), 1–12.

Resser, C.E., 1939a, The Spence shale and its fauna: Smithsonian Miscellaneous Collections, 97(12), 1–29.

Resser, C.E., 1939b, The Ptarmigania strata of the northern Wasatch Mountains: Smithsonian Miscellaneous Collections, 98(24), 1–72.

Ritterbush, L.A., 1981, Paleobiology of agnostid trilobites: functional morphology, growth, and evolution: Northridge, California State University, (Doctoral dissertation), 93 pp.

Robison, R.A., 1964, Late Middle Cambrian faunas from Western Utah: Journal of Paleontology, 38, 510–566.

Robison, R.A., 1965, Middle Cambrian eocrinoids from western North America: Journal of Paleontology, 39, 355–364.

Robison, R.A., 1982, Some Middle Cambrian agnostoid trilobites from western North America: Journal of Paleontology, 56, 132–160.

Robison, R.A., 1984, Cambrian Agnostida of North America and Greenland, Part I, Ptychagnostidae: University of Kansas Paleontological Contributions, Paper 109, 1–59.

Salter, J.W., 2015, A monograph of the British Trilobites from Cambrian, Silurian and Devonian formations: Cambridge, Cambridge University Press, 22–216, https://doi.org/10.1017/CBO9781316146446.

Shergold, J.H., 1997, Explanatory notes for the Cambrian correlation chart: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Revised. Arthropoda, 1, 303–311, https://doi.org/10.17161/dt.v0i0.5610.

Sour-Tovar, F., Hernández-Barbosa, A., 2018, *Rusophycus* y *Cruziana*, galerías y rastros de trilobites del Terreneuviano (Cámbrico inferior) de la Formación Puerto Blanco, Noroeste de Sonora, México. Implicaciones paleoambientales: Paleontología Mexicana, 7(1), 1–11.

Stewart, J.H., Amaya-Martínez, R., Palmer, A.R., 2002, Neoproterozoic and Cambrian strata of Sonora, Mexico: Rodinian supercontinent to Laurentian Cordilleran margin: Special Papers-Geological Society of America, 365, 5–48.

Stewart, J.H., Poole, F.G., 2002, Inventory of Neoproterozoic and Paleozoic strata in Sonora, Mexico: U.S. Geological Survey Open-File Report 02-97, 1–50, https://pubs.usgs.gov/of/2002/0097/.

Vega-Granillo, R., 1996, Geología de la Sierra de Mazatán: Boletín del Departamento de Geología, Universidad de Sonora, 13(1) 89–102.

Von Siebold, C.T., 1848, Lehrbuch der vergleichenden Anatomieder Wirbellosen Thiere. Erster Theil, *en* von Siebold C.T., Stannius H. (eds.): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, Berlin, Verlag von Veit and Comp, 1–679.

Walch, J.E.I, 1771, Die Naturgeschichte der Versteinerungen zur Erläuterung der Knorrischen Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur, Nürnberg, Felßecker, 1–85.

Walcott, C.D., 1924, Middle Cambrian Spongiae: Smithsonian Miscellaneous Collections, 67(6), 261–364.

Webster, M., 2011, Trilobite biostratigraphy and sequence stratigraphy of the upper Dyeran (Traditional Laurentian "lower Cambrian") in the southern Great Basin, U.S.A, *en* Hollingsworth, J.S., *et al*. (eds.), Cambrian Stratigraphy and Paleontology of Northern and Southern Nevada: Museum of Northern Arizona Bulletin, 67, 121–154.

Weidner, T., Nielsen, A.T., 2014, A highly diverse trilobite fauna with Avalonian affinities from the Middle Cambrian *Acidusus atavus* Zone (Drumian Stage) of Bornholm, Denmark: Journal of Systematic Palaeontology, 12, 23–92, https://doi.org/10.1080/14772019.2012.740080.

Westergåd, A.H., 1936, *Paradoxides oelandicus* beds of Oland with an Acount of a Diamond Boring through the Cambrian at Mossberga: Sveriges Geologiska Undersokning, C (394), 1–66, https://doi.org/10.1017/S0016756800094140.

Westergåd, A.H., 1946. Agnostidea of the Middle Cambrian of Sweden: Sveriges Geologiska Undersökning, C (477), 1–141.

Westrop, S.R., Ludvigsen, R., Kindle, C.H., 1996, Marjuman (Cambrian) agnostoid trilobites of the Cow Head Group, western Newfoundland: Journal of Paleontology, 70, 804–829, https://doi.org/10.1017/s0022336000023854.

White, C.A., 1874, Preliminary report upon invertebrate fossils collected by the expeditions of 1871, 1872 and 1873 with descriptions of new species: Report of the United States Army Geographical and Geological Exploratory Surveys West of the 100th Meridian, 5–27.

White, C.A., 1877, Report upon the invertebrate fossils collected in portions of Nevada, Utah: Report of the United States Army Geographical and Geological Exploratory Surveys West of the 100th Meridian, 4, 3–219, https://doi.org/10.5962/bhl.title.51607.

Whitehouse, F.W., 1936, The Cambrian faunas of northeastern Australia. Parts 1 and 2: Memoirs of the Queensland Museum, 11(1), 59–112.

Whittington, H.B., Kelly, S.R.A., 1997, Morphological terms applied to Trilobita, *en* Moore, R.C., *et al*. (eds.), Treatise of Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1; Trilobita (Revised), 1: Geological Society of America and University of Kansas, 313–329.

Young, G.A., Ludvigsen, R., 1989, Mid-Cambrian trilobites from the lowest part of the Cow Head group, western Newfoundland: Geological Survey of Canada, Bulletin, 392, 1–49, https://doi.org/10.4095/127004.

Manuscrito recibido: Mayo 11, 2020.
Manuscrito corregido recibido: Mayo 31, 2020.
Manuscrito aceptado: Julio 2, 2020.