

Helcioneloides (Mollusca-Helcionelloida) del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) de la Formación El Gavilán, Sonora central, México

Helcioneloids (Mollusca-Helcionelloida) of Cambrian (Miaolingian, Wuliuan) from the El Gavilán Formation, central Sonora, Mexico.

Noriega-Ruiz, Héctor Arturo^{1,*} ; Cuen-Romero, Francisco Javier^{1,**} ;
Torres-Martínez, Miguel A.² ; Buitrón-Sánchez, Blanca E.² 

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México. <https://orcid.org/0000-0002-6411-2832>; <https://orcid.org/0000-0001-8061-5600>

²Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, CDMX, 04510, México. <https://orcid.org/0000-0002-9322-0429>; <https://orcid.org/0000-0002-7756-3587>

*hector.noriega@unison.mx; **francisco.cuen@ciencias.uson.mx

Resumen

Se describe por primera vez para México la asociación de moluscos helcioneloides constituida por *Dorispira accordionata* (Runnegar y Jell) y *Dorispira* cf. *D. terraustralis* (Runnegar y Jell), procedentes de la Formación El Gavilán del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) que aflora en el cerro El Chihuarruita, Sonora central, México. La Formación El Gavilán está compuesta de estratos arcillosos de color rojizo con intercalaciones de caliza, los cuales se caracterizan por una abundante fauna fósil constituida por poríferos, cancellóridos, braquiópodos, hiolítidos, moluscos, trilobites y equinodermos. En un horizonte calcáreo, en la parte media de la unidad, se ha registrado la presencia de helcioneloides asociados a los trilobites *Amecephalus normale* (Resser) y *Amecephalus* spp., además de otras formas documentadas previamente en la unidad, lo cual permite asignar la asociación a la Zona de *Ptychagnostus praecurrens* del Cámbrico medio tradicional. La presencia de *D. accordionata* y *D.* cf. *D. terraustralis* en el estado de Sonora, así como los trilobites identificados, sugiere la existencia de una amplia provincia faunística que comprende localidades de Australia (Nueva Gales del Sur), norte de Groenlandia, Estados Unidos de América (Idaho), Argentina (Mendoza) y México (Sonora).

Palabras clave: Cámbrico, Helcioneloides, Mollusca, Paleozoico, Sonora

Abstract

The association of helcioneloid mollusks *Dorispira accordionata* (Runnegar and Jell) and *Dorispira* cf. *D. terraustralis* (Runnegar and Jell), from the Cambrian (Miaolingian, Wuliuan) of the El Gavilán Formation that outcrops at El Chihuarruita hill, central Sonora, Mexico, is described for the first time in Mexico. The El Gavilán Formation is composed of reddish clayey strata with limestone intercalations, which are characterized by an abundant fossil fauna constituted by poriferans, cancellorids, brachiopods, hyolithids, mollusks, trilobites and echinoderms. In a calcareous horizon, in the middle part of the unit, the presence of helcioneloids associated with the trilobites *Ameceph-*

Cómo citar / How to cite: Noriega-Ruiz, H. A., Cuen-Romero, F. J., Torres-Martínez, M. A., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2023). Helcioneloides (Mollusca-Helcionelloida) del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) de la Formación El Gavilán, Sonora central, México. *Paleontología Mexicana*, 12(1), 9–18.

Manuscrito recibido: Enero 13, 2023.

Manuscrito corregido: Enero 23, 2023.

Manuscrito aceptado: Enero 24, 2023.



alus normale (Resser) and *Amecephalus* spp. has been recorded, in addition to other forms previously documented in the unit, which allows assigning the association to the *Ptychagnostus praecurrens* Zone of the traditional middle Cambrian. The presence of *D. accordionata* and *D. cf. D. terraaustralis* in the state of Sonora, as well as the trilobites identified, suggests the existence of a broad faunal province that includes localities in Australia (New South Wales), northern Greenland, the United States (Idaho), Argentina (Mendoza) and Mexico (Sonora).

Keywords: Cambrian, Helcioneloids, Mollusca, Paleozoic, Sonora.

1. Introducción

La Clase Helcionelloida Peel, 1991, comprende un grupo de moluscos problemáticos los cuales se encuentran restringidos estratigráficamente al Cámbrico y Ordovícico (Gubanov y Peel, 2001). Se caracterizan por poseer simetría bilateral, univalvos, con conchas enrolladas endogástricamente, con el ápice en posición posterior mientras que la concha se expande hacia la parte anterior (Peel, 1991); estas dos últimas características son importantes porque los diferencia de otras formas, también problemáticas, como son los representantes de la Clase Tergomya Peel, 1991, en los cuales el ápice se localiza en posición anterior y la concha se expande hacia la parte posterior (Peel, 1991).

La posición sistemática y taxonomía del grupo dentro de los Mollusca ha sido ampliamente discutida (ex. gr. Knight et al., 1960; Runnegar y Pojeta, 1974; Yochelson, 1978; Peel, 1991; Bouchet et al., 2017). Actualmente tal discusión se centra en identificarlos dentro de la Clase Helcionelloida propuesta por Peel (1991) o bien, de acuerdo con Bouchet et al. (2017), incluirlos como un orden dentro de los gasterópodos (Subclase Archaeobranchia Parkhaev, 2002).

Con respecto al registro paleontológico de los moluscos del Paleozoico temprano de México, este resulta ser escaso, conociéndose de forma limitada la presencia de gasterópodos, helcioneloides, bivalvos y cefalópodos para el Cámbrico y Ordovícico de los estados de Sonora y Oaxaca (Cuen-Romero et al., 2018; 2023). Por ejemplo, en el estado de Oaxaca se ha documentado una asociación faunística compuesta por gasterópodos y cefalópodos como *Eobucania mexicana* Yochelson, 1968, *Rioceras minore* Flower, 1968, *Rioceras oaxacaense* Flower, 1968 y *Rioceras* sp., provenientes de la Formación Tiñú del Ordovícico Inferior (Tremadociano) de la región de Nochixtlán (Flower, 1968; Robison y Pantoja-Alor, 1968; Yochelson, 1968).

En tanto que en el estado de Sonora, el estudio de helcioneloides es limitado, restringiéndose únicamente a la mención de especímenes dudosamente determinados y con escasas descripciones (Cooper et al., 1952; Almazán-Vázquez, 1989; Nardin et al., 2009); con excepción del trabajo de Devaere et al. (2019), quienes describen una asociación de helcioneloides y bivalvos como *Mackinnonia corrugata* (Runnegar in Bengtson et al., 1990), *Xianfengella* sp., *Pelagiella* sp. y *Poejataia* sp. provenientes de la Formación Puerto Blanco del

Cámbrico, Serie 2, del área de Caborca, noroeste de Sonora (Devaere et al., 2019); además de las menciones de la presencia de *Helcionella* para la Formación Arrojos (Cámbrico) para la misma región, realizadas por Cooper et al. (1952).

Para el área de Arivechi, este de Sonora, se ha documentado una fauna fósil constituida por braquiópodos, hiolítidos, moluscos como *Scenella* sp., *Pelagiella* sp. e *Hypseloconus* sp., además de trilobites, donde se ha registrado la presencia de helcioneloides indeterminados provenientes de la formación La Sata del Cámbrico (Almazán-Vázquez, 1989; Cuen-Romero et al., 2018). En el área de San José de Gracia se conoce una abundante fauna fósil donde destacan braquiópodos y trilobites (Holmer et al., 2022; Cuen-Romero et al., 2022a), y donde se ha mencionado la presencia de *Helcionella* proveniente de la Formación El Gavilán del Cámbrico por Nardin et al. (2009).

En el área de Sonora central, también se ha documentado la presencia de gasterópodos y cefalópodos en el Rancho Las Norias (Almazán-Vázquez et al., 2006; Beresi et al., 2012; Cuen-Romero et al., 2022b; 2022c), donde se han descrito las especies *Maclurites acuminatus* (Billings, 1865), ?*Monitorella* sp., *Lecanospira* sp., *Malayaspira* aff. *M. rugosa* Kobayashi, 1958; *Lophospira perangulata* (Hall, 1847), *Hormotoma?* sp. y *Ulrichospira?* sp., provenientes de la Formación Las Norias del Ordovícico Inferior-Medio (Cuen-Romero et al., 2022b; 2022c).

Con base en lo anterior, resulta de interés describir la asociación de helcioneloides incluida en la Formación El Gavilán del cerro El Chihuarruita, San José de Gracia, Sonora, pues además de contribuir al conocimiento de la biodiversidad del país, se aporta información sobre la evolución temprana de los moluscos y su distribución en la parte occidental de Laurentia durante el Cámbrico, sirviendo además como fósiles guía debido a su delimitado alcance estratigráfico (Cámbrico-Ordovícico).

2. Trabajos previos

El conocimiento del registro paleontológico de trilobites del Cámbrico de Sonora ha permitido establecer cuatro regiones geográficas para el estado (Cuen-Romero et al., 2018), las cuales corresponden a la norte, noroeste, oriente y central; cada una caracterizada por una fauna de trilobites y ambiente de depósito

determinado. El área de estudio se localiza en la región central, la cual se caracteriza por la abundancia de trilobites agnóstidos y un ambiente de depósito de plataforma abierta.

Por otra parte, en el estado de Sonora, los estudios sistemáticos de la biota fósil del Cámbrico son escasos, ya sea para la región noroeste (Hernández-Barbosa y Sour-Tovar, 2018), región norte (Sundberg y Cuen-Romero, 2021), región este (Cuen-Romero *et al.*, 2019b) y región central (Buitrón-Sánchez *et al.*, 2017a; 2017b; Beresi *et al.*, 2019; Cuen-Romero *et al.*, 2020; Buitrón-Sánchez *et al.*, 2021).

No obstante, los estudios estratigráficos y paleontológicos del Cámbrico en la región central de Sonora son numerosos y han aumentado significativamente en las últimas décadas (Nardin *et al.*, 2009; Cuen-Romero *et al.*, 2016; 2019a; 2022a; Buitrón-Sánchez *et al.*, 2017a; 2021; Beresi *et al.*, 2019; Noriega-Ruiz *et al.*, 2020; 2022). Particularmente, las secuencias sedimentarias del Cámbrico del área de San José de Gracia han sido objeto de estudios bioestratigráficos, análisis de facies, sistemáticos, y paleoecológicos.

Buitrón Sánchez *et al.* (2017a), describieron por primera vez para el Cámbrico de Sonora central, las especies de hiolítidos *Hyolithes cf. H. sonora* Lochman, 1952, y *Haplophrentis reesei* Babcock y Robison, 1988, distribuidos ampliamente en las formaciones Buelna y El Gavilán del cerro El Chihuarruita, San José de Gracia.

Cuen-Romero *et al.* (2019a), describieron las características paleoecológicas de las comunidades marinas presentes en las formaciones Proveedora, Buelna, Cerro Prieto y El Gavilán, así como la condiciones paleoambientales en las que fueron depositadas.

Beresi *et al.* (2019), registraron por primera vez para México, escleritomos de *Chancelloria eros* Walcott, 1920, del Cámbrico medio, parcialmente articulados, además de escleritos aislados correspondientes a *Allonia tintinopsis* Bengtson y Collins, 2015 y *Archiasterella* sp. incluidos en la Formación El Gavilán del cerro El Sahuaral, San José de Gracia.

Noriega-Ruiz *et al.* (2020), realizaron estudios detallados de la estratigrafía y bioestratigrafía de los afloramientos del Cámbrico en el cerro El Sahuaral, constituyendo un aporte a la geología regional y su afinidad con Laurentia.

Buitrón-Sánchez *et al.* (2021), describieron la especie *Ubaghsicystis cf. U. securae* Gil-Cid y Domínguez-Alonso, 2002, por primera vez para México, además de establecer consideraciones bioestratigráficas y paleoecológicas.

Cuen-Romero *et al.* (2022a), realizaron un estudio de las microfacies siliciclásticas, microfacies carbonatadas y biofacies de los depósitos cámbricos del cerro El Chihuarruita, además de sugerir las condiciones de ambiente de deposición y de comprender la evolución geológica del oeste de Laurentia.

Noriega-Ruiz *et al.* (2022), realizaron el primer análisis paleoecológico de cuatro comunidades cámbricas en el cerro El Sahuaral, donde determinaron la

estructura de las comunidades y la correlación con otros depósitos del Cámbrico a nivel mundial.

Holmer *et al.* (2022) proporcionaron la descripción de una asociación de braquiópodos en una secuencia sedimentaria del Cámbrico (Piso 4 - Wuliano) del área de estudio.

3. Consideraciones estratigráficas

El cerro El Chihuarruita se localiza en la parte central del estado de Sonora. Los afloramientos de la Formación El Gavilán se localizan en la latitud 29° 2' N y longitud 110° 37' O, a 3 km al sureste de la localidad de San José de Gracia, la cual se encuentra a 45 km al noroeste de la ciudad de Hermosillo (Figura 1).

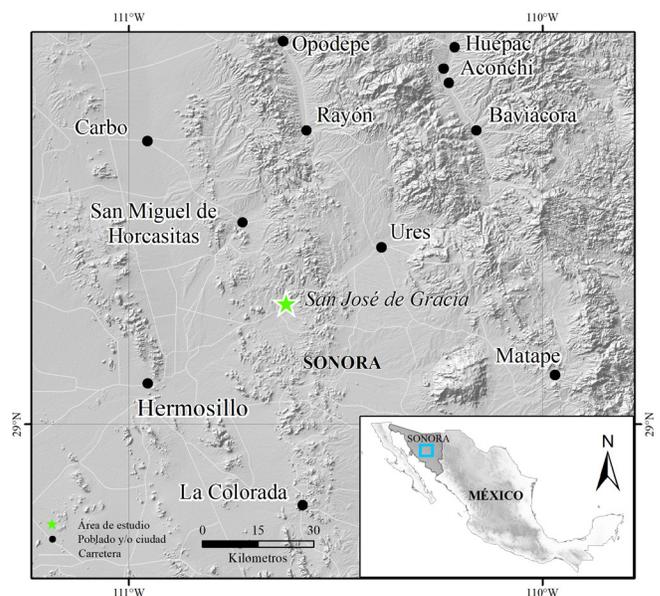


Figura 1. Localización del área de estudio en Sonora central, México.

En el cerro El Chihuarruita, San José de Gracia, aflora una secuencia estratigráfica del Cámbrico constituida de materiales detrítico-carbonatados con un espesor de 600 m. La sucesión sedimentaria está dividida en cuatro unidades litoestratigráficas del Cámbrico (Series 2, Piso 4 - Miaolingiano, Wuliano), donde se han descrito las formaciones Proveedora, Buelna, Cerro Prieto y El Gavilán (Cuen-Romero *et al.*, 2016).

La Formación El Gavilán consiste principalmente de potentes capas de lutita de color rojo fuertemente fracturada con alternancias de caliza fosilífera de color gris-oscuro. Esta unidad posee un espesor aproximado de 233 m, y sobreyace de manera concordante a la Formación Cerro Prieto, y su contacto superior mantiene una discordancia con rocas volcánicas cenozoicas (Figura 2). Además, esta unidad está representada por

una abundante biota fósil relativamente bien preservada, la cual incluye espículas de esponjas, escleritos de cancellóridos, braquiópodos, hiolítidos, moluscos, trilobites y equinodermos. Los estratos de caliza poseen un espesor de 20 a 30 cm, y aunque la mayoría de los fósiles se encuentran en las capas de lutita, es posible identificar contenido faunístico con una buena preservación.

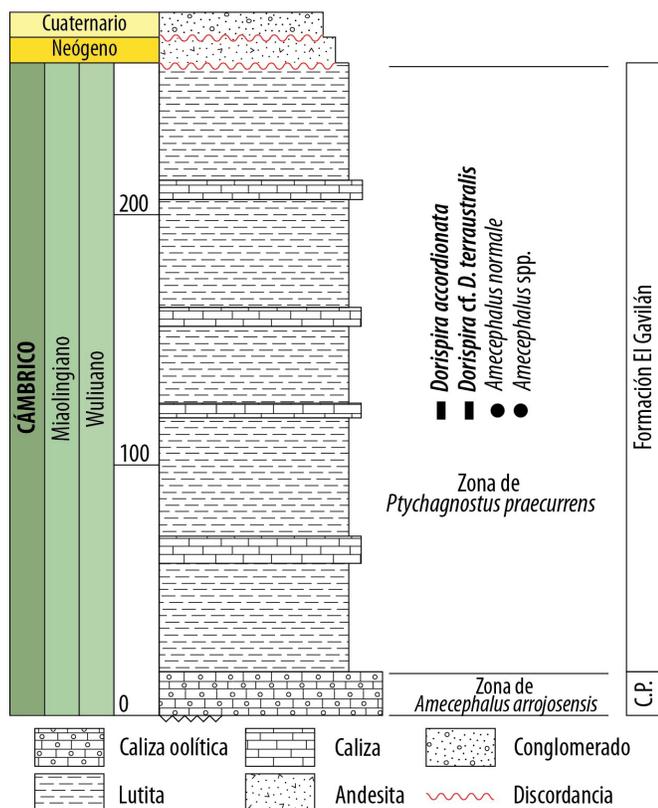


Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación El Gavilán donde se muestra la distribución del contenido biótico y zonas estratigráficas. Modificada de Cuen-Romero et al. (2016).

4. Materiales y métodos

El material paleontológico fue colectado y etiquetado con las siglas USDG como parte de la Colección de Paleontología del Departamento de Geología, Universidad de Sonora. Los especímenes fueron limpiados mecánicamente con un cincel y pluma de grabado de aire (34000bpm, 0.1/*0.2 /0.3mm, carcasa de acero) en el Laboratorio de Paleontología del Departamento de Geología, Universidad de Sonora.

Una vez que se aplicó el tratamiento físico para la preparación de los fósiles, se llevó a cabo el análisis y fotografiado del material estudiado. Para iniciar, es

necesario aplicar una fina capa de grafito coloidal a la muestra, y posteriormente, se aplica una fina película blanca de cloruro de amonio sobre la superficie del ejemplar. Para la tinción con cloruro de amonio se utilizó un tubo de vidrio resistente al calor de aproximadamente 15 cm de largo y de 12 a 15 mm de diámetro. Esto con una ampolla esferoidal en un extremo de unos 5 cm de diámetro, perforado por un orificio de unos 5 mm de diámetro.

El grafito coloidal aplicado previamente se encargó de absorber el cloruro de amonio y progresivamente obtener el punto adecuado de tinción para el ejemplar. La terminología descriptiva general de los helcioneloidos, así como las mediciones diagnósticas, se basaron en el trabajo de Jacquet y Brock (2016) y Oh et al. (2021).

5. Paleontología sistemática

Phylum Mollusca Linneaus, 1758

Clase ?Helcionelloida Peel, 1991; ?Gastropoda Cuvier, 1795; *Incertae sedis*

Diagnosis.- Generalmente univalvos de simetría bilateral, con concha calcárea enrollada endogástricamente en varias vueltas. El ápice se localiza en la parte posterior y la concha se expande hacia la parte anterior. La apertura es ovalada y en ocasiones tiene un surco medio en forma de hendidura en la superficie subapical. La ornamentación consiste en rugosidades prominentes y puede incluir elementos comarginales y espirales (Geyer et al., 2019).

Discusión.- Los helcioneloidos se han interpretado como moluscos con presencia de torsión como sucede en los gasterópodos (Knight et al., 1960), y sin presencia de torsión como en los monoplacóforos (Runnegar y Pojeta, 1974). Esta última hipótesis fue aceptada debido a la sugerencia de que los helcioneloidos estaban enrollados exogástricamente (Runnegar y Pojeta, 1974; Runnegar, 1996; Gubanov y Peel, 2000). Lo anterior considera que la superficie sub-apical cóncava se encuentra ubicada anterior al ápice, mientras que la superficie supra-apical convexa se ubica posterior al ápice (Runnegar y Pojeta, 1974). Sin embargo, con base en la interpretación de las características de la concha en términos de adaptación funcional (Geyer, 1986; Peel y Yochelson, 1987), se ha considerado a los helcioneloidos como moluscos endogástricos sin torsión, lo cual fue ampliamente aceptado por otros autores (ex. gr. Yochelson, 1978; 1979; Geyer, 1986; Berg-Madsen y Peel, 1987; Peel y Yochelson, 1987).

Peel (1991), reconstruyó helcioneloidos con el ápice posterior y la concha expandiéndose anteriormente (endogástrica), lo cual difiere de conchas como *Neopilina* y otros especímenes de la Subclase Tergomya Horný, 1965, que poseen el ápice anterior y la concha expandida posteriormente (exogástrica). Peel (1991), descartó a los helcioneloidos como pertenecientes a la Clase Monoplacophora, para lo cual erigió la Clase Helcionelloida, donde se incluyen las formas endogástricas.

Orden Helcionellida Geyer, 1994

Discusión.- Geyer (1994) sugirió que los géneros de helcioneloides requieren de una categoría taxonómica a nivel de clase, por lo que confirma la identificación de estos dentro de la Clase Helcionelloida Peel, 1991. Además, analizó las relaciones sistemáticas de helcioneloides y triblídidos del Cámbrico medio en distintas localidades de Idaho, Estados Unidos. Con base en el análisis filogenético y morfológico, propone el Orden Helcionellida Geyer, 1994, y otros nuevos taxones de nivel superior (Geyer, 1994). Con base en lo anterior, en esta investigación, los helcioneloides son incluidos dentro del Orden Helcionellida.

Familia Helcionellidae Wenz, 1938

Género *Dorispira* Parkhaev in Parkhaev y Demidenko, 2010

Especie tipo. *Helcionella terraustralis* Runnegar y Jell, 1976. Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) de Nueva Gales del Sur, Australia.

Dorispira accordionata (Runnegar y Jell, 1976)
(Figura 3A-B)

Sinonimia.-

1976 *Latouchella accordionata* Runnegar y Jell, p. 126, figs. 10C.1-C.18.

1998 *Latouchella accordionata*; Brock, p. 576, figs. 3.4-3.6.

2010 *Dorispira accordionata* Parkhaev in Parkhaev y Demidenko, 2010, p. 1060.

2022 *Dorispira accordionata*; Peel y Kouchinsky, p. 82, figs. 7A, E, F, J, N.

Descripción.- La descripción está basada en el ejemplar USDG-404 (Figura 3A-B). La concha es isostrófica alta, comprimida lateralmente, enrollada desde la mitad a dos tercios de la primera vuelta con una apertura aparentemente subovalada. La concha tiene una altura de 2.31 mm, la superficie supra-apical es uniformemente convexa, la superficie sub-apical es marcadamente cóncava. Longitud de la apertura de 2.47 mm, y distancia máxima del ápice al margen supra-apical de 2.75 mm. El ápice está enrollado y abierto, marcadamente desplazado hacia la parte posterior, y sobresaliente del margen sub-apical, con ángulo apical entre 56 y 65° (Tabla 1). La concha presenta ornamentación concéntrica débil y rugosidades comarginales tenuemente marcadas.

Material y ocurrencia.- Dos ejemplares. USDG-404 y USDG-405. Formación El Gavilán. Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) del cerro El Chihuarruita, Sonora, México. Zona *Ptychagnostus praecurrens*.

Discusión.- *Dorispira* se diferencia de todos los demás géneros de la Familia Helcionellidae, debido a la concha relativamente alta con un ápice fuertemente desplazado posteriormente (Parkhaev y Demidenko, 2010). La concha se caracteriza por poseer una forma de concha o "gorro", aunque no es planoespiral. *D. accordionata* de la Formación El Gavilán del área de San José de Gracia, Sonora, es similar en la posición del ápice, las

rugosidades comarginales y forma esbelta de la concha a la misma especie que describieron Peel y Kouchinsky (2022) proveniente de la Formación Henson Gletscher (Miaolingiano, Wuliuano) de Peary Land, Groenlandia. Además, es similar en tamaño y forma, con respecto a la altura, y la distancia máxima de la concha es mayor a la distancia del ápice al margen supra-apical. Sin embargo, el espécimen mexicano no conserva la ornamentación de la superficie sub-apical tan marcada. También se ha comparado el material de Sonora con la forma esbelta de la concha de *Latouchella accordionata* (sinonimia) de la Formación Murrawong Creek (Miaolingiano, Drumiano) de Nueva Gales del Sur, Australia (Brock, 1998), destacando que el ejemplar de Sonora presenta el grado de espiral ligeramente menor y la altura de la concha es mayor que el material australiano. El espécimen sonoreño también es similar a la especie *L. accordionata* reportada por Runnegar y Jell (1976) en la Formación Coonigan (Miaolingiano, Wuliuano) de Nueva Gales del Sur, Australia. Ambos ejemplares son similares en la forma de la concha, en la ornamentación concéntrica, tamaño y forma del ápice.

Dorispira cf. *D. terraustralis* (Runnegar y Jell, 1976)
(Figura 3C)

Descripción.- La descripción está basada en el ejemplar USDG-406 (Figura 3C). La concha es moderadamente alta con una gran abertura, ornamentada con rugosidades comarginales pronunciadas. La altura de la concha es de 1.89 mm, superficie supra-apical uniformemente convexa, superficie sub-apical fuertemente cóncava. La longitud de apertura de 1.68 mm, mientras que la longitud de la concha es de 2.23 mm (Tabla 1). El ápice no sobresale del margen sub-apical y se encuentra ligeramente recurvado.

Material y ocurrencia.- Tres ejemplares. USDG-406, USDG-407 y USDG-408. Formación El Gavilán. Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) del cerro El Chihuarruita, Sonora, México. Zona *Ptychagnostus praecurrens*.

Discusión.- Este espécimen es similar a *D. terraustralis* debido a su gran abertura y ornamentación concéntrica muy marcada. Se ha considerado que el espécimen mexicano posiblemente presenta alguna estructura con forma de hendidura (*snorkel*) en la superficie sub-apical como sucede con los representantes de la Familia Yochelcionellidae Runnegar y Jell, 1976; sin embargo, el material se encuentra mal preservado. *Dorispira* cf. *D. terraustralis* de la Formación El Gavilán, Sonora, es similar al ejemplar identificado por Runnegar y Jell (1976) en Australia, para la Formación Coonigan (Miaolingiano, Wuliuano) de Nueva Gales del Sur. Ambos especímenes presentan una amplia abertura y con ornamentación que comprende de costillas bien marcadas y de rugosidades concéntricas redondeadas. El ejemplar de Sonora posee un ápice mal preservado, no se observa el interior de la abertura y presenta compresión lateral mayor en comparación con *D. terraustralis* descrita por Runnegar y Jell (1976); además, la superficie supra-apical del espécimen de Australia es más cóncava que en el material de Sonora. Por lo anterior, la determinación de este ejemplar se mantiene en nomenclatura abierta. Anteriormente,

Helcionella terraustralis fue identificada por Runnegar y Jell (1976) como una nueva especie dentro del género *Helcionella* Grabau y Shimer, 1909; sin embargo, Parkhaev y Demidenko asignaron a *H. terraustralis* como la especie tipo del nuevo género *Dorispira*.

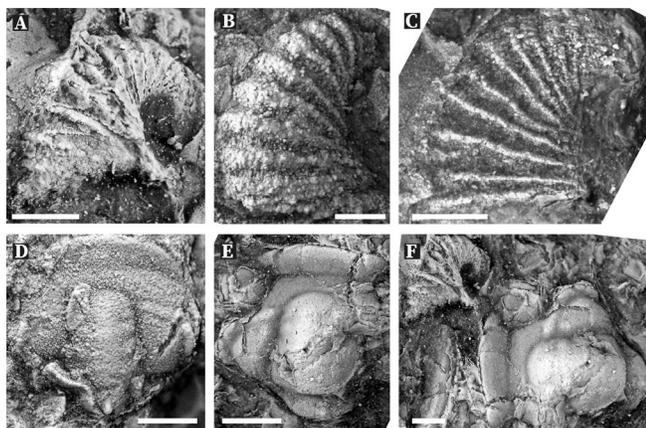


Figura 3. A) *Dorispira accordionata* USDG-404, vista lateral; B) *Dorispira accordionata* USDG-405 mostrando superficie supra-apical; C) *Dorispira* cf. *D. terraustralis* USDG-406, vista lateral; D) *Amecephalus normale*, cefalón mal preservado; E) *Amecephalus* sp.; F) Asociación de *Dorispira accordionata* y *Amecephalus* sp. Escala gráfica equivale a 1 mm.

Tabla 1. Dimensiones de los ejemplares. Longitud total = Lt; Longitud de la apertura = La; Altura máxima = Al; Ángulo apical = Aap.

Ejemplar	Lt	La	Al	Aap
USDG-404	2.75	2.47	2.31	56°- 65°
USDG-405	—	2.39	3.03	—
USDG-406	2.23	1.68	1.89	—

6. Consideraciones bioestratigráficas

Las especies *D. accordionata* y *D. terraustralis* han sido identificadas en las formaciones Coonigan (Runnegar y Jell, 1976) y Murrawong Creek (Brock, 1998) del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano-Drumiano) de Australia, ambas asignadas a la Zona de *Ptychagnostus gibbus* (Peel y Kouchinsky, 2022). Asimismo, se ha documentado la presencia de *D. accordionata* en la Formación Henson Gletscher del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) de Groenlandia, donde la abundancia de trilobites agnóstidos determinan la Zona de *Ptychagnostus gibbus* (Peel y Kouchinsky, 2022).

También *Dorispira accordionata* se ha reportado en otras localidades del Cámbrico (Guzhangiano), como de

la Formación Tasman, Nueva Zelanda, aunque es controversial debido al grado de espiral y que se encuentra más comprimido lateralmente (MacKinnon, 1985). Además, la especie fue identificada de la Caliza Shackleton del Cámbrico (Serie 2, Piso 3-4) al este de Antártida (Evans, 1989), aunque la determinación taxonómica fue tentativa. Con base en lo anterior, se considera que el rango estratigráfico de *D. accordionata* es del Cámbrico Serie 2, Piso 3-4 al Miaolingiano, Wuliuano.

Las especies de helcioneloides de la Formación El Gavilán, Sonora, se encuentran asociadas con los trilobites *Amecephalus normale* (Resser, 1938) y *Amecephalus* spp. (Fig. 3D-F) representativos del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano). Esta asociación faunística del cerro El Chihuarruita es asignada desde la Zona de *Ptychagnostus praecurrens*, y posiblemente, hasta la Zona de *Ptychagnostus gibbus*, debido a la presencia de helcioneloides (Figura 4).

En Estados Unidos de América se han documentado abundantes braquiópodos y trilobites, donde se ha descrito la especie *A. normale* provenientes de las formaciones Caliza Lakeview y Spence Shale, en Idaho, EUA (Resser, 1938; Sundberg, 2020). No obstante, Resser (1939) describió cinco nuevas especies de *Alokistocare* provenientes de la Formación Spence Shale en Idaho, EUA, donde *Alokistocare idahoense* y *Alokistocare spencense* son considerados sinónimos de *A. normale* de la Formación Caliza Lakeview (Sundberg, 2020). Así, *A. normale* es asignado a la Zona de *Ptychagnostus praecurrens* del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano).

En Argentina se ha identificado una asociación faunística compuesta de trilobites, donde se ha documentado la presencia de *A. normale* y *Amecephalus* spp. provenientes de la Precordillera Argentina (Tortello, 2022), que representan la Zona de *Glossopleura walcotti* del Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) (Figura 4).

7. Consideraciones paleogeográficas

Los análisis filogenéticos y, por lo tanto, los estudios biogeográficos se encuentran limitados por la escasa información sistemática (Brown y Lydeard, 2010). La asociación de helcioneloides incluida en la Formación El Gavilán, Sonora central, permite establecer correlaciones con las localidades del Cámbrico de Nueva Gales del Sur, Australia, y del norte de Groenlandia. Sin embargo, el género *Dorispira* se ha registrado en otros depósitos como *D. arguta* (Resser, 1939) y *D. burlingi* (Resser, 1939) para el Cámbrico medio de Estados Unidos de América, *D. lauta* (Yu, 1979) para localidades Cámbrico inferior de China, *D. comma* (Geyer, 1986) del Cámbrico medio de Marruecos y *D. aperta* (Orlowski, 1968) del Cámbrico superior de Polonia.

Por otro lado, el registro de las especies *Amecephalus normale* y *Amecephalus* spp. de la Formación El Gavilán, Sonora denotan una estrecha correlación con la fauna de trilobites provenientes de la

Global	Norteamérica		Zonas Trilobites	Zonas Trilobites (Plataforma Exterior)	Correlación		
	Serie	Piso					
CÁMBRICO	Guzhangiano	Lincolniano	Marjumano	<i>Crepicephalus</i>	<i>Glyptagnostus stolidatus</i> (<i>Linguagnostus reconditus</i>)		
				<i>Cedaria / Cedaria dakotaensis</i>	(<i>Aagnostus pisiformis</i>)		
	Drumiano		Topazano	Bolaspidella	<i>Lejopyge laevigata</i>	?	
					<i>Ptychagnostus punctuosus</i>	(<i>Goniagnostus nathorsti</i>)	
	Wuliuano		Delamarano	Ehmaniella	<i>Ptychagnostus atavus</i>	<i>Ptychagnostus gibbus</i>	
					<i>Glossopleura walcottii</i>	<i>Ptychagnostus praecurrens</i>	
					<i>Mexicella mexicana</i>	<i>Peronopsis bonnerensis</i>	
					<i>Poliella denticulata</i>	<i>Oryctocephalus indicus</i>	
	Piso 4						

Figura 4. Correlación bioestratigráfica de la Formación El Gavilán con otras unidades bioestratigráficas del Cámbrico en Groenlandia, Australia, Estados Unidos de América, y Argentina.

Formación Caliza Lakeview de Idaho, Estados Unidos de América (Resser, 1938; Sundberg, 2020) y la Precordillera Argentina (Tortello, 2022).

8. Conclusiones

Se describen y se ilustran por primera vez las especies de helcioneloides *Dorispira accordionata* (Runnegar y Jell, 1976) y *Dorispira* cf. *D. terraustralis* para el Cámbrico (Miaolingiano, Wuliuano) de México. Los helcioneloides del género *Dorispira* en otras regiones confirma la distribución cosmopolita de estas especies, aunque las especies de trilobites *A. normale* y *Amecephalus* spp. mantienen una mayor afinidad con otros depósitos del Cámbrico relacionados con Laurentia.

Agradecimientos

Al Departamento de Geología de la Universidad de Sonora por proporcionar las facilidades que llevaron a cabo esta investigación. Los autores agradecen a los revisores anónimos por las correcciones realizadas al presente manuscrito.

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.

Almazán-Vázquez, E. (1989). El Cámbrico-Ordovícico de Arivechi, en la región Centro- Oriental del Estado de Sonora. *Revista del Instituto de Geología*, 8(1), 58–66.

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

Bengtson, S., Conway Morris, S., Cooper, B. J., Jell, P. A., & Runnegar, B. N., (1990). Early Cambrian fossils from south Australia. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 9, 1-364.

Bengtson, S., & Collins, D. (2015). Chancelloriids of the Cambrian Burgess Shale. *Palaeontologia Electronica*, 18(1), 1–67. <https://doi.org/10.26879/498>

Beresi, M., Cabaleri, N., Buitrón, B., Rodríguez, M., Heredia, S., & Tortello, M. (2012). Microfacies, biota y paleoambientes sedimentarios del Ordovícico temprano-medio del Cerro Salazar, Sonora central, Mexico. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 29(2), 330–345.

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.

Berg-Madsen, V., & Peel, J. S. (1987). *Yochelcionella* (Mollusca) from the late Middle Cambrian of Bornholm, Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 36(3-4), 259–261.

Billings, E. (1865), *Palaeozoic Fossils, Containing descriptions and figures of new or little known species of organic remains from the Silurian rocks, 1861-1865.* (Geological Survey of Canada, Separate Report, 1,) Dawson Brothers, Montreal. 426 pp.

- Bouchet, P., Rocroi, J. P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, P., Schrödl, M., & Strong, E. E. (2017). Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61, 1–526. <https://doi.org/10.4002/040.061.0201>
- Brock, G. A. (1998). Middle Cambrian molluscs from the southern New England fold belt, New South Wales, Australia. *Geobios*, 31(5), 571–586. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(98\)80045-4](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(98)80045-4)
- Brown, K. M., & Lydeard, C. (2010). Chapter 10 - Mollusca: Gastropoda. En J. H. Thorp, A. P. Covich (eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (Third Edition)* pp. 277–306). Academic Press.
- Buitrón-Sánchez, B., Cuen-Romero, F., Huerta-Ruiz, A., & Montijo-González, A. (2017a). Hiolítidos del Cámbrico (Hyolitha) de San José de Gracia, Sonora, México. Consideraciones estratigráficas y paleogeográficas. *Paleontología Mexicana*, 6(1), 10.
- Buitrón-Sánchez, B., Cuen-Romero, F. J., Montijo-González, A., & Beresi, M. (2017b). El equinodermo *Gogia granulosa* (Echinodermata: Blastozoa) del Cámbrico temprano-medio en Sonora, México: paleoecología y paleogeografía. *Revista de Biología Tropical*, 65(1-1), Artículo S160-S167. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i1-1.31681>
- Buitrón-Sánchez, B. E., Cuen-Romero, F. J., Beresi, M. S., & Monreal, R. (2021). First record of *Ubaghsicystis* (Eocrinoidea-Echinodermata) from the Cambrian (Miaolingian, Wuliuan) of Sonora, Mexico: Biostratigraphical and paleoecological considerations. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 1), 51–65. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69iSuppl.1.46326>
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.03.002>
- 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). Paleocology of Cambrian communities of central Sonora, Mexico: Paleoenvironmental and biostratigraphic considerations. *Journal of South American Earth Sciences*, 92, 631–645. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.04.005>
- 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.
- Cuen-Romero, F. J., Noriega-Ruiz, H. A., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2020). *Euagnostus interstrictus* (White, 1874) (Trilobita: Agnostida) del Cámbrico medio (Miaolingiano-Wuliuano) del cerro El Sahuaral, Sonora central, México. *Paleontología Mexicana*, 9(1), 31–39.
- Cuen-Romero, F. J., Montijo-González, A., Monreal, R., Sundberg, F. A., Espinoza-Maldonado, G., Grijalva-Noriega, F. J., Noriega-Ruiz, H. A., Minjarez-Sosa, I., & Ochoa-Granillo, J. A. (2022a). Cambrian (Series 2 to Miaolingian) platform facies from central Sonora, Mexico and the regional correlation. *Palaeoworld*, 31(1), 41–57. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2021.03.002>
- Cuen-Romero, F. J., Rohr, D. M., Noriega-Ruiz, H. A., Monreal, R., Blodgett, R. B., Beresi, M. S., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2022b). Middle Ordovician (Whiterockian) gastropods from central Sonora, Mexico: affinities with Laurentia and the Precordillera. *Journal of Paleontology*, 96(5), 1–10. <https://doi.org/10.1017/jpa.2022.25>
- Cuen-Romero, F. J., Rohr, D. M., Noriega-Ruiz, H. A., Monreal, R., Blodgett, R. B., Palafox-Reyes, J. J., & Ochoa-Granillo, J. A. (2022c). *Ulrichospira* Donald (Gastropoda-Phanerotrematidae) from the Middle Ordovician of central Sonora, Mexico: Paleobiogeographical considerations. *Paleontología Mexicana*, 11(1), 29–34.
- Cuen-Romero, F. J., Buitrón-Sánchez, B. E., Beresi, M. S., Palafox-Reyes, J. J., & Monreal, R. (2023). Ordovician stratigraphy and biota of Mexico. *Geological Society, London, Special Publications*, 533(1). <https://doi.org/10.1144/SP533-2022-19>
- Cuvier, G. (1795). Second mémoire sur l'organisation et les rapports des animaux à sang blanc, dans lequel on traite de la structure des Mollusques et de leur division en ordres, lu à la Société d'histoire naturelle de Paris, le 11 Prairial, an III, *Magazin Encyclopédique: ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, 2, 433–449.

- Devaere, L., Clausen, S., Sosa-Leon, J. P., Palafox-Reyes, J. J., Buitron-Sanchez, B. E., & Vachard, D. (2019). Early Cambrian small shelly fossils from northwest Mexico: Biostratigraphic implications for Laurentia. *Palaeontologia Electronica*, 22(2), 1–58.
- Evans, K. R. (1989). *Provincialism and evolutionary significance of some fauna from the Shackleton Limestone, Antarctica* [Unpublished Master Science thesis]. The University of Kansas, Lawrence.
- Flower, R. H. (1968). Cephalopods from the Tiñu Formation, Oaxaca State, Mexico. *Journal of Paleontology*, 42(3), 804–810.
- Geyer, G. (1986). Mittelkambrische mollusken aus Marokko und Spanien. *Senckenbergiana Lethaea*, 67(1/4), 55–118.
- Geyer, G. (1994). Middle Cambrian molluscs from Idaho and early conchiferan evolution. *New York State Museum Bulletin*, 481(1), 69–86.
- Geyer, G., Valent, M., & Meier, S. (2019). Helcionelloids, stenotheoids and hyoliths from the Tannenknock Formation (traditional lower middle Stage 4/Wuliuan boundary interval) of the Franconian Forest, Germany. *PalZ*, 93(2), 207–253. <https://doi.org/10.1007/s12542-018-0433-5>
- Gil Cid, M. D., & Domínguez Alonso, P. (2002). *Ubahsycystis segurae* nov. gen. y sp., nuevo Eocri-noide (Echinodermata) del Cámbrico Medio del Norte de España. *Coloquios de Paleontología*, 53, 21–32.
- Grabau, A. W., & Shimer, H. W. (1909). *North American index fossils, invertebrates, Vol. 2*. Seiler and Company, Lancaster, PA.
- Gubanov, A. P., & Peel, J. S. (2000). Cambrian monoplacophoran molluscs (class Helcionelloida). *American Malacological Bulletin*, 15(2), 139–146.
- Gubanov, A. P., & Peel, J. S. (2001). Latest helcionelloid molluscs from the Lower Ordovician of Kazakhstan. *Palaeontology*, 44(4), 681–694.
- Hall, J. (1847). Descriptions of the organic remains of the lower division of the New York system (equivalent of the Lower Silurian rocks of Europe). *New York Geological Survey, Paleontology*, 1, 1–338.
- Hernández Barbosa, A. M., & Sour Tovar, F. (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.
- Holmer, L. E., Clausen, S., Popov, L. E., Pour, M. G., Liang, Y., Zhang, Z., Palafox-Reyes, J. J., Sosa-León, J. P., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2022). Cambrian (Stage 4 to Wuliuan) brachiopods from Sonora, Mexico. *Journal of Paleontology*, 96(6), 1264–1284. <https://doi.org/10.1017/jpa.2022.35>
- Horný, R. J. (1965). *Cyrtolires* Conrad, 1838 and its position among the Monoplacophora (Mollusca). *Sborník Národního muzea v Praze*, 21, 57–70.
- Jacquet, S. M., & Brock, G. A. (2016). Lower Cambrian helcionelloid macromolluscs from South Australia. *Gondwana Research*, 36, 333–358. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2015.06.012>
- Knight, J. B., Cox, L. R., Keen, A. M., Batten, R. L., Yochelson, E. L., & Robertson, R. (1960). Systematic descriptions. In *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part I, Mollusca 1*. En R. C., Moore (ed.), *Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence*, I161–I331.
- Kobayashi, T. (1958). Some Ordovician fossils from the Thailand-Malayan borderland: *Japanese Journal of Geology and Geography*, 29, 223–231.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, 10th Edition*. Laurentii Salvii.
- Lochman, C. (1952). Trilobites. En G. A., Cooper, A. R. V., Arellano, J. H., Johnson, V. J., Okulitch, A., & Stoyanow, C., Lochman (Eds.), *Cambrian Stratigraphy and Paleontology near Caborca, Northwestern Sonora, México*. (119 (1), 60–107) Smithsonian Miscellaneous Collections.
- Mackinnon, D. I. (1985). New Zealand late Middle Cambrian molluscs and the origin of Rostroconchia and Bivalvia. *Alcheringa*, 9(1-2), 65–81.
- Nardin, E., Almazán-Vásquez, E., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2009). First report of *Gogia* (Eocri-noidea – Echinodermata) from the Early Middle Cambrian of Sonora (Mexico), with biostratigraphical and palaeoecological comments. *Geobios*, 42(2), 233–242. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2008.10.003>
- Noriega-Ruiz, H. A., Cuen-Romero, F. J., Enríquez-Ocaña, L. F., Sundberg, F. A., Monreal, R., Varela-Romero, A., Palafox-Reyes, J. J., & Grijalva-Noriega, F. J. (2020). Cambrian stratigraphy (Series 2 to Miaolingian) of the El Sahuaral area in central Sonora, Mexico: Biostratigraphic implications. *Journal of South American Earth Sciences*, Article 102797. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102797>
- Noriega-Ruiz, H. A., Cuen-Romero, F. J., Enríquez-Ocaña, L. F., Monreal, R., Chacón-Baca, E., Palafox-Reyes, J. J., & Grijalva-Noriega, F. J. (2022). Quantitative paleoecology of Cambrian (Series 2–Miaolingian) communities from central Sonora, Mexico. *Palaeoworld*, 31(4), 607–620. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2021.12.003>
- Oh, Y., Lee, D. C., Lee, D. J., & Lee, J. G. (2021). Cambrian helcionelloids (univalved molluscs) from the Korean Peninsula: systematic revision and biostratigraphy. *Alcheringa*, 45(2), 127–139. <https://doi.org/10.1080/03115518.2021.1929479>
- Orlowski, S. (1968). Upper Cambrian fauna of the Holy Cross Mts. *Acta Geologica Polonica*, 18(2), 257–292.
- Parkhaev, P. Y. (2002). Phylogenesis and the system of the Cambrian univalved mollusks. *Paleontological Journal*, 36(1), 25–36.

- Parkhaev, P. Y., & Demidenko, Y. E. (2010). Zooproblematica and Mollusca from the Lower Cambrian Meishucun section (Yunnan, China) and taxonomy and systematics of the Cambrian small shelly fossils of China. *Paleontological Journal*, 44(8), 883–1161. <https://doi.org/10.1134/S0031030110080010>
- Peel, J. S. (1991). The classes Tergomya and Helcionelloida, and early molluscan evolution. *Bulletin Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 161, 11–65.
- Peel, J. S., & Yochelson, E. L. (1987). New information on Oelandia (Mollusca) from the Middle Cambrian of Sweden. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 36(3-4), 263–273.
- Peel, J. S., Kouchinsky, A. (2022). Middle Cambrian (Miaolingian Series, Wuliuan Stage) molluscs and mollusc-like microfossils from North Greenland (Laurentia). *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 70, 69–104.
- Resser, C. E. (1938). Cambrian System (restricted) of the southern Appalachians. *Geological Society of America Special Paper*, 15, 140 pp.
- Resser, C. E. (1939). The Ptarmigania strata of the northern Wasatch Mountains. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 98(24), 1–72.
- Robison, R. A., & Pantoja-Alor, J. (1968). Tremadocian trilobites from the Nochixtlán region, Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, 42(3), 767–800.
- Runnegar, B. (1996). Early evolution of the Mollusca: the fossil record, Origin and Evolution of the Mollusca, En J., Taylor (ed.), *Oxford University Press*, 77–87.
- Runnegar, B., & Pojeta Jr., J. (1974). Molluscan Phylogeny: The Paleontological Viewpoint: The early Paleozoic fossil record shows how living and extinct molluscan classes originated and diversified. *Science*, 186(4161), 311–317.
- Runnegar, B., & Jell, P. A. (1976). Australian Middle Cambrian molluscs and their bearing on early molluscan evolution. *Alcheringa*, 1(2), 109–138.
- Sundberg, F. A. (2020). Trilobite fauna (Wuliuan Stage, Miaolingian Series, Cambrian) of the lower Lakeview Limestone, Pend Oreille Lake, Idaho. *Journal of Paleontology*, 94(S79), 1–49. <https://doi.org/10.1017/jpa.2020.38>
- Sundberg, F. A., & Cuen-Romero, F. J. (2021). Trilobites from the Crepicephalus Zone (upper Guzhangian Stage, Miaolingian Series, Cambrian) from northern Sonora, Mexico, and its correlation to Arizona and Texas, USA. *Journal of South American Earth Sciences*, 108, Article 103185. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103185>
- Tortello, M. F. (2022). Cambrian trilobites from the *Glossopleura walcotti* Zone (Miaolingian Series, Wuliuan Stage) of Mendoza, western Argentina. *Journal of Paleontology*, 96(3), 611–630. <https://doi.org/10.1017/jpa.2021.116>
- Walcott, C. D. (1920). Middle Cambrian Spongiae. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 67(6), 261–364.
- Wenz, W. (1938). Gastropoda. Allgemeiner Teil und Prosobranchia. en O.H., Schindewolf (ed.), *Handbuch der Paläozoologie*, 1–240. Verlag von Gebrüder Borntraeger.
- Yochelson, E. L. (1968). Tremadocian mollusks from the Nochixtlán region, Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, 42, 801–803.
- Yochelson, E. L. (1978). An alternative approach to the interpretation of the phylogeny of ancient mollusks. *Malacologia*, 17(2), 165–191.
- Yochelson, E. L. (1979). Early radiation of Mollusca and mollusc-like groups. En M. R., House (ed.), *The origin of the major invertebrate groups*, New York, Academic Press, 323–358.
- Yu, W. (1979). Earliest Cambrian monoplacophorans and gastropods from western Hubei with their biostratigraphical significance. *Acta Palaeontologica Sinica*, 18(3), 233–270.