Paleontología Mexicana
ISSN:2007-5189
Volumen 11, núm. 1, 2022, p. 35 – 40

Bioestratigrafía del Cámbrico en México

Cambrian Biostratigraphy in Mexico

Cuen-Romero, Francisco Javier[a,*]; Noriega-Ruiz, Héctor Arturo[a]; Monreal, Rogelio[a]; Palafox-Reyes, Juan José[a]; Ochoa-Granillo, José Alfredo[a], Montijo-González, Alejandra[a]

[a] Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales, CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México. https://orcid.org/0000-0001-8061-5600; https://orcid.org/0000-0002-6411-2832; https://orcid.org/0000-0001-5718-7660

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

Resumen

El Cámbrico en México aflora únicamente en los estados de Sonora y Oaxaca, como secuencias aisladas y esporádicas, aunque con una biota fósil relativamente bien conservada. Estudios recientes en bioestratigrafía de trilobites del Cámbrico de México, demuestran que la columna bioestratigráfica para este sistema en el estado de Sonora está bien representada, principalmente desde el Terreneuviano hasta el Furongiano temprano, comprendiendo el intervalo pre-trilobite, y Zona de *Fritzaspis* hasta la Zona de *Elvinia*. En el estado de Oaxaca se conoce únicamente la Zona de *Saukia* (Furongiano). Por lo anterior el Cámbrico tardío (Furongiano), corresponde a la parte menos conocida del Cámbrico en México.

Palabras clave: Cámbrico, México, Oaxaca, Sonora, Trilobites.

Abstract

The Cambrian in Mexico crops out only in the states of Sonora and Oaxaca, as isolated and sporadic sequences, but with a relatively well-preserved fossil biota. Recent studies in trilobite biostratigraphy of the Cambrian of Mexico show that the biostratigraphic column for this system in the state of Sonora is well represented, mainly from the Terreneuvian to the early Furongian, and comprising the pre-trilobite interval, and Fritzaspis Zone to the Elvinia Zone. In the state of Oaxaca only the Saukia Zone (Furongian) is known. This indicates that the late Cambrian (Furongian) corresponds to the least known part of the Cambrian in Mexico.

Keywords: *Cambrian, Mexico, Oaxaca, Sonora, Trilobites.*

Cómo citar / *How to cite*: Cuen-Romero, F.J., Noriega-Ruiz, H.A., Monreal, R., Palafox-Reyes, J.J., Ochoa-Granillo, J.A., Montijo-González, A. (2022). *Bioestratigrafía del Cámbrico en México*. Paleontología Mexicana 11(1), 35–40.

Manuscrito recibido: Junio 6, 2022.
Manuscrito corregido: Junio 8, 2022.
Manuscrito aceptado: Junio 9, 2022.

1. Introducción

El Cámbrico en México aflora únicamente en los estados de Sonora y Oaxaca (Cooper *et al.,* 1952; 1956; Robison y Pantoja-Alor, 1968; Landing *et al.,* 2007; Cuen-Romero *et al.,* 2018; 2020) aunque, con diferencia, mucho mejor representado en el estado de Sonora. Estos afloramientos se encuentran aislados y suelen ser de dimensiones relativamente reducidas, no obstante, poseen una biota fósil relativamente bien conservada que ha sido estudiada desde mediados de siglo pasado (Cooper *et al.,* 1952; 1956).

Avances en el estudio de la división del Cámbrico reconocen para este sistema cuatro series y diez pisos, de los cuales algunos aún presentan controversia respecto a sus límites y transiciones como es el caso de la Serie 2 y Piso 2 al Piso 4 (Cohen *et al.,* 2013; Peng *et al.* in Gradstein *et al.,* 2020) y que se fundamentan principalmente con base en trilobites (Cuen-Romero *et al.,* 2018). Dentro del phylum Arthropoda von Siebold, 1848, los trilobites constituyen las faunas marinas dominantes durante el Paleozoico temprano, ocupando importantes nichos ecológicos desde su primera aparición cerca de la base del Cámbrico hasta su extinción durante el Pérmico tardío (Fortey, 2014). Por otra parte, se ha sugerido que la bioestratigrafía de alta resolución basada en trilobites constituye una herramienta de suma importancia durante el Cámbrico, permitiendo también realizar reconstrucciones paleobiogeográficas (Webster, 2011).

La columna bioestratigráfica para el Cámbrico se encuentra fundamentada en rangos de trilobites, debido a su abundancia y amplia distribución geográfica (Lochman y Wilson, 1958). La presencia de otros grupos importantes en paleontología (arqueociatos, braquiópodos, moluscos y equinodermos) ha recibido importancia limitada, siendo útiles para correlación solo de manera local (Cuen-Romero *et al.,* 2018). En el presente trabajo se muestra una visión integrada y actualizada sobre los avances bioestratigráficos del Cámbrico en México.

2. Material y métodos

Este trabajo corresponde a una síntesis y actualización sobre el conocimiento de la bioestratigrafía basada en trilobites del Cámbrico de México. Por tal motivo, y con el fin de evaluar su estado actual, se realizó una búsqueda exhaustiva y recopilación bibliográfica sobre los estudios bioestratigráficos realizados en México; particularmente, el registro de faunas del Cámbrico documentadas en Sonora y Oaxaca. La integración de la información que ha sido publicada permite establecer comparaciones con el registro de otras áreas entre los estados anteriormente mencionados.

3. Sonora

Los afloramientos del Cámbrico del estado de Sonora fueron divididos por Cuen-Romero *et al.* (2018), en cuatro regiones de acuerdo con su posición geográfica: a) región noroeste, la cual comprende los depósitos del área de Caborca: Cerro Los Arrojos, Cerro San Clemente y Cerro Rajón; b) región noreste, comprende los depósitos del área de Cananea: Cerro El Tule y Cerro Mesteñas; c) región central, donde se localizan los depósitos del área de San José de Gracia y Mazatán; d) región este, la cual contiene los depósitos del área de Arivechi, incluido el Cerro La Sata y El Mogallón (Figura 1).

3.1. Región noroeste:

La región noroeste comprende principalmente los depósitos localizados en el área de Caborca, incluyendo los cerros San Clemente, Rajón, Cerro Prieto, Los Difuntos, Buelna, La Proveedora y Los Arrojos. En esta región afloran cuatro unidades litoestratigráficas del Cámbrico correspondiente a las formaciones: Cerro Rajón (Barrón-Díaz *et al.* 2019), Puerto Blanco, Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, Arrojos y El Tren (Cooper *et al.*, 1952; Stewart *et al.,* 1984; Cuen-Romero *et al.,* 2018).

Los primeros registros del Cámbrico han sido en el área de Caborca, y con base en la identificación de trilobites (Lochman, 1948) se reconocieron las biozonas *Obolella*, *Olenellus* y *Antagmus-Onchocephalus* para el Cámbrico inferior; así como las biozonas de *Albertella* y *Glossopleura-Kootenia* correspondientes al Cámbrico medio. Stewart *et al.* (1984) identificaron faunas pre-trilobíticas en la Formación La Ciénega, además de la ocurrencia de fósiles traza de trilobites como *Rusophycus*, asignando la Zona de pre-*Fallotaspis*. Mientras que para la Formación Puerto Blanco se asignó tentativamente la Zona de *Fallotaspis*.

De acuerdo con los esquemas biozonales para esta región propuestos por Cuen-Romero *et al.* (2018) y Noriega-Ruiz *et al.* (2020), la Formación Cerro Rajón representa el intervalo pre-trilobite, lo cual corresponde al Terreneuviano, Piso 2. La Formación Puerto Blanco se extiende desde la Zona de *Fritzaspis* hasta la Zona no definida del Piso 4 (Serie 2, Piso 4). La Formación Proveedora comprende desde la zona no definida del Piso 4 hasta la Zona de *Bristolia mohavensis*, lo cual corresponde a la Serie 2, Piso 4. La Formación Buelna se extiende desde la Zona de *Bristolia mohavensis* hasta la Zona de *Bolbolenellus euryparia* lo cual corresponde a la Serie 2, Piso 4. La Formación Cerro Prieto comprende desde la Zona de *Bolbolenellus euryparia* hasta la Zona de *Eokochaspis nodosa,* correspondiendo a la Serie 2, Piso 4. La Formación Arrojos se extiende desde la Zona de *Amecephalus arrojosensis* hasta la parte superior de la Zona de *Mexicella mexicana,* Subzona de

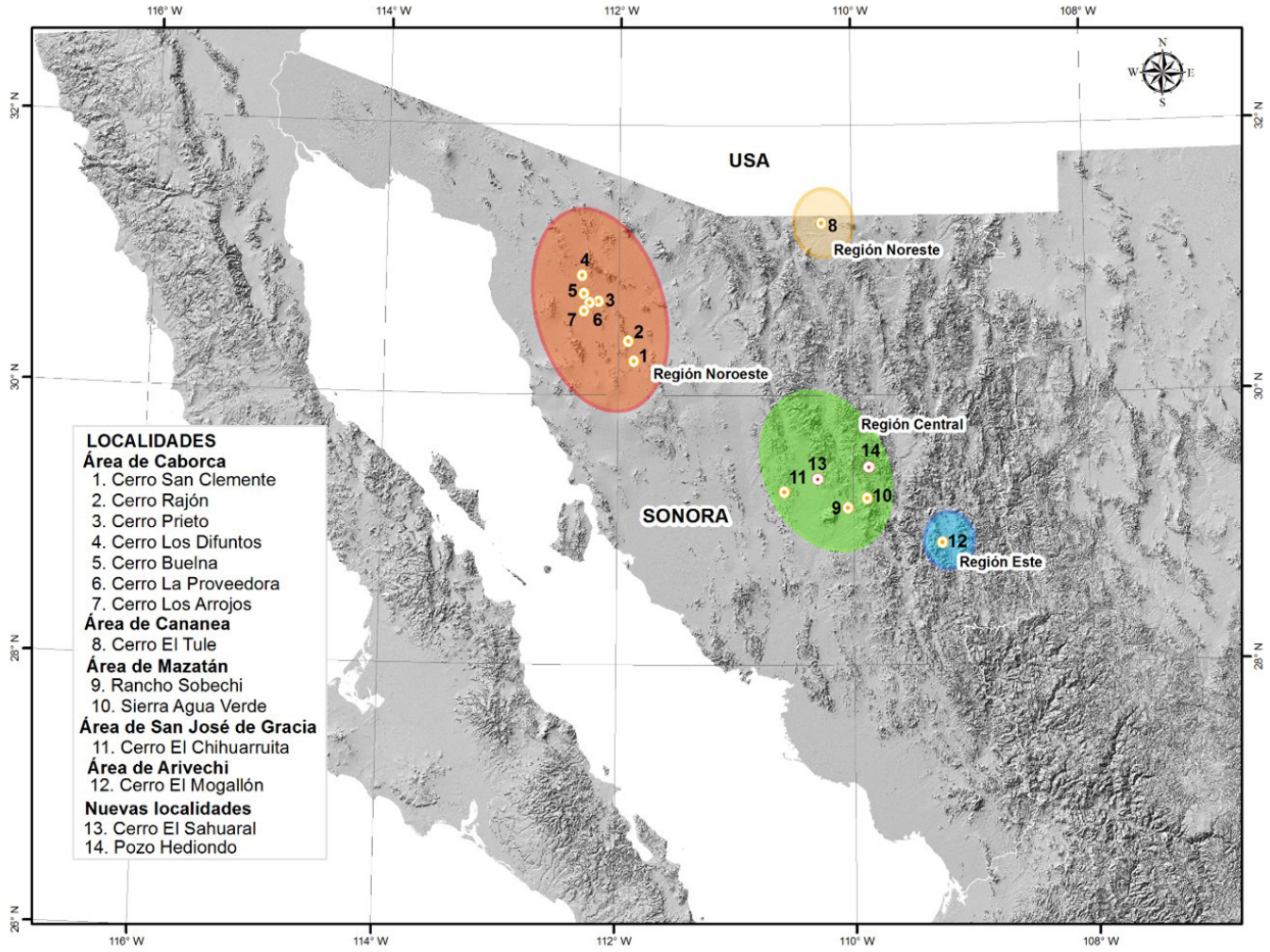

Figura 1 . Localización de los principales afloramientos del Cámbrico del estado de Sonora.

Albertella highlandensis, lo cual corresponde a un intervalo desde la Serie 2, Piso 4 al Miaolingiano, Wuliuano. Finalmente, la Formación El Tren comprende la Zona de *Glossopleura walcotti*, lo cual corresponde al Miaolingiano, Wuliuano. Las biozonas del Cámbrico actualizadas para la región noroeste están representadas en la Figura 2.

3.2. Región noreste:

La región noreste comprende principalmente los depósitos del área de Cananea, incluyendo los cerros El Tule y Mesteñas, donde afloran las formaciones Bolsa y Abrigo (González-León, 1986; Sundberg y Cuen-Romero, 2021). González-León (1986) describió una secuencia paleozoica en la Formación Abrigo de la Sierra El Tule, donde identificó una fauna representativa del Cámbrico superior que incluye los géneros *Arapahoia*, *Cedaria*, *Tricrepicephalus*, *Llanoaspis*, *Coosella* y *Coosia*. Las características litológicas y paleontológicas determinadas permitieron establecer correlaciones con la Cuarcita Bolsa y la Formación Abrigo de Arizona. De acuerdo con los esquemas biozonales propuestos por Cuen-Romero *et al.* (2018) y posteriormente por Sundberg y Cuen-Romero (2021), la Formación Abrigo en los cerros El Tule y Mesteñas representa para esta región posiblemente desde la Zona de *Bolaspidella* a la Zona de *Crepicephalus*, lo cual corresponde al Miaolingiano, Guzhangiano. Las biozonas del Cámbrico para la región noreste están representadas en la Figura 2.

3.3. Región central:

La región central comprende los depósitos del área de Mazatán, incluyendo la Sierra Agua Verde, Rancho Sobechi, Cerro El Chihuarruita y El Sahuaral. En esta región se han identificado las formaciones: Proveedora, Buelna, Cerro Prieto, El Gavilán y El Tren (Stewart *et al.*, 1984; Cuen-Romero *et al.*, 2016; 2018; 2022; Noriega-Ruiz *et al.*, 2020). Vega-Granillo (1996) describe la geología y el análisis estructural de la Sierra Agua Verde, en Sonora central, reportando la presencia de

Tonkinella valida, *Peronopsis fallax depressa*, *Tomagnostus* sp. y *Syspacephalus* sp., asignando la Zona de *Ehmaniella*; sin embargo, posteriormente serían asignadas a la parte superior de dicha zona (Sundberg, 1994), específicamente a la Subzona de *Altiocculus* indicando una edad Serie 3, Piso 5, para Laurentia Lincolniano, Topazano.

De acuerdo con los esquemas biozonales propuestos por Cuen-Romero *et al.* (2018) y Noriega-Ruiz *et al.* (2020), en el área de Sierra Agua Verde la Formación Proveedora representa la Zona de *Bristolia mohavensis*, lo cual corresponde a la Serie 2, Piso 4. Mientras que en área del Cerro El Chihuarruita y El Sahuaral, la misma unidad se extiende desde el período no definido del Piso 4 hasta la Zona de *Arcuolenellus arcuatus*, lo cual también corresponde a la Serie 2, Piso 4. La Formación Buelna se extiende desde la Zona de *Bristolia mohavensis* hasta la Zona de *Peachella iddingsi*, indicando la Serie 2, Piso 4. La Formación Cerro Prieto comprende la Zona de *Amecephalus arrojosensis* lo cual indica la Serie 2, Piso 4. La Formación El Gavilán en el Cerro El Chihuarruita representa la parte superior de la Zona de *Mexicella mexicana*, Subzona de *Albertella highlandensis*, la cual corresponde al Miaolingiano, Wuliuano. La Formación El Gavilán en el área de El Sahuaral y Rancho Sobechi, representa la parte superior de la Zona de *Ehmaniella*, Subzona de *Altiocculus*, lo cual indica también el Miaolingiano, Wuliuano. Finalmente, en esta región la Formación El Tren no contiene fósiles indicadores de edad. Las biozonas del Cámbrico correspondientes a las áreas de Mazatán y San José de Gracia (El Chihuarruita y El Sahuaral) están representadas en la Figura 2.

3.4. Región este:

La región este comprende principalmente los depósitos del área de Arivechi, incluyendo los cerros La Sata y El Mogallón. En esta región afloran las formaciones: La Sata, El Mogallón, La Huerta y Milpillas (Almazán-Vázquez, 1989; Cuen-Romero *et al.*, 2019). La secuencia sedimentaria del Cámbrico en el área de Arivechi fue descrita originalmente por Almazán-Vázquez (1989), identificando la base de Cámbrico medio, la cual está representada por la Zona Pre-*Glossopleura*. Además, reporta una asociación de trilobites de la Zona *Dunderbergia* o *Elvinia*, situando esta parte de la secuencia en la parte media del Cámbrico superior.

De acuerdo con los esquemas biozonales propuestos por Cuen-Romero *et al*. (2018; 2019), la Formación La Sata comprende la Zona de *Poliella denticulata*, lo cual indica el Miaolingiano, Wuliuano. La Formación El Mogallón se extiende desde la Zona de *Ptychagnostus atavus* hasta la Zona de *Goniagnostus nathorsti*, *Lejopyge armata* y/o *Lejopyge laevigata*, lo cual indica el Miaolingiano, Drumiano al Guzhangiano. La Formación La Huerta no proporcionó fósiles indicadores de edad, y la Formación Milpillas comprende la Zona de *Elvinia*, lo cual indica el Furongiano, Paibiano. Con base en esta actualización, las biozonas del Cámbrico de la región este se encuentran representadas en la Figura 2.

4. Oaxaca

El primer reporte de rocas del Paleozoico inferior en la parte sur de México lo realizaron Pantoja-Alor y Robison (1967), quienes documentaron estratos del Cámbrico superior – Ordovícico Inferior en la Formación Tiñú de la región Nochixtlán, Oaxaca. Posteriormente, estos mismos autores describen la parte inferior de la Formación Tiñu, donde sugieren que la fauna identificada posiblemente sea correlacionable con la Zona *Saukia* del Cámbrico superior, biozona utilizada frecuentemente en Norteamérica y con el Tremadociano inferior de Europa y Sudamérica (Robison y Pantoja, 1968).

Los estudios y determinaciones paleontológicas en las rocas del Miembro Yudachica realizados por Landing *et al.* (2007) permitieron asignar una edad del Furongiano, Piso 10 (Cámbrico superior), en la parte inferior de la Formación Tiñú. Lo anterior se sustenta con base en la presencia de varios géneros de conodontos que permiten identificar las zonas *Cordylodus andresi* y *C. proavus* (Landing *et al.*, 2007; Streng *et al.*, 2011), las cuales están representadas en la Figura 2.

5. Discusión

En décadas anteriores, se consideró que el Cámbrico en México únicamente afloraba en los estados de Sonora, Oaxaca, y Chihuahua (Bridges y DeFord, 1961; Pantoja-Alor, 1970; Landing *et al.*, 2007). Bridges y DeFord (1961) reportan una secuencia paleozoica en las inmediaciones de Mina Plomosas, Chihuahua, donde en la parte basal identificaron la presencia de abundantes gasterópodos mal conservados. Esta asociación de gasterópodos fue tentativamente asignada al Cámbrico tardío, aunque posteriormente fue asignada al Ordovícico Temprano (Bridges y DeFord, 1961). Por otro lado, estudios recientes sobre la estratigrafía y estructura de la Sierra Plomosa en Chihuahua sugieren que la unidad más antigua, la Formación Sóstenes, pertenece al Ordovícico, posiblemente Inferior hasta Superior, con base en la fauna predominante de gasterópodos, braquiópodos y conodontos (Barboza-Gudiño *et al.*, 2016).

Asimismo, se ha sugerido que la Formación Tinú en Oaxaca corresponde a una secuencia sedimentaria la cual sobreyace a un basamento metamórfico del Precámbrico (Espinosa, 1984). Robison y Pantoja-Alor (1968) establecieron una correlación entre la Formación Tiñú y las faunas del Tremadociano de Avalonia en Inglaterra y Gales, además de las sucesiones del Cámbrico superior de Laurentia debido a la presencia de la Zona *Saukia*. La Formación Tiñú es considerada como el único registro de rocas fosilíferas del Paleozoico inferior al sur de las sucesiones de Laurentia de Sonora, Chihuahua y Texas;

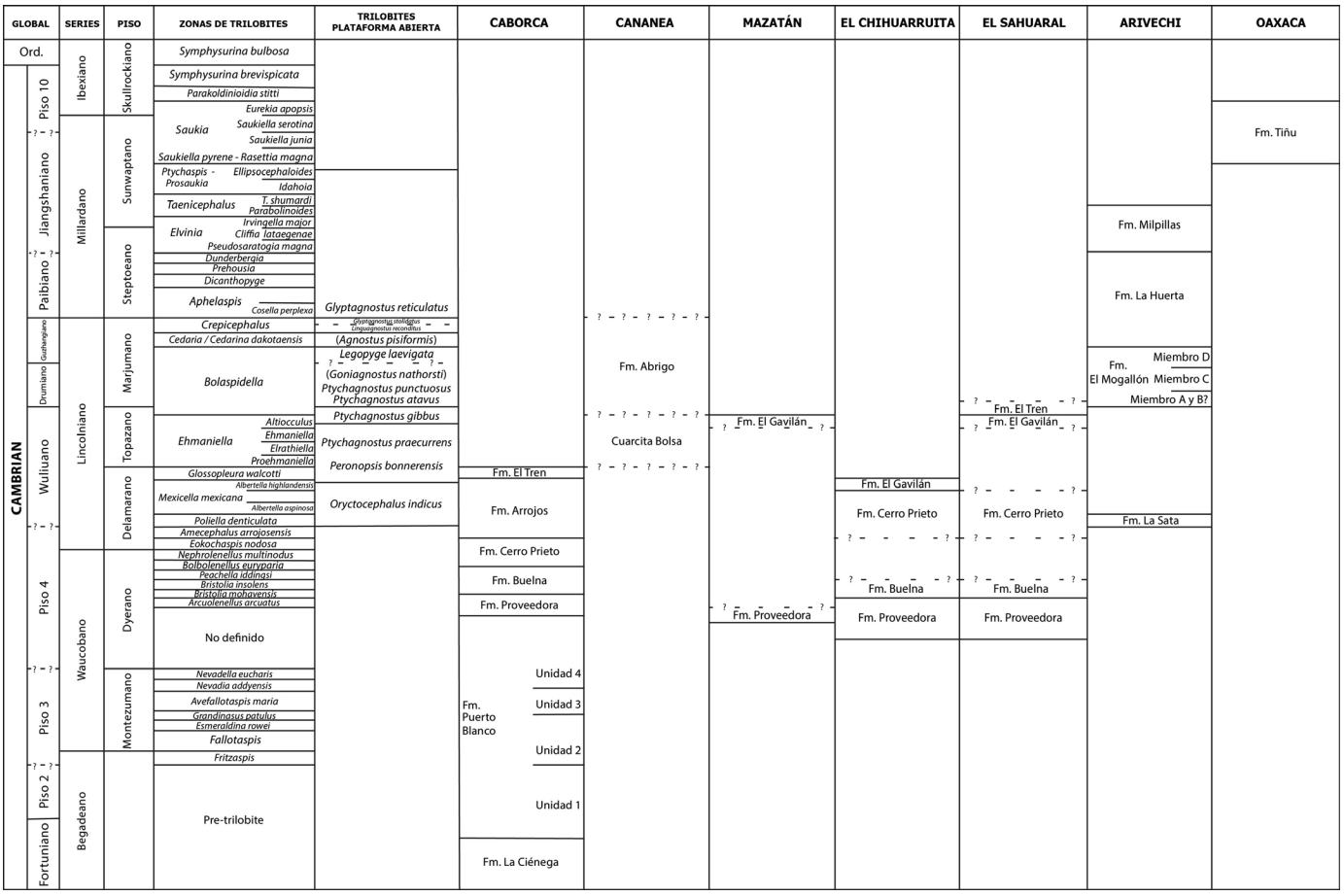

Figura 2. Zonaciones con base en trilobites de los principales afloramientos del Cámbrico de México.

y al norte de las secuencias de Gondwana de Inglaterra y Gales, como también la región Andina y Venezuela (Landing *et al*., 2007).

Aunque los depósitos del Cámbrico del estado de Sonora son potencialmente explotables para futuras investigaciones, también es importante que se exploren otras localidades del Paleozoico inferior de otros estados para reconocer la existencia del Cámbrico sedimentario.

6. Conclusiones

El Cámbrico sedimentario en México se encuentra expuesto principalmente en el estado de Sonora y Oaxaca. El Cámbrico de Sonora se caracteriza por una abundante biota fósil relativamente bien conservada con un rango de edad que abarca casi todo el Cámbrico. La biota fósil del Cámbrico de Sonora mantiene una estrecha similitud con otros depósitos pertenecientes al cratón norteamericano.

Los afloramientos del Cámbrico de Oaxaca están restringidos al Cámbrico superior, Furongiano, Piso 10 siendo de gran interés pues se trata del registro de rocas cámbricas más jóvenes conocidas en México.

Finalmente, es necesario que se prosiga con la investigación para conocer la existencia de afloramientos del Cámbrico en todas las localidades donde se ha documentado Paleozoico inferior en México.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Geología de la Universidad de Sonora por las facilidades proporcionadas para realizar esta investigación. Los autores agradecen a dos revisores anónimos por las correcciones hechas al presente manuscrito.

Referencias

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

Barboza-Gudiño, J.R., Torres-Hernández, J.R., Villasuso-Martínez, R., 2016, Revisión estratigráfica y estructura de la Sierra Plomosa, Chihuahua: Revista mexicana de ciencias geológicas, 33(2), 221–238.

Barrón-Díaz, A.J., Paz-Moreno, F.A., Hagadorn, J.W., 2019, The Cerro Rajón Formation—a new lithostratigraphic unit proposed for a Cambrian (Terreneuvian) volcano-sedimentary succession from the Caborca region, northwest Mexico: Journal of South American Earth Sciences, 89, 197–210.DOI 10.1016/j.jsames.2018.11.003

Bridges, L.W., DeFord, R.K., 1961, Pre-Carboniferous Paleozoic rocks in central Chihuahua, Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 45(1), 98–104. DOI 10.1306/0BDA6287-16BD-11D7-8645000102C1865D

Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P. L., Fan, J.X., 2013, The ICS international chronostratigraphic chart: Episodes, 36(3), 199204.

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.

Cooper, G.A., Arellano, A.R.V., Johnson, J.H., Okulitch, V.J., Stoyanow, A., Lochman, C., 1956, Geología y Paleontología de la región de Caborca, norponiente de Sonora. Pt. 1ª: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 1–259.

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. DOI 10.18268/BSGM2016v68n3a4

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. DOI 10.1016/j.jsames.2018.03.002

Cuen-Romero, F.J., Beresi, M.S., Palafox-Reyes, J.J., Montijo-González, A., 2019, *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., Montijo-González, A., Monreal, R., Sundberg, F.A., Espinoza-Maldonado, G., Grijalva-Noriega, F.J., Noriega-Ruiz, H.A., Minjárez-Sosa, I., Ochoa-Granillo, J.A., 2022, Cambrian (Series 2 to Miaolingian) platform facies from central Sonora, Mexico and the regional correlation: Palaeoworld, 31(1), 41–57. DOI https://doi.org/10.1016/j.palwor.2021.03.002

Cuen-Romero, F.J., Reyes-Montoya, D.R., Noriega-Ruiz, H.A., 2020, El Paleozoico inferior de Sonora, México: 120 años de investigación paleontológica: Paleontología Mexicana, 9(1), 21–35.

Espinosa, J.R., 1984. La acreción de los terrenos Mixteco y Oaxaca durante el Cretácico Inferior. Sierra Madre del Sur de México: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 7–19. DOI http://dx.doi.org/10.18268/BSGM1984v45n1a2

Fortey, R., 2014, The palaeoecology of trilobites: Journal of zoology, 292(4), 250–259. DOI https://doi.org/10.1111/jzo.12108

González-León, C., 1986, Estratigrafía del Paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 6(2), 117–135.

Landing, E.D., Westrop, S.R., Keppie, J.D., 2007, Terminal Cambrian and lowest Ordovician succession of Mexican West Gondwana: biotas and sequence stratigraphy of the Tiñu Formation: Geological Magazine, 144(6), 909–936. DOI https://doi.org/10.1017/S0016756807003585

Lochman-Balk, C., Wilson, J.L., 1958, Cambrian biostratigraphy in North America: Journal of Paleontology, 312–350.

Lochman, C., 1948, New Cambrian trilobite genera from northwest Sonora, Mexico: Journal of Paleontology, 22, 451–464.

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, 103 102797.DOI https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102797

Pantoja-Alor, J., 1970, Rocas sedimentarias paleozoicas de la región centro–septentrional de Oaxaca: Sociedad Geológica Mexicana, Libro guía de la excursión México–Oaxaca: México, 67–84.

Pantoja-Alor, J., Robison, R.A., 1967, Paleozoic sedimentary rocks in Oaxaca, Mexico: Science, 157(3792), 1033–1035. DOI https://doi.org/10.1126/science.157.3792.1033

Peng, S.C., Babcock, L.E., Ahlberg, P., 2020, The Cambrian Period, *en* Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., Ogg, G.M. (eds.): Geologic time scale 2020, Elsevier, 565–629.

Robison, R.A., Pantoja-Alor, J., 1968, Tremadocian trilobites from the Nochixtlán region, Oaxaca, Mexico: Journal of Paleontology, 767–800. https://www.jstor.org/stable/1302374

Stewart, J.H., McMenamin, A.S., Morales-Ramirez, J.M., 1984, Upper Proterozoic and Cambrian Rocks in the Caborca Region, Sonora, México: Physical Stratigraphy, Biostratigraphy, Paleocurrent Studies and Regional Relations, US Geological Survey Professional Paper 1309, 1–36.

Streng, M., Mellbin, B.B., Landing, E., Keppie, J.D., 2011, Linguliform brachiopods from the terminal Cambrian and lowest Ordovician of the Oaxaquia microcontinent (southern Mexico): Journal of Paleontology, 85(1), 122–155. DOI https://doi.org/10.1666/10-074.1

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, 103185. DOI https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103185

Sundberg, F.A., 1994, Corynexochida and Ptychopariida (Trilobita, Arthropoda) of the *Ehmaniella* Biozone (Middle Cambrian), Utah and Nevada: Contributions in Science, 446, 1–137. DOI https://doi.org/10.5962/p.208082

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 Anatomie der Wirbellosen Thiere: Lehrbuch der vergleichenden Anatomie Erster Theil, 1, 1–679. DOI https://doi.org/10.5962/bhl.title.118645

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., Sundberg, F.A., Foster, J.R. (eds.), Cambrian Stratigraphy and Paleontology of Northern and Southern Nevada, Western Nevada and Eastern California: Museum of Northern Arizona, Bulletin, 67, 121–154.