

# CRINOIDES DEL MISISÍPICO DE LA REGIÓN DE EL BÍSANI, NOROESTE DEL ESTADO DE SONORA, MÉXICO

Blanca E. Buitrón-Sánchez<sup>1,\*</sup>, Daniel Vachard<sup>2</sup>, Sebastián Clausen<sup>2</sup>,  
Juan José Palafox<sup>3</sup>, Catalina Gómez-Espinosa<sup>4</sup>

## RESUMEN

En el Estado de Sonora existen varias localidades con rocas sedimentarias del Misisípico. Particularmente, en el área de El Bísani que se localiza en la región de Caborca al noroeste del Estado de Sonora, afloran rocas de la formaciones Represo y Venada, cuya edad misisípica (Osageano inferior), se dató, inicialmente, por la presencia del coral colonial *Lithostrotionela confluens* Easton y por los conodontes de las especies *Gnathodus cuneiformis* (Mehl y Thomas) y *Gnathodus typicus* Cooper

La composición litológica de la Formación Represo corresponde principalmente a calizas dolomíticas con un alto contenido de fragmentos del tallo y placas articulares de crinoides muy pequeños que por su abundancia forman encrinita.

Los afloramientos contienen abundantes y diversos fósiles de invertebrados marinos entre ellos, se encuentran foraminíferos, ostrácodos, conodontos, corales, briozoarios, braquiópodos, crinoides y con menor presencia moluscos pelecípodos y gasterópodos.

Procedentes de la Formación Represo, se identificaron cuatro especies de crinoides que fueron descritas anteriormente de Estados Unidos de Norteamérica y corresponden a *Goniocion turgidus* Moore y Jeffords 1968, del Misisípico temprano de Iowa, *Flucticharax undatus* Moore y Jeffords 1968 y *Euloncherostigma impunitum* Moore y Jeffords, 1968 del Misisípico temprano de Kentucky y *Pentagonomischus plebeius* Moore y Jeffords 1968 del Misisípico Tardío de Illinois.

Con base en la composición de la comunidad biótica, se infiere que el ambiente de depósito tuvo lugar en plataformas carbonatadas de mares tropicales, someros, bien oxigenados que prevalecieron durante el Misisípico en la región de Bísani-Caborca, Sonora.

El análisis de la distribución de las especies de crinoides y de la fauna asociada del noroeste de Sonora, permitió establecer relaciones paleogeográficas con faunas del Misisípico (Osageano) de Iowa, Illinois y Kentucky, EUA, pertenecientes a la Provincia del Cratón Norteamericano.

**Palabras clave:** Crinoides, Misisípico, Bísani, Sonora, México.

<sup>1</sup>Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Circuito Exterior, Delegación Coyoacán, México D.F.

<sup>2</sup>Université des Sciences et Technologies de Lille, UMR 8014, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, Francia.

<sup>3</sup>Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Boulevard Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora.

<sup>4</sup>Geología Marina y Ambiental, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Circuito Exterior S/N, Delegación Coyoacán, México D.F.

\*blancab@unam.mx

## ABSTRACT

In the Sonora State, there are several regions with sedimentary rocks from the Mississippian age. Particularly in the Bisani area, located in the Caborca region, northwestern Sonora State, crops out rocks from the Represo and Venada Formation, Mississippian age (lower Osagean). The age of these rocks were dated previously by the presence of colonial coral *Lithostrotionella confluens* Easton and conodonts of the species *Gnathodus cuneiformis* (Meth and Thomas) and *Gnathodus typicus* Cooper.

Lithologically the Represo Formation consists of mainly dolomitic limestone with a high content of fragments from stem and articulate plates of crinoids of very small size that conformed encrinites. The four species of crinoids from Sonora were previously described in the United States of America and correspond to *Goniocion turgidus* Moore and Jeffords 1968, of the early Mississippian Iowa, *Flucticharax undatus* Moore and Jeffords 1968, *Euloncherostigma impunitum* Moore and Jeffords 1968 identified of early Kentucky and *Pentagonomischus plebeius* Moore and Jeffords 1968 late Mississippian Illinois.

The outcrops contain abundant and diverse marine invertebrate fossils among them, foraminifers, ostracods, conodonts, corals bryozoans, brachiopods, crinoids, pelecypods and gastropods.

In this study were identified four species of crinoids that correspond to *Goniocion turgidus* Moore and Jeffords 1968, *Flucticharax undatus* Moore and Jeffords 1968, *Euloncherostigma impudutum* Moore and Jeffords 1968 referred to the late Mississippian of Iowa, USA, and *Pentagonomischus plebeius* Moore and Jeffords 1968 referred to the late Mississippian of Kentucky, USA.

Based on the composition of the biotic community, it is inferred that the depositional environment was in a carbonate platform of shallow, well oxygenated tropical seas, this kind of environments prevailing during the Mississippian in the Caborca-Bisani region.

Distribution analysis of the crinoids species and associated fauna of northwestern Sonora region, allowed to relationships it with Mississippian fauna (Osagean) of Iowa, Illinois and Kentucky, USA, localities that belong to the North American Craton Province.

**Key words:** Crinoids, Mississippian, El Bisani, Sonora, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

Los afloramientos del Paleozoico marino de México se consideran escasos en relación a la extensión territorial del país, esto debido a que fueron cubiertos en gran parte por una gruesa secuencia de sedimentos mesozoicos y cenozoicos. No obstante, en la región norte de México donde se localizan los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua y Tamaulipas se encuentran rocas sedimentarias con una abundante y variada biota de la era paleozoica (Maldonado-Koerdell, 1954; López-Ramos, 1971, 1982; Téllez y Malpica (1972); Malpica y De la Torre (1980); Buitrón, 1992; Buitrón *et al.*, 2008).

En Sonora se hallan afloramientos de todos los periodos del Paleozoico. Los depósitos del Paleozoico Superior representan una secuencia de rocas carbonatadas de plataforma (Sistema Cordillerano) que son cabalgadas por rocas siliciclásticas y carbonatadas de cuencas oceánicas (Orozco-Grajeda, 2005). Las rocas del Sistema Cordillerano corresponden a depósitos de plataformas continentales en mares someros, que se desarrollaron en el borde oeste de Laurentia (Cratón Norteamericano), (Poole *et al.*, 2005).

Particularmente para el Misisípico del Estado de Sonora en este trabajo se documenta varias localidades en la región noroccidental del estado, como son la Sierra El Tule, el Cerro La Morita, la Sierra de Los Ajos, los Cerros Las Mesteñas, el Cerro Cabullona y la Sierra El Tigre. En la región centro oriente se localizan afloramientos misisípicos en la Sierra Santa Teresa, el Cerro Las Trincheras, la región del Rancho Las Norias, la Sierra de Mazatán, la Sierra Agua Verde y en el extremo oriental del estado, en la región de Arivechi (Figura 1).

Los crinoides formaron parte de las faunas bentónicas ampliamente distribuidas en el mundo, que en muchos casos únicamente se conservaron partes de la columna (tallo) y de sus placas articulares disociadas. Las placas articulares presentan características morfológicas que permiten su estudio sistemático.

Los crinoides fueron muy abundantes en los mares del Paleozoico del mundo, evolucionaron rápidamente de tal manera que son utilizados, tanto los cálices como las placas articulares de los tallos como indicadores de la edad de las rocas que los contienen, y constituyen un recurso invaluable en la datación de las mismas (Gluchowski, 1981, 1986, 2001, 2002).

## ESTUDIOS PREVIOS

Existen varias investigaciones sobre el Paleozoico Superior de Sonora, entre ellas se mencionan la de Cooper y Arellano (1946), Weller *et al.* (1948), Cooper *et al.* (1953), Arellano (1956), Easton (1958), Easton *et al.* (1958), Sanders (1958), Brookes (1958); Miller (1958), Fries (1962), López-Ramos (1971, 1982), Téllez y Malpica (1972), Brunner (1976; 1984), Armstrong *et al.* (1981), González-León (1982, 1989),

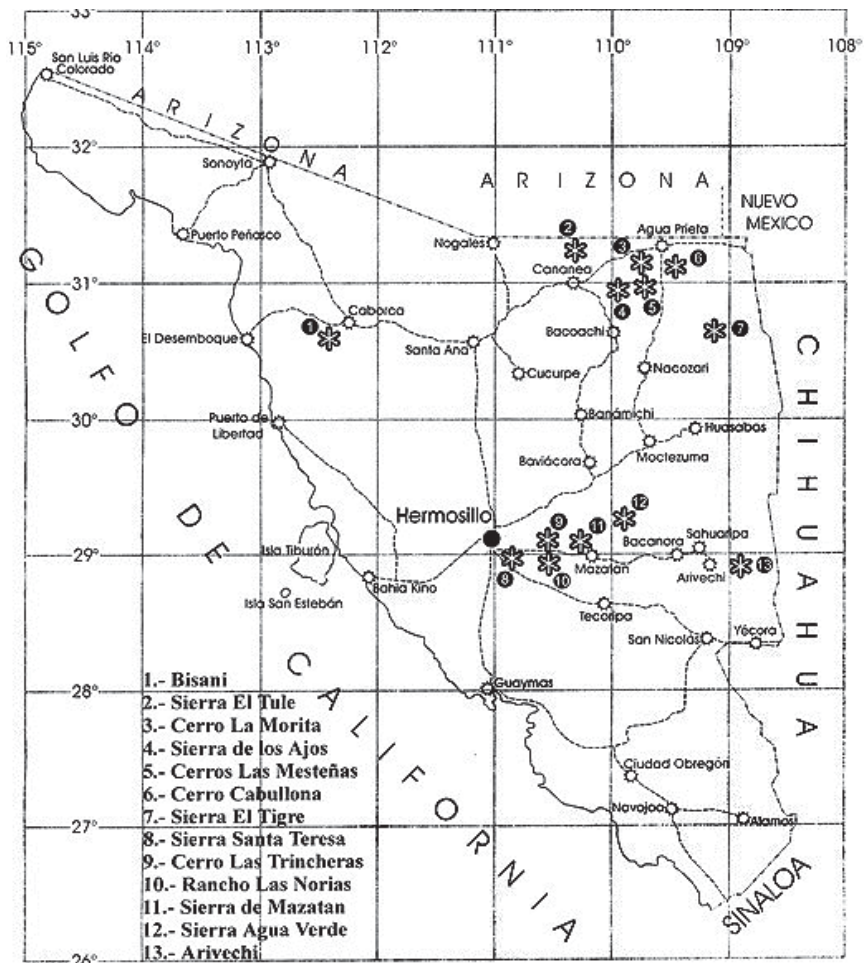


Figura 1. Localidades del Misisípico de Sonora

Stewart, *et al.*, 1999, Poole y Amaya-Martínez, (2000), Stewart y Poole (2002) y Poole *et al.* (2008) en las cuales se abordan principalmente aspectos geológicos y solamente en algunas publicaciones aspectos paleontológicos que incluyen las descripciones de los fósiles.

Una compilación muy completa con datos geográficos y geológicos sobre localidades del Paleozoico de Sonora se encuentra en el trabajo realizado por Stewart y Poole en el 2002.

El primer estudio sobre la estratigrafía de la región de Caborca, fue publicado por Cooper y Arellano en 1946, quienes hicieron recolectas de invertebrados fósiles, durante los años de 1943 y 1946 en la región de El Bísani, el material fue donado por el Dr. G. Arthur Cooper, Curador del Departamento de Geología del Museo Nacional de Estados Unidos al Dr. w.H. Easton, quien con varios especialistas de diferentes instituciones de los Estados Unidos de Norteamérica realizaron las descripciones de los invertebrados de El Bísani con excepción de los crinoides.

Brunner publicó en 1976, el estudio sobre la litología y estratigrafía del Misisípico del área de El Bísani y anota que durante la prospección geológico-paleontológica observó que las rocas contienen una rica y variada biota que ha sido escasamente estudiada, con

excepción del trabajo de Easton (1958). Brunner (*op. cit.*) realizó el estudio sistemático de los microfósiles como foraminíferos-endotíridos, calciesferúlidos, conodontes, ostrácodos y mencionó la presencia de macrofósiles entre ellos esponjas, corales solitarios y coloniales, briozoarios-fenestélidos, braquiópodos, moluscos, trilobites, crinoides, algas y restos de peces. Brunner en 1989, estudió los conodontes de varias localidades del Paleozoico de México y anotó sobre la presencia de fragmentos de crinoides en rocas del Misisípico Inferior y Superior de El Bísani, que por su abundancia forman encrinita.

Posteriormente, autores como Buitrón y Almazán (2002) y Buitrón *et al.* (2008) publicaron sobre los fragmentos de columnas y placas articulares de crinoides del Carbonífero de México y citaron la presencia de *Rhysocamax cristata* Moore y Jeffords 1968 y *Gilbertocrinus aequalis* Moore y Jeffords 1968 en el Misisípico del cerro Las Trincheras localizado en la región centro-sur del Estado de Sonora.

En trabajo de campo realizado por los autores en 2010 y 2011, en la región de Caborca, y particularmente en el área de El Bísani se recolectaron entre otros fósiles, fragmentos de columnas y placas articulares de crinoides que son motivo de esta investigación.

## LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de Caborca se localiza en la región noroeste del Estado de Sonora, en las coordenadas  $31^{\circ} 45'$  de latitud norte y  $111^{\circ} 55'$  de longitud oeste. Los afloramientos del Misisípico se encuentran expuestos en dos pequeños cerros, uno situado aproximadamente a 2.5 km al oeste-noroeste de el Rancho El Bísani y el otro a 800 m al oeste del primer cerro, en ambos afloran rocas de la formaciones Represo y Venada del Osageano inferior (Misisípico). En afloramientos correspondientes a la Formación Represo se recolectaron los crinoides estudiados (Figura 2).

La composición litológica de la Formación Represo corresponde principalmente a calizas dolomíticas con un alto contenido de fragmentos del tallo y placas articulares de crinoides muy pequeños que por su abundancia forman encrinita (Figura 3).

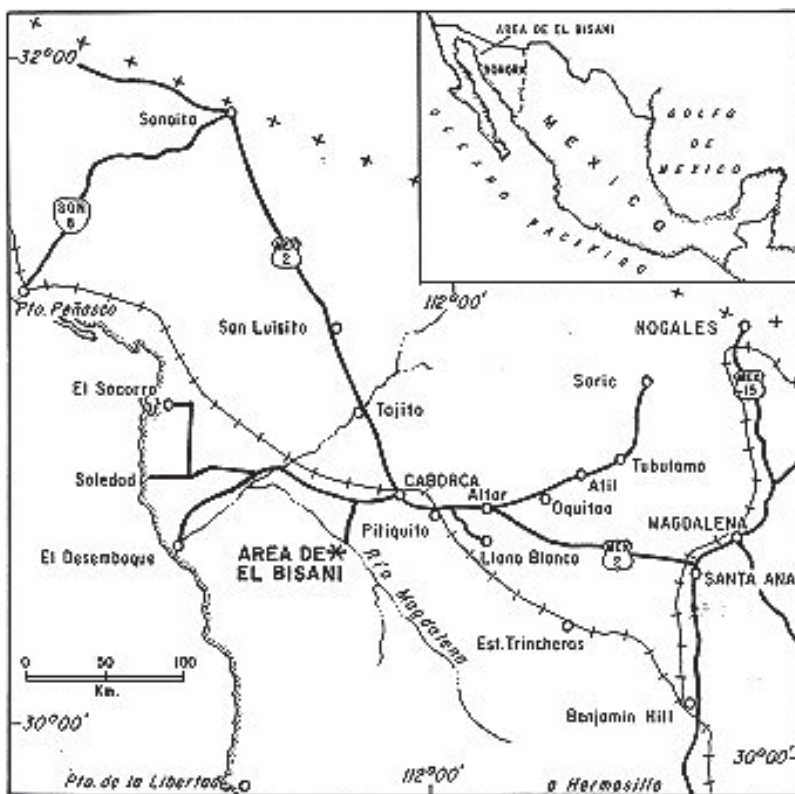
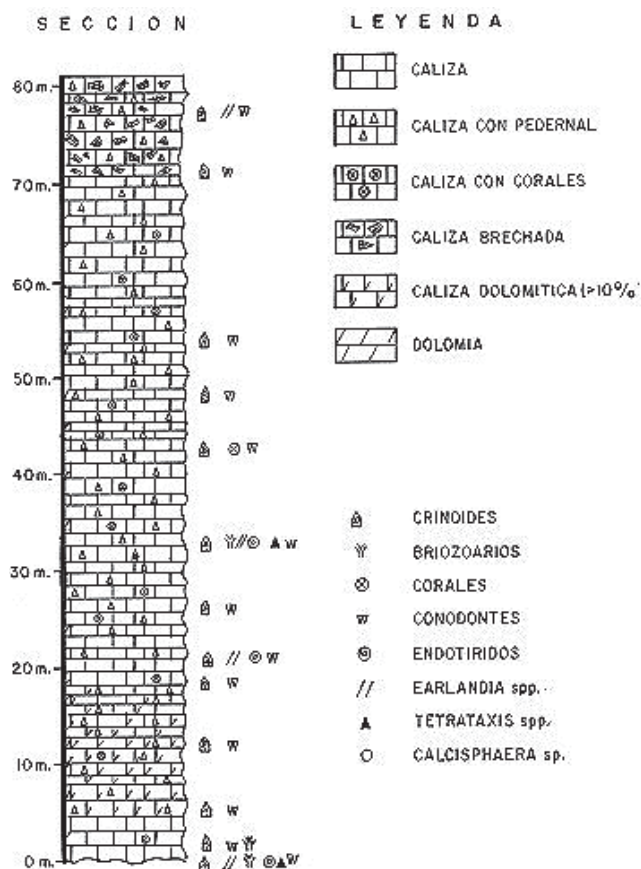


Figura 2. Localización del Área de El Bísani, Caborca, Sonora.





**Figura 3.** Columna Estratigráfica de la Fm Represo, Caborca, Sonora.

### ASOCIACIÓN FAUNÍSTICA

Los afloramientos misisípicos expuestos en los dos cerros próximos al Rancho El Bísani contiene abundantes invertebrados marinos entre los que se encuentran foraminíferos, ostrácodos, conodontos, corales solitarios y coloniales, briozoarios fenestélidos, braquiópodos, crinoides y con menor presencia moluscos (pelecípodos, gasterópodos, cefalópodos) y trilobites, (Brunner, 1976).

Las especies de corales descritas para esta área son *Cyathaxonia cordillerensis* Easton, *Rotiphyllum occidentale*, Easton, *R. vesiculosum* Easton, *Triplophyllites circularis* Easton, *Caninophyllum sonorensis* Easton, *Lithostrotionella confluens* Easton, *Cystelasma invaginatulum* Easton, *Pleurodictyum subramosum* Easton y *Syringopora tubifera* Easton; también se reporta la presencia de las especies *Syringopora Trochophyllum* sp., *Triplophyllites* sp., *Neozaphrentis tenella* (Millar), *Caninia corniculum* (Miller), *Caninia* sp. y *Koninckophyllum* sp.

Los braquiópodos están representados por las especies *Rhipidomella* cf. *R. missouriensis* (Swallow),

*Perditocardinia* cf. *P. dubia* (Hall), *Schizophoria sulfata* Sanders, *Leptaena cooperi* Sanders, *Schuchertella* sp., *Schellwienella umbonata* Sanders, *Pliocochonetes geniculatus* (White) *Girtyella* sp., *Dielasmoides* sp., *Beecheria* sp., *Camarotoechia* sp., *Dorsisinus louisianensis* (Weller), *Cyrtospirifer? latiot* (Swallow), *Tylothyris? sp.*, *Reticularia cooperensis* (Swallow), *Crurithyrus levicula* (Rowlwy), *Composita obesa* Sanders, “*Cleiothyridina*” *glenparkensis* Weller, *Cyrtina burlingtonensis* Rowler, *Punctospirifer sulcifer* Sanders, *P. globosa* Sanders, *Hustedia circularis* (Miller) y los pelecípodos por *Parallelodon sulcatus* Weller y *Conocardium* sp. (Sanders, 1958).

Las especies de gasterópodos reportadas son *Bellerophon* sp., *Baylea* sp., *Boretus* sp., *Rhineoderma* cf. *R. nystii* de Koninck, *Platyschisma* sp., *Straparolus* sp., *Phanerotinus* cf. *P. paradoxus* Winchell y *Platyce- raris* sp., se encontró que tienen afinidades con faunas del Carbonífero Temprano de Inglaterra, Irlanda y con el noroeste de Europa y poco significativas con las faunas del Misisípico de Nueva Escocia, EUA (Knight, 1958).

El cefalópodo *Triboloceras digonum* (Meek y Worthen) formó parte de la asociación faunística (Miller, 1958), anota que la especie ha sido anteriormente citada para el mar del Kinderhookiano que se extendió desde el suroeste de Indiana e Illinois a Mis- souri, Nuevo Mexico, Arizona, EUA y Sonora, México.

### PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

El material estudiado se encuentra depositado en la Colección Paleontológica del Departamento de Geología de la División de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora, con los números de catálogo USONDG-320 - USONDG-323.

- Phylum Echinodermata
- Clase Crinoidea Miller, 1821
- Subclase Incierta Moore y Jeffords, 1968
- Orden Incierto Moore y Jeffords, 1968
- Grupo Cyclici Moore y Jeffords, 1968
- Familia Cyclopagodidae Moore y Jeffords, 1968

**Diagnosis.** La columna es distintivamente hetero- mórfica con nodales que sobresalen comúnmente de los límites de los internodales y son bastante más altos. La faceta articular tiene un crenulario ancho rodeado por un lúmen ancho pentalobado o circular y no pre- senta areola ni perilúmen (Moore y Jeffords, 1968).

Género *Euloncherostigma* Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** Los nodales se extienden lateralmente hacia la periferia como un reborde delgado de contorno circular, los internodales son mucho más estrechos y bajos que los nodales. La faceta articular tiene el crenulario y el lumen circular de la misma anchura, los cúlmenes son rectos y gruesos (Moore y Jeffords, 1968).

*Eulonchero stigma impunitum* Moore y Jeffords  
1968 (Fig. 4).

*Eulonchero stigma impunitum* Moore y Jeffords  
1968, p. 58, lám. 11, figs. 6a, b

**Descripción.** Únicamente se cuenta con una placa incompleta de forma circular, ancha que mide 3 mm de diámetro en la que se observa la superficie articular formada por un crenulario de 0.7 mm de ancho con cúlmenes gruesos, que escasamente se bifurcan en el borde de la placa, separados por crenelas un poco más estrechas que ellos. El lumen tiene aproximadamente 1.6 mm de ancho.

Ejemplar No. USONDG-320.

**Localidad y posición estratigráfica.** Cerro localizado aproximadamente a 2.5 km W-NW del Rancho El Bísani, noroeste de Sonora. Formación Represo (Misisípico-Osageano inferior).

**Discusión.** La especie *Eulonchero stigma impunitum* Moore y Jeffords (1968, p. 58, lám. 11, figs. 6a, b) fue descrita anteriormente de la Shale New Providence, Grupo Borden del Misisípico Inferior (Osageano) de Kentucky, EUA.

La diferencia con la especie procedente de El Bísani radica en el menor tamaño de la placa articular y en la presencia de escasos cúlmenes bifurcados en la proximidad del borde la placa.

Familia Flucticharacidae Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** Columna homeomórfica o heteromórfica, muy delgada pero algunas columnas de tamaño medio, suturas crenuladas entre ellas. La faceta articular presenta cúlmenes anchos, rectos separados por crenelas estrechas y rectas, el perilumen es prominente (Moore y Jeffords, 1968, p. 70).

Género *Flucticharax* Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** Columna homeomórfica, de tamaño medio a moderadamente ancha, las placas columnares gruesas con lados convexos y unidas por suturas onduladas. Faceta articular con cúlmenes gruesos, rec-



Figura 4. *Eulonchero stigma impunitum* Moore y Jeffords, 1968.



Figura 5. *Flucticharax undatus* Moore y Jeffords, 1968.

tos rodeados por una areola estrecha, perilumen prominente el cual es relativamente ancho y marcado por costillas y surcos finos vermiculados, lumen circular, muy pequeño (Moore y Jeffords, 1968, p. 70).

*Flucticharax undatus*, Moore y Jeffords,  
1968 (Figura 5).

*Flucticharax undatus*, Moore y Jeffords, 1968, p. 71,  
lám. 20, figs. 7-8.

**Descripción.** La placa articular es circular, pequeña con diámetro de 1.4 mm, el crenularium es estrecho, mide 0.25 mm y está formado por cúlmenes gruesos, rectos que ocupan la tercera parte de la superficie articular, las crenelas son más estrechas que los cúlmenes, la areola es estrecha y lisa, el perilumen es ancho y mide 0.6 mm, el lumen es estrecho y mide 0.1 mm.

Ejemplar No USONDG-321.

**Localidad y posición estratigráfica.** Cerro loca-

lizado aproximadamente a 2.5 km W-NW del Rancho El Bísani, noroeste de Sonora. Formación Represo (Misisípico-Osageano inferior).

**Discusión.** *Flucticharax undatus* fue descrita por Moore y Jeffords (1968, p. 71, lám. 20, figs 7a, b, 8) como una especie muy abundante y buen índice estratigráfico de la Shale New Providence, Grupo Borden, Kentucky, EUA (Misisípico Inferior-Osageano). Se diferencia de la especie de El Bísani, Sonora porque ésta es de dimensiones más pequeñas y está escasamente presente.

Familia Exaesioidiscidae Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** La columna es conspicuamente heteromórfica con nodales anchos más que los internodales. La superficie articular de las placas presenta crenulario muy estrecho con perilumen ausente o quinquelobado, pentaestelar o circular, de tamaño medio a pequeño (Moore y Jeffords, 1968, p. 73).

Género *Goniocion* Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** Columna conspicuamente heteromórfica, en algunas especies hay nodales yuxtapuestos, visibles externamente que dan la apariencia de columna homeomórfica; nodales con amplio perfil anguloso, mucho más alto que en los internodales, carece de cirros. La placa presenta la superficie articular con el crenulario estrecho, la areola ancha, plana y con lumen pequeño y circular (Moore y Jeffords, 1968, p. 73).

*Goniocion turgidus* Moore y Jeffords,  
1968 (Figura 6).

*Goniocion turgidus* Moore y Jeffords, 1968, p. 75,  
lám. 23, figs. 4a, b.



**Figura 6.** *Goniocion turgidus* Moore y Jeffords, 1968.



**Figura 7.** *Pentagonomischus plebeius* Moore y Jeffords, 1968

**Descripción.** Columna heteromórfica, la placa articular es pequeña con diámetro de 2.4 mm donde se observa en la periferia parte de un internodal estrecho de contorno circular y epifaceta redonda, estrecha con diámetro de 0.35 mm. En la superficie articular hay un crenularium estrecho con cúlmenes cortos y gruesos separados por crenelas estrechas, presentan areola ancha y plana y mide 0.15 mm, el lumen es circular y muy pequeño que mide 0.3 mm.

Ejemplar USONDG-322.

**Localidad y posición estratigráfica.** Cerro localizado aproximadamente a 2.5 km W-NW del Rancho El Bísani, noroeste de Sonora. Formación Represo (Misisípico-Osageano inferior).

**Discusión.** El ejemplar procedente de El Bísani, Sonora es más pequeño que el reportado por Moore y Jeffords, (1968, p. 75, lám. 23, figs. 4a, b) de la Caliza Burlington del Misisípico Inferior (Osageano) de Iowa, EUA. La especie de Sonora es semejante a *Goniocion gonimus* (Moore y Jeffords, (1968, p. 75, lám. 23, figs. 6a, b) también procedente de la Caliza Burlington del Misisípico Inferior (Osageano) de Iowa, EUA, pero se diferencia con la especie de El Bísani, porque el crenulario tiene los cúlmenes y las crenelas menos aparentes, sin embargo son casi iguales en las dos especies. La diferencia principal radica en la morfología de la columna. Al no contar con columnas en el material de El Bísani, se identificó la placa articular con *Goniocion turgidus* Moore y Jeffords

Familia Pentacauliscidae Moore y Jeffords, 1968

**Diagnosis.** Tallo heteromórfico, en sección pentagonal con o sin cirros (Moore y Jeffords, 1968, p. 51).



Género *Pentagonomischus* Moore y Jeffords, 1968.

**Diagnosis.** La columna es pentagonal, distintivamente heteromórfica, los nodales con o sin cirros o, moderadamente anchos y mas altos que los priminternodales, noditaxis de cuatro columnas, superficie articular con pequeñas crenulaciones, areola pentagonal ancha y lisa, ligeramente cóncava, lumen circular. Canal axial conteniendo el claustro es estrecho con pequeñas yugula estelares (Moore y Jeffords, 1968).

*Pentagonomischus plebeius* Moore y Jeffords, 1968 (Figura 7).

*Pentagonomischus plebeius* Moore y Jeffords, 1968, p. 53, lám. 8, figs 1-7, 8.

**Descripción.** Placa articular pequeña de contorno pentagonal, que mide 2.2 mm el crenularium mide 0.2 mm y está formado por cúlmenes gruesos cortos separados por crenelas mas estrechas que ellos. La areola es pentagonal amplia y lisa ligeramente hundida, el lumen es de contorno circular y mide 0.2 mm.

Ejemplar No USONDG-323.

**Localidad y posición estratigráfica.** Cerro localizado aproximadamente a 2.5 km W-NW del Rancho El Bísani, noroeste de Sonora. Formación Represo (Misisípico-Osageano superior).

**Discusión.** *Pentagonomischus plebeius* fue descrito por Moore y Jeffords (1968, p. 53, lám. 8, figs 1-7, 8) de la Formación Saint Creek del Misisípico Superior (Chesteriano) de Illinois, EUA. Tanto los ejemplares de El Bísani, Sonora como los de Illinois, EUA son de pequeñas dimensiones.

## RESULTADOS

Se identificaron cuatro especies de crinoideos que corresponden a *Goniocion turgidus* Moore y Jeffords 1968, del Misisípico temprano de Iowa, *Flucticharax undatus* Moore y Jeffords 1968 y *Euloncherostigma impunitum* Moore y Jeffords 1968 del Misisípico temprano de Kentucky y *Pentagonomischus plebeius* Moore y Jeffords 1968 del Misisípico Tardío de Illinois, EUA.

Con base en la composición de la comunidad biótica, se infiere que el ambiente de depósito tuvo lugar en plataformas carbonatadas de mares tropicales, someros, bien oxigenados que prevalecieron durante el Misisípico en la región de El Bísani-Caborca, Sonora.

El análisis de la distribución de las especies de crinoideos y de la fauna asociada del noroeste de Sono-

ra, permitió establecer relaciones paleogeográficas con faunas del Misisípico (Osageano) de Iowa, Illinois y Kentucky, EUA, pertenecientes a la Provincia del Cratón Norteamericano.

## RECONOCIMIENTOS

Se reconoce al Dr. Emilio Almazán Vázquez† profesor-investigador del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora, quien gracias a su entusiasmo y dedicación por el estudio del Paleozoico Sedimentario del Estado de Sonora colaboró con los autores en el trabajo de campo realizado en varias ocasiones en la región de Caborca, Sonora.

Los autores agradecen al Maestro Guadalupe Espinosa, Jefe del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora el apoyo logístico para llevar a cabo el trabajo de campo.

Los Proyectos UNAM-DGAPA, PAPIIT No. IN105012, CONACYT Proyecto No. 165826 y ECOS-Francia-México M13U01 proporcionaron el apoyo financiero para llevar a cabo la presente investigación.

## LITERATURA CITADA

- Armstrong, A. K., Mamet, B. L. y Brunner, P., 1981, Mississippian stratigraphy, southern New Mexico, Arizona, and Sonora, Mexico: EUA Geological Society of America Abstracts with Programs, 13 (2), 42p.
- Arellano, A.R.V., 1956, Relaciones del Cámbrico de Caborca, especialmente con la base del Paleozoico, en El Sistema Cámbrico su paleogeografía y el problema de su base (Symposium): xx Congreso Geológico Internacional xx Sesión. México. Parte II, 509-527.
- Buitrón, B. E., 1992, Las rocas sedimentarias marinas del Paleozoico Inferior de México y su contenido biótico in Gutiérrez Marco, J.C., Saavedra, J. y Rábano, I. (eds.), Paleozoico Inferior de Iberoamérica: España, Universidad de Extremadura, 193-200.
- Buitrón, B.E. y Almazán Vázquez E., 2002, Celenterados y crinoideos en rocas del Misisipi expuestas en el cerro Las Trincheras, en la región central del Estado de Sonora: III Reunión de Ciencias de la Tierra, Vallarta, Jalisco, Resúmenes, 302p.



- Buitrón, B.E., Gómez, E. C., Almazán-Vázquez, E., Vachard, D., Laguarda, A. y Solís-Marín, F., 2008. A review of a crinoid columnals (Echinodermata-Crinoidea) from the Carboniferous of Mexico: *Revista de Biología Tropical*, 56 supl. 3, 1-12.
- Brunner, Palmira, 1976, *Litología y bioestratigrafía del Misisípico en el área de El Bísani, Caborca, Sonora: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, Artículos Técnicos*, 7-41.
- Brunner, Palmira, 1984. Los conodontos de México: Congreso III Latinoamericano de Paleontología, Memoria, 84-91.
- Cooper G.A. y Arellano, A.R.V., 1946. "Stratigraphy near Caborca Northwest Sonora, Mexico: Bulletin American Association of Petroleum Geologists, 30(4), 606-619.
- Cooper, G., Dumban, C. O., Duncan, H., Miller, A. K. y Knight, B., 1953, Permian fauna at El Antimonio, Western Sonora, México, *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119, 1-22 .
- Easton, W.H., 1958, Mississippian corals from Northwestern Sonora, Mexico: *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119 (3), 87 p.
- Easton, W.H., John E. Sanders, J. Brookes Knight y Arthur K. Miller, 1958 Mississippian fauna in northwestern Sonora, Mexico, *Smithsonian Miscellaneous Collections*, vol. 119 (3), 87 p.
- Fries, C. J., 1962, Reseña de la Geología del Estado de Sonora con énfasis en el Paleozoico: *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 14, 527-273.
- Gluchowski, E., 1981, Paleozoic crinoid columnals and pluricolumnals from Poland: *Zeszyty Naukowe Akademii Gorniczo-Hutniczej, Geologia* 7, 29-57.
- Gluchowski, E., 1986, Crinoid columnals from the Tournaisian of the Galezice Region, Holy Cross Mountains: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences*, 34, 197-207.
- Gluchowski, E., 2001, Crinoidea: L. Malinowska (ed.), *Budowa geologiczna Polski. Atlas skamienialosci przewodnich I charakterystycznych, Karbon, PIG, Warszawa, Poland*, 1, 383-395,
- Gluchowski, E., 2002, Crinoids from the Famelian of the Holy Cross Mountains, Polands: *Acta Palaeontol. Polonica* 47, 319-328.
- González-León, C., 1982, Bioestratigrafía del Paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora, Resumen de la Sociedad Geológica Mexicana: VI Convención Nacional, 40-41.
- González-León, C., 1989, Estratigrafía del Paleozoico de la Sierra del Tule, noreste de Sonora: *Revista del Instituto de Geología, UNAM*, 6, 117-135 p.
- López-Ramos, E., 1971, Rocas marinas paleozoicas de México: *Boletín, Sociedad Geológica Mexicana*, 2 (1), 15-44.
- López-Ramos, E., 1982. *Geología de México, Tomo II, Editorial Tesis Resendiz, S. A., México*, 454 p.
- Knigh, J. Brookes, 1956, Gastropoda, Mississippian fauna in northwestern Sonora: *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119 (3), 73-77.
- Maldonado-Koerdell, M., 1954, Nomenclatura, bibliografía y correlación de las formaciones arqueozoicas y paleozoicas de México: *Boletín Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 6, 113-138.
- Malpica, C.R. De la Torre, G., 1980, Integración estratigráfica del Paleozoico de México: Instituto Mexicano del Petróleo, III Carbonífero-Pérmico, Informe Técnico, 267 p.
- Miller, J.S., 1821, A natural history of Crinoidea or lily-shaped animals, with observation on the genera *Asteria*, *Euryale*, *Comatula* and *Marsupites*: Bryan & Co., Bristol, 150 p.
- Miller, A. K., 1958, Cephalopoda, Mississippian fauna in northwestern Sonora, Mexico: *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119 (3), 9-80.
- Orozco-Grajeda, D., 2005, Bioestratigrafía y paleogeografía del Paleozoico Superior del centro-este de Sonora, México. Tesis de la Universidad de Sonora: [http://www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/dig\\_TesisWeb.asp](http://www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/dig_TesisWeb.asp). Tesis número 12263.

- Poole, F. G. y Amaya- Martínez, R., 2000, The Sonora orogen in the Barita de Sonora mine area east of Mazatán, central Sonora: Guide to Field Trip 3 for the Fourth Symposium on the Geology of northwest Mexico and adjacent areas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, 27 p.
- Poole, F. G., Gehrels, G. E. y Stewart, J. H., 2008, Significance of detrital zircons in Upper Devonian ocean-basin strata of the Sonora allochthon and Lower Permian synorogenic strata of the Mina Mexico fore deep, central Sonora, Mexico: Blodgett, R. B. y Stanley, G. D., (eds.) *The terrane puzzle: New perspectives on paleontology and stratigraphy from the North American Cordillera*, *Geological Society of America*, Special, 442p.
- Téllez-Girón y R. Malpica, 1972, Microfacies y microfósiles del Misisípico de la Sierra de Teras, Cañón de Santa Rosa, Baviste, Sonora: Instituto Mexicano del Petróleo, Informe Técnico, 40 p.
- Sanders, John E., 1958, Brachiopoda and Pelecypoda Mississippian fauna in northwestern Sonora, Mexico: Smithsonian Miscellaneous Collections, 119- 3, 41-72.
- Stewart, J. H. y Poole, F. G., 2002, Inventory of Neoproterozoic and Paleozoic strata in Sonora, México, U.S. Geological Survey open file 02-97, <http://geopubs.wr.usgs.gov/open-file/of02-97>.
- Stewart, J. H., Poole, F. G., Harris, A. G., Repetski, J. E., Wardlaw, B. R., Mamet, B. L. y Morales-Ramírez, J. M., 1999, Neoproterozoic (?) to Pennsylvanian inner-shelf, miogeoclinal strata in Sierra Agua Verde, Sonora, México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 16, 35-62 p.
- Velasco de León, P. y B.E. Buitrón, 1992, Algunos crinoides (Echinodermata-Crinoidea) del Misisípico-Pensilvánico de San Salvador Patlanoaya, Estado de Puebla: *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, 5 (1), 71-81.
- Wachsmuth Charles y Frank Springer, 1879 (1880)-1885, Revision of the Palaeocrinoidea: Acad. Nat. Sci Philadelphia, 226-378,
- Weller, J. M., Williams, J. S., Bell, W. A., O'Dumbar, C., Laudon, L. T., Moore, R. C., Stockdale, P. B., Warren, P. S., Caster, K. E., Cooper, C. L., Willard, B., Croneis, C., Malott, C. A., Price, P. A. y Sutton, A. H., 1948, Correlation of Mississippian formations of North America: *Bulletin of Geological Society of American*, 59 (2), 91-196.