

## Nota corta

Presencia de *Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788) (Echinoidea: Spatangoida) en la Formación Tuxpan, Mioceno (Langhiano) del norte del Estado de Veracruz, México. Consideraciones Biogeográficas

Francisco Sour-Tovar, Sara Alicia Quiroz-Barroso, Miguel Ángel Torres-Martínez

**Francisco Sour-Tovar**

fcsour@ciencias.unam.mx

**Sara Alicia Quiroz-Barroso**

Museo de Paleontología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510 CDMX, México.

**Miguel Ángel Torres-Martínez**

Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, CDMX, México.

**RESUMEN**

Se reporta la presencia de *Plagiobrissus grandis* en una localidad del Mioceno medio (Langhiano) de la Formación Tuxpan en la región de Papantla-Martínez de la Torre, norte de Veracruz. Tal hallazgo permite analizar el patrón de distribución espacio-temporal del género, corrobora su origen durante el Eoceno en el Caribe y su posterior dispersión en el Mioceno que le permitió aumentar su rango de distribución hasta Carolina del Norte en los Estados Unidos y las costas de Venezuela y Brasil. La formación del Istmo de Panamá, y con ello el cierre de la conexión con el Pacífico durante el Mioceno-Plioceno, desencadenó grandes cambios en las corrientes del Atlántico Norte, favoreciendo, entre el Mioceno tardío y el presente, la dispersión del género hacia el Mediterráneo y las costas del Norte de África, hasta el Golfo de Guinea. La evidencia de *Plagiobrissus grandis* en el Mioceno medio y su existencia en el Reciente, da un ejemplo de la longevidad que presentan diversas especies de equinoideos.

**Palabras clave: Mioceno, *Plagiobrissus grandis*, Spatangoida, Formación Tuxpan, Veracruz, México.**

**ABSTRACT**

The presence of *Plagiobrissus grandis* is reported in a locality of the middle Miocene (Langhiano) of the Tuxpan Formation in the Papantla-Martínez de la Torre region, North of Veracruz. The finding allows to analyze the space-time distribution of the genus, and corroborates its origin in the Caribbean during Eocene times, as well as its later dispersion during the Miocene to North Carolina in the United States and the coasts of Venezuela and Brazil. The division of the Pacific and the Atlantic oceans during the Miocene-Pliocene, by the emergence of the Panama Isthmus, triggered great changes in the marine currents of the North Atlantic; that event favored the dispersion of the genus from the Miocene to the Recent towards the Mediterranean and the coasts of North Africa, to the Gulf of Guinea. The finding of *Plagiobrissus grandis* in the middle Miocene and its survival until the present provides an example of the longevity of several echinoid species.

**Keywords: Miocene, *Plagiobrissus grandis*, Spatangoida, Tuxpan Formation, Veracruz, Mexico.**

BOL. SOC. GEOL. MEX. 2018

VOL. 70 NO. 3

P. 797 – 807

<http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2018v70n3a12>

Manuscrito recibido: Diciembre 7, 2017.

Manuscrito corregido: Enero 15, 2018.

Manuscrito aceptado: Enero 27, 2018.

## 1. Introducción

La Formación Tuxpan comprende una sucesión de rocas terrígenas con sedimentos que se acumularon durante el Mioceno temprano-medio en diferentes subambientes litorales (Gío-Argáez, 1982; Vega *et al.*, 1999). Sus múltiples afloramientos se encuentran a lo largo de la Planicie Costera del Golfo de México, desde la región de Tampico en Tamaulipas, hasta la región de Misantla en Veracruz. La mayoría de esos afloramientos contienen abundantes fósiles, principalmente bivalvos y gasterópodos (Perrilliat, 1994), asociados a restos de equinoideos, así como, diferentes tipos de anélidos, briozoos, crustáceos (Vega *et al.*, 1999) y otros grupos de macro-invertebrados, así como restos de peces cartilaginosos y de mamíferos acuáticos, posiblemente sirenios. Dentro de esta diversidad, los equinoideos están representados por diferentes especies, tanto de formas exocíclicas como endocíclicas. Buitrón-Sánchez y Solís-Marín (1993) enlistan diversas especies de equinoideos que se han encontrado en la Formación Tuxpan y otras unidades litoestratigráficas del Paleógeno-Neógeno de Veracruz, sin precisar la edad y la localidad de origen. En particular para el género *Plagiobrissus*, no existen referencias previas que señalen su presencia en sedimentos de la Formación Tuxpan, ni en otras unidades del Cenozoico de México. Se puede considerar como una excepción la mención que hacen Dickerson y Kew (1917) sobre el hallazgo de “*un espécimen de Metalia cumminsi en una localidad del terciario medio del estado de Tamaulipas*”, acompañada de una descripción muy superficial que no permite reconocer los rasgos diagnósticos del género *Metalia*. Dicho ejemplar, asignado tentativamente al Mioceno de México y que se encuentra depositado como el Holotipo CASG # 371 en la colección de la California Academy of Sciences en San Francisco, California, fue analizado por Israelsky (1924) y reasignado al género *Plagiobrissus*, conservando el nombre específico. El mismo ejemplar fue anali-

zado nuevamente por Lambert y Sánchez-Roig (Durham, 1961) y asignado al género *Lajanaster*. Considerando estos antecedentes, el informar acerca del hallazgo en rocas de la Formación Tuxpan de un espécimen de *Plagiobrissus grandis*, así como presentar su descripción, establecer con certeza la edad, localidad en que se encuentra y analizar las condiciones paleoambientales en que vivió, aporta información relevante sobre la historia biogeográfica y paleoambiental del género y permite explicar el patrón de distribución que presenta en la actualidad.

## 2. Área de estudio

### 2.1. LOCALIDAD

El ejemplar estudiado se encontró en un afloramiento de la Formación Tuxpan, ubicado en el kilómetro 50.5 de la carretera 180 Poza Rica-Veracruz, en el tramo que une el poblado de Papantla con el de Gutiérrez Zamora, Municipio de Papantla, Veracruz, en las coordenadas 20° 26' latitud N y 97° 06' longitud W. Esta localidad es denominada La Pioja por encontrarse actualmente en las inmediaciones de la gasolinera del mismo nombre (Figura 1).

### 2.2. MARCO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

En la región que abarca el norte del Estado de Veracruz y el sur del Estado de Tamaulipas, el basamento cortical está pobremente expuesto en el flanco este de la Sierra Madre Oriental y consiste principalmente en rocas paleozoicas muy metamorfizadas que se correlacionan con el cinturón orogénico Apalache-Marathon-Ouachita. Sobre el basamento se encuentran rocas mesozoicas de origen marino, cubiertas por rocas de edades que abarcan desde el Paleoceno hasta el Plioceno. Los principales elementos tectónicos que controlaron el depósito y la deformación de la sucesión

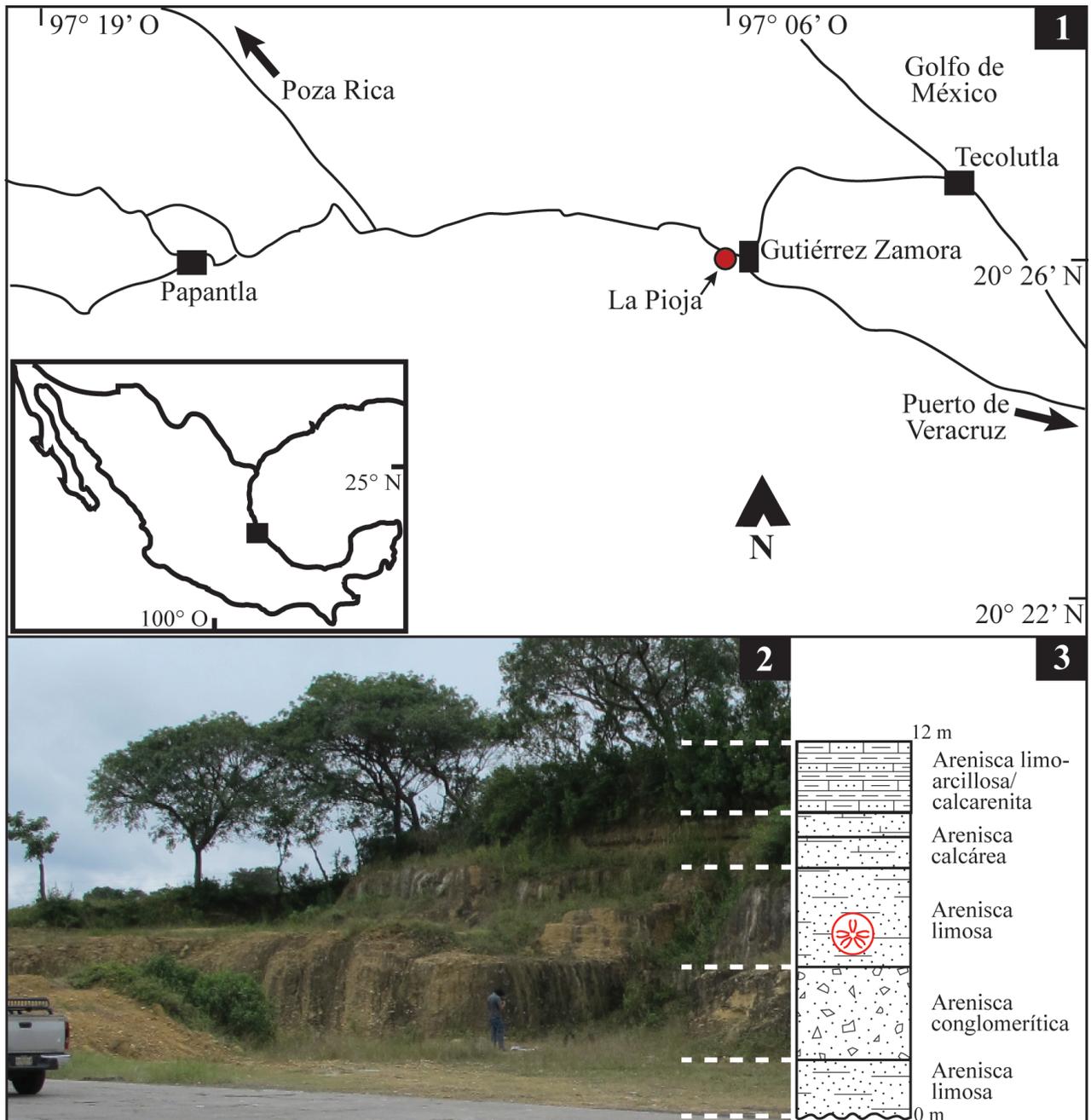


Figura 1 Mapa de ubicación de la localidad “La Pioja”. 2. Fotografía del afloramiento. 3. Sección estratigráfica del afloramiento, en la que se resalta con el diagrama en rojo el nivel de procedencia del ejemplar de *Plagiobrissus grandis* que se describe en este trabajo.

sedimentaria postpaleozoica son el Anticlinorio de Huayacocotla, el Macizo de Teziutlán, la Plataforma de Córdoba, el Macizo Volcánico de los Tuxtlas, la Cuenca Salina del Istmo y la Cuenca de Tampico-Misantla. Esta última incluye a la antifosa de Chicontepec, a la parte sur de la plataforma de Tamaulipas y el flanco

este de la Sierra Madre Oriental, que en conjunto ocupan además de la región norte del Estado de Veracruz y sureste de Tamaulipas, las porciones más orientales de San Luis Potosí e Hidalgo, el norte de Puebla y la plataforma continental hasta su isobata de 200 m (PEMEX, 1988). La Cuenca de Tampico-Misantla tiene la forma de un arco

semielíptico, abierto hacia el Golfo de México y está delimitada al norte por el Arco de Tamaulipas y el Homoclinal regional de San José de las Rusias, al oeste con la Sierra Madre Oriental y al sur por el Bloque tectónico de Teziutlán. El carácter de cuenca de esta región obedece al hundimiento del área ocupada por el archipiélago de Tamaulipas, provocado en gran parte por los esfuerzos que plegaron y fallaron la Sierra Madre oriental a principios del Paleógeno (Castro-Mora *et al.*, 1994) y que favorecieron el depósito de los terrígenos que conforman a las unidades del Eoceno, Oligoceno y Mioceno que afloran a lo largo de la Planicie Costera del Golfo (Castro-Mora *et al.*, 1994). En esta secuencia, la Formación Tuxpan representa la unidad más joven. Fue descrita originalmente por Dumble (1911) y redescrita por el mismo autor en 1918. Thalmann (1935) propuso como localidad tipo la sección de 150 metros que afloraba a unos 120 metros al oeste de la iglesia principal de la Ciudad de Tuxpan. Posteriormente, Barker y Blow (1976) analizaron la distribución de foraminíferos en las unidades litoestratigráficas de la Cuenca Sedimentaria Tampico-Misantla y señalaron una edad del Langhiano para la Formación Tuxpan. Actualmente esta unidad aflora en numerosas localidades formando una faja de aproximadamente 125 km de largo, con una anchura media de 15 km a lo largo de la costa del Golfo de México, desde el noreste del Cerro Azul, Veracruz hasta cerca de 20 km al sur del Río Tecolutla. Los afloramientos presentan espesores muy variables, alcanzando hasta 200 metros en los que predominan estratos de limolita arenosa que alternan con capas de arenisca, arenisca calcárea y caliza arenosa. Localmente se llegan a apreciar estratos de conglomerado que representan a la base de la formación. En los estratos arcillo-arenosos y arenosos de la Formación Tuxpan, como ya se mencionó, se ha encontrado una gran diversidad y cantidad de restos de invertebrados y vertebrados acuáticos. En conjunción con esta fauna, se ha referido la presencia de ostrácodos (Gío-Argáez, 1982) y foraminíferos (Carreño, 1986) que permiten asignar los estratos fosilíferos al Mioceno

medio. Con la fauna fósil y considerando también las características litológicas, para esta formación es posible sugerir un depósito en ambientes litorales de latitudes tropicales, con facies marginales, supra, meso e infralitorales sin llegar a zonas marinas profundas (Vega *et al.*, 1999). También se puede inferir que la unidad se depositó durante un evento transgresivo, seguido por la regresión que marcó la posición actual del margen costero del Golfo de México.

El ejemplar de *Plagiobrissus* que se describe, se encontró en posición de vida en estratos de la sección de la Formación Tuxpan que aflora en la localidad La Pioja (Figura 1). Dicha sección tiene un espesor de casi 12 metros, la parte basal se caracteriza por cerca de 2 metros de estratos de arenisca limosa con fauna típica de ambientes infralitorales seguidos por cerca de 2 metros de estratos de arenisca con clastos de grava y fragmentos de conchas, 3 metros de arenisca limosa fosilífera, 2.5 metros de arenisca calcárea y, en la parte superior, se encuentran estratos delgados, no fosilíferos de arenisca limo-arcillosa que alternan con estratos de calcarenita; todas las rocas son de color crema. Los rasgos tafonómicos que se observan en los restos fósiles indican que en gran medida fueron enterrados en posición de vida o después de un ligero transporte. En algunos estratos de arenisca se tiene el registro de abundantes restos esqueléticos, principalmente de moluscos mayormente desarticulados y fragmentados, cuyo origen se asocia al oleaje y a posibles tormentas que provocaron su acumulación en un ambiente de playa. El ejemplar de *Plagiobrissus* se encontró en la parte media de la sección, en un estrato de arenisca limosa (Figura 1).

### 3. Paleontología sistemática

- Phylum Echinodermata Klein, 1754
- Clase Echinoidea Leske, 1778
- Orden Spatangoida Agassiz, 1840
- Familia Brissidae Gray, 1855
- Género *Plagiobrissus* Pomel, 1883

**Especie tipo.** *Echinus grandis* Gmelin, 1788, p. 320, por designación original. Reciente, Indias occidentales.

**Diagnosis.** Testa oval, con o sin surco anterior somero, deprimida en el ámbito. Sistema apical de tipo etmolítico, con cuatro gonoporos. Ambulacro anterior somero y ligeramente hundido; poros de igual tamaño, pareados simples y pequeños; placas adapicales con altura igual al ancho. Otros ambulacros estrechos y ligeramente hundidos, el par anterior forma un ángulo obtuso, el posterior se flexiona hacia el margen distal. Pétalos paralelos con un espacio perradial pequeño entre las columnas de poros pareados. Placas distales de los pétalos cerradas. Periprocto largo sobre una faceta corta y truncada. Peristoma ancho y largo, de forma arriñonada, con faceta oblicua hacia el frente. Placas labrales cortas y amplias y en amplio contacto con ambas placas esternales que son largas, estrechas y paralelas entre sí. Placas episternales largas y pareadas, con alrededor de dos tercios de la longitud de la placas esternales, formando la parte posterior del plastron. La sutura entre las placas esternales y episternales es posteriormente cóncava. Placas post-episternales pareadas. Zona posterior ambulacral, sobre la superficie oral, subparalela y estrecha. Placa ambulacral VI se expande, penetrando la fasciola subanal. Espinas y tubérculos primarios comúnmente dentro de la fasciola peripetaloide, formando hileras horizontales sobre el ambulacro I; tubérculos no deprimidos. Plastron totalmente tuberculado. Fasciolas subanal y peripetaloide bien desarrolladas. Fasciola subanal con forma de coraza, ramificaciones anales, con cuatro tubos pedicelares sobre cada lado.

*Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788)

Figura 2.1-5

**Sinonimia.**

*Echinus grandis* Gmelin, 1788, p. 3200.

*Spatangus pectoralis* Lamarck, 1816, p. 29.

*Brissus (Plagionotus) pectoralis* (Lamarck). Agassiz y Desor, 1847, p. 119, lám. 16, fig. 15.

*Eupatagus pectoralis* (Lamarck). D'Archiac, y Haime, 1853, p. 217.

*Metalia pectoralis* (Lamarck). Agassiz, 1872, p. 144, 600, lám. 21, figs. 4, 5.

*Plagiobrissus pectoralis* (Lamarck). Pomel, 1883, p. 29, 30.

*Eupatagus (Plagiobrissus) grandis* (Gmelin). Cooke, 1942, p. 54.

*Plagiobrissus grandis* (Gmelin). Clark, 1917, p. 207-208, lám. 146, figs. 21, 22; Mortensen, 1951, láms. 40, 41, 43 figs 13, 16; Cooke, 1959, p. 86, 87, lám. 39, figs. 1, 2; lám. 40, fig. 6.

*Plagiobrissus (Plagiobrissus) grandis* (Gmelin). Fischer, 1966, p. 602-603, fig. 484.4a,b

**Descripción.** Testa grande, subovalada en el ámbito, con surco anterior somero, elongada antero-posteriormente y plano-convexa en perfil lateral. Con una longitud antero-posterior de 136.31 mm, un diámetro transversal de 107.43 mm y altura apical de 39.19 y 46.16 mm sobre el peristoma y el esternón respectivamente. Superficie actinal plana desde los bordes, con presencia de un peristoma grande y semicircular; disco apical muy pequeño, mal conservado, no se observan las placas oculares a excepción de la G2 o madreporita, muy ancha posteriormente, forma que permite inferir la condición etmolítico del sistema apical que está en posición anterior y cubierto por múltiples poros. El ambulacro impar se encuentra en un surco somero, algo más profundo hacia la parte posterior del surco. Los ambulacros pareados son estrechos y ligeramente hundidos en un surco, las placas ambulacrales son simples, de forma rectangular, con el par de poros en posición posterior, pequeños, isopóricos y bien diferenciados. El par de ambulacros anteriores, II y IV, forman entre sí un ángulo divergente de 125 grados, el par posterior presenta una pequeña flexión hacia el margen distal. El ambulacro III es muy angosto, se extiende hasta el borde anterior de la región oral y está cubierto por tubérculos de diversos tamaños. Fasciola peripetaloidea no dentada en la región posterior a los pétalos, con

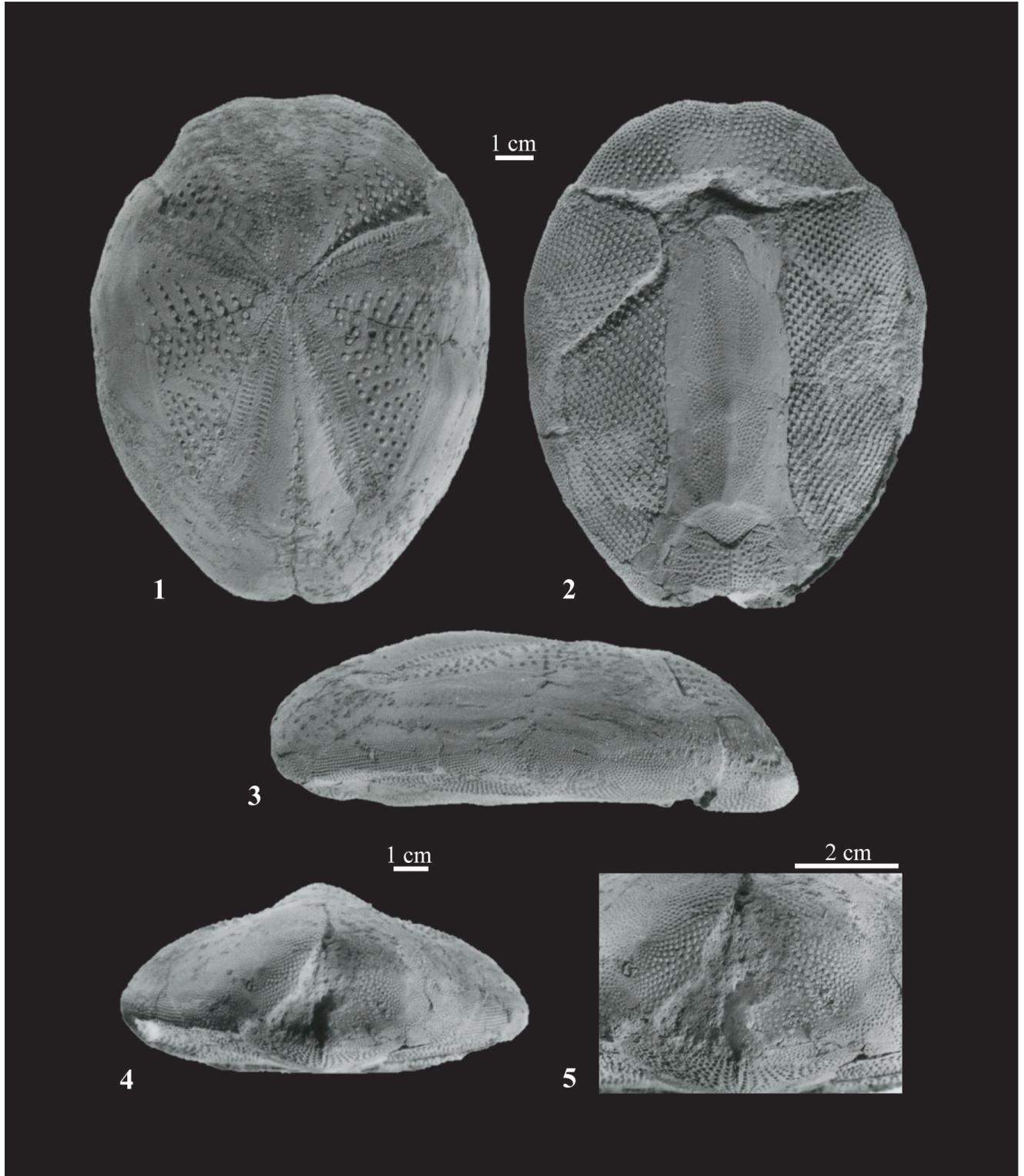


Figura 2 (1-5) *Plagiobrissus grandis* (Gmelin, 1788), ejemplar FCMP-1257: 1. Región aboral; 2 Región oral; 3. Vista lateral; 4. Vista posterior; 5. Aproximación de la zona anal.

tubérculos primarios pequeños, perforados y crenulados dispuestos en series horizontales sobre las placas interambulacrales. Adyacentes al ambulacro impar, tubérculos secundarios, prominentes y perforados; tubérculos subanales pequeños, perforados, crenulados y dispuestos en filas. Periprocto supramarginal rodeado de una fasciola. Peristoma y periprocto no se conservaron. Plastron metasterno, totalmente tuberculado, alargado y angosto con placa labral corta y ancha, poco diferenciada, par de placas esternas muy largas y par de episternas muy cortas con alrededor de un séptimo de la longitud de las placas esternas. La sutura entre las placas esternas y episternas es muy marcada y cóncava. Placas post-episternas pareadas, con filas simétricas y triangulares de tubérculos que forman una costelación aparente, tubérculos no deprimidos en la zona posterior ambulacral, sobre la superficie oral, sub-paralela y estrecha. Placa ambulacral VI se expande hacia la fasciola subanal que presenta forma de coraza con ramificaciones anales muy marcadas y cuatro tubos pedicelares sobre cada lado.

**Material y ocurrencia.** Ejemplar FCMP 1257, Localidad la Pioja, km 50.6 carretera 180, Papantla-Gutiérrez Zamora, Veracruz. Las siglas FCMP son las del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Discusión.** El ejemplar de *Plagiobrissus* de la Formación Tuxpan se distingue de las especies de *Metalia* por la presencia de tubérculos primarios grandes dentro de la fasciola peripetaloide. Es similar en su región aboral a *Macropneustes* Agassiz (Agassiz y Desor, 1847), pero en la región oral la disposición de las placas del plastron es muy diferente y *Macropneustes* carece de las placas pareadas episternas y post-episternas y la fasciola subanal no tiene forma de escudo. *Rhabdobrissus* (Cotteau, 1889), que es considerado un subgénero de *Plagiobrissus*, carece de surco frontal. De las especies que se han descrito para *Plagiobrissus*, *P. grandis* es muy similar a la especie actual *P. africanus* (Verrill, 1871) en dimensiones y rasgos de la región aboral, pero se puede distinguir de ella por pre-

sentar una testa ovada y más delgada, una fasciola peripetaloidea posteriormente no dentada, menos extendida y con tubérculos menos prominentes, un ambulacro anterior estrecho y poco conspicuo con poros pequeños e indiferenciados. Además, en *P. africanus* las placas episternas están separadas de las esternas por un surco que bordea, en conjunto, a las placas episternas y la fasciola subanal. Una distinción conspicua es la posición del periprocto que en *P. grandis* es visible desde un ángulo perpendicular a la región oral mientras que en *P. africanus* el periprocto sólo es visible posteriormente. *Plagiobrissus robustus* (Arnold y Clark, 1927), del Oligoceno de Jamaica y región caribeña, también presenta un gran tamaño, pero su testa es angosta, proporcionalmente más alta, el sistema apical se encuentra en posición anterior y los ambulacros son rectos. La gran dimensión de *P. grandis* permite distinguirlo de otras especies del género. Además, la posición central del sistema apical distingue a *P. grandis* de las especies *P. costaricensis* (Durham, 1961) y *P. malavassii* (Durham, 1961), del Mioceno de la región central de Costa Rica. Las dimensiones, la posición del sistema apical y la presencia de una escotadura en la región anterior de la testa permite distinguir a *P. grandis* de las especies del subgénero *Rhabdobrissus* que se han descrito para el presente (Ghiold, 1989): *Plagiobrissus (Rhabdobrissus) costae* (Gasco, 1876) del Mediterráneo y Atlántico Norte, *P.(R) jullieni* (Cotteau, 1889), del Golfo de Guinea y Oeste de África, y *P.(R) pacificus* (Clark, 1940) que se encuentra desde el Golfo de California hasta las costas de Ecuador.

#### 4. Discusión, Consideraciones biogeográficas

La distribución actual del género *Plagiobrissus* se restringe a mares tropicales someros del Hemisferio Norte y está caracterizada por la ocupación de un nicho infra-faunal, casi superficial, en el que los equinoideos del género se mueven lentamente alimentándose de detritos. En particular *P. grandis* se encuentra en ambientes someros

del Golfo de México y Caribe hasta las costas de Venezuela y Brasil. La distribución geográfica y temporal de otras especies del género se detalla en la Tabla 1, cuyo análisis permite inferir que el origen de *Plagiobrissus* ocurre en el Eoceno medio, en la región norte-caribeña en donde se ha encontrado a *P. robustus* en Jamaica y la región del Caribe (Arnold y Clark, 1927), *P. loveni* en Cuba (Sánchez-Roig, 1953), *P. curvus* en Florida (Oyen y Portell, 2001), y a *P. dixie* en Florida y Alabama (Toulmin, 1977; Oyen y Portell, 2001). Durante el Mioceno,

*Plagiobrissus* se expande hacia el sur, hasta las costas de Costa Rica y Brasil, con las especies *P. costaricensis* y *P. malavassii* (Durham, 1961) y hacia el Golfo de México con *P. grandis* que ahora se refiere para México. Entre finales del Mioceno y principios del Plioceno, antes del cierre del Istmo de Panamá, el linaje de *P. pacificus* coloniza las costa americanas del Pacífico. El cierre del canal de Panamá provoca drásticos cambios en el patrón de corrientes del Atlántico Norte y favorece la dispersión, a lo largo de los últimos 5.3 millones de años, del

Tabla 1. Distribución geográfica y estratigráfica de las especies del género *Plagiobrissus*, incluyendo las del subgénero *Rhabdobrissus*.

Especie	Edad	Localidades	Referencia
<i>P. (R.) costae</i>	Reciente	NE Atlántico, Mediterráneo-extremo noroeste de África hasta la costa del norte de Sierra Leona, y zonas profundas del Atlántico de África Central.	Ghiold, 1989
<i>P. africanus</i>	Reciente	Costa de África Central (Costa de Marfil-Guinea Ecuatorial, incluyendo el Golfo de Guinea)	Ghiold, 1989
<i>P. (R.) pacificus</i>	Reciente	Pacífico Sureste (Costa pacífica de México-Centroamérica)	Ghiold, 1989
<i>P. (R.) jullieni</i>	Reciente	Atlántico Sureste; Golfo de Guinea (Costa de Ghana-Togo, Benin, Lagos y Nigeria)	Ghiold, 1989
<i>P. sp.</i>	Reciente	Oeste del Indo-Pacífico: Islas de Oceanía (Mar de Timor, norte de Australia)	Ghiold, 1989
<i>P. grandis</i>	Reciente	Golfo de México-Caribe, Cuba, Costa de Venezuela-Brasil	Ghiold, 1989
	Mioceno	Brasil	Couto, 1967; Araújo-Távora <i>et al.</i> , 2010; *
<i>P. sp.</i>	Plioceno	Florida	Oyen y Portell, 2001
<i>P. costaricensis</i>	Mioceno	Región central de Costa Rica	Durham, 1961
<i>P. malavassii</i>	Mioceno	Región central de Costa Rica	Durham, 1961
<i>P. curvus</i>	Eoceno	Florida	Oyen y Portell, 2001
<i>P. dixie</i>	Eoceno	Alabama y Florida	Toulmin, 1977; Oyen y Portell, 2001
<i>P. sp.</i>	Eoceno	Estados Unidos (Carolina del Norte)	Kier, 1980
<i>P. loveni</i>	Eoceno medio	Cuba	Sánchez-Roig, 1953
<i>P. robustus</i>	Eoceno medio	Jamaica, Bahamas, Cuba	Arnold y Clark, 1927; Sánchez-Roig, 1953

\*en este trabajo.

género hacia el Mediterráneo, donde actualmente se encuentra a *Plagiobrissus costae*, y hacia la costa noroccidental de África, en que se tiene a *P. africanus* y *P. jullieni*. Considerando que el origen del linaje *Plagiobrissus* se marca a finales del Eoceno, su historia evolutiva y biogeográfica se enmarca en un periodo de alrededor de 33 millones de años. En esta historia resalta el hecho de que las diversas especies del género, entre ellas *Plagiobrissus grandis*, con una edad de por lo menos 14 millones de años, presentan tasas de duración muy altas. Evolutivamente también es notable que todos los eventos de especiación que se registran para el grupo fueron determinados por cambios geográficos y que el papel del posterior aislamiento solo se hace evidente en cambios morfológicos poco conspicuos. Un ejemplo de ello es la poca diferenciación que existe entre *Plagiobrissus grandis* y su descendiente *P. africanus* cuya divergencia debió iniciar por lo menos hace cinco millones de años.

## 5. Conclusiones

La presencia de *Plagiobrissus grandis* en el Mioceno (Langhiano) de la Planicie Costera del Golfo, además de representar el primer registro fósil del género en México, permite corroborar su origen en el Mar Caribe, región desde la cual se dispersó durante el Plioceno-Reciente hacia las costas mediterráneas y del norte de África, hasta el Golfo de Guinea. La formación del Istmo de Panamá durante el Mioceno-Plioceno, y los cambios que provocó en las corrientes del Atlántico Norte, fueron un factor determinante en ese evento de dispersión. *Plagiobrissus grandis*, con una existencia de por lo menos 14 millones de años, es un ejemplo de las tasas de duración de gran extensión que presentan diversas especies de equinoideos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a L. E. Silva Martínez, C. Martín Caro-Romero y un revisor anónimo sus

valiosas observaciones y correcciones al manuscrito original. A H. Hernández Campos la elaboración del material fotográfico y a D. Navarro Santillán y L. Martín Medrano su ayuda en el trabajo de campo y curatorial.

## Referencias

- Agassiz, A., 1872, Revision of the Echini, Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College: University Press, Cambridge, Ma, EUA, 3, 762 p.
- Agassiz, L., 1840, Catalogus systematicus Ectyporum Echinodermatum fossilium Musei Neocomiensis, secundum ordinem zoologicum dispositus; adjectis synonymis recentioribus, nec non stratis et locis in quibus reperiuntur. Sequuntur characteres diagnostici generum novorum vel minus cognitorum: Petitpierre, Neuchâtel, 20 p.
- Agassiz, L., Desor, P.J.E., 1847, Catalogue raisonné des espèces, des genres, et des familles d'échinides: Annales des Sciences Naturelles, Troisième Série, Zoologie 7, 129–168.
- Araújo-Távora, V., dos Santos, A.A.R., Araujo, R.N., 2010, Localidades fossilíferas da Formação Pirabas (Mioceno Inferior): Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais, Belém 5(2), 207–224.
- Arnold, B.W., Clark, H.L., 1927, Jamaican fossil echini. With descriptions of new species of Cainozoic Echinoidea by Herbert L. Hawkins, Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College: University Press, Cambridge, Ma, EUA, 50, 1–84.
- Barker, R.W., Blow, W.H., 1976, Biostratigraphy of some Tertiary formations in the Tampico-Misantla embayment, Mexico: Journal of Foraminiferal Research, 6(1), 39–58.
- Buitrón-Sánchez, B., Solís-Marín, F., 1993, La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México: Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, 44, 209–231.

- Carreño, A.L., 1986, Los ostrácodos de edad oligo-miocénica de la subprovincia Tampico-Misantla, área centro-oriental de México. Parte II. Mioceno: Formaciones Mesón y Tuxpan: *Revista del Instituto de Geología*, 6(2), 178–192.
- Castro-Mora, J., Hernández-Pérez, I., Vélez-López, J., Baca-Carreón, J.C., 1994, Monografía Geológico-Minera del estado de Veracruz: Consejo de Recursos Minerales, Pachuca, Hidalgo, Secretaría de Energía, Minas Industria Paraestatal, Subsecretaría de Minas e Industria Básica, México, 1–123.
- Clark, H.L., 1917, Hawaiian and other Pacific Echini, Echinoneidae to Spatangidae, *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College: University Press, Cambridge, Ma, EUA*, 46(2), 91–238.
- Clark, H.L., 1940, Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. XXI. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America: *Zoologica*, 25 (3), 331–352.
- Cooke, C.W., 1942, Cenozoic irregular echinoids of eastern United States: *Journal of Paleontology*, 16(1), 1–62.
- Cooke, C.W., 1959, Cenozoic echinoids of Eastern United States, Geological Survey Professional Paper 321: US Government Printing Office, Washington, 106 p.
- Cotteau, G.H., 1889, Description de trois Échinides vivants recueillis par le Dr J. Jullien, sur les côtes de Guinée (Libéria), en Blanchard, R.A.É. (ed.), *Compte-rendu des séances du Congrès International de Zoologie à Paris, Comptes Rendus Scientifique. Paris, Société Zoologique de France*, 281–292.
- Couto, C.P., 1967, Contribuicao a paleontologia do Estado do Para. Um Sirenio na Formacao Pirabas: *Atas so Simposio Sobre a Biota Amazonica*, 1, 345–357.
- D'Archiac, E.J.A., Haime, J., 1853, Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde, précédée d'un résumé géologique et d'une monographie des nummulites. Gide et J. Baudry, Paris, 1–373.
- Dickerson, R.E., Kew, W.S.W., 1917, The Fauna of a Medial Tertiary Formation and The Associated Horizons of Northeastern Mexico: *Proceedings of the California Academy of Sciences, Serie 4*, 7(5), 125–156.
- Dumble, E.T., 1911, Tertiary deposits of northeastern Mexico: *Science, N.S.*, 32(841), 232–234.
- Durham, J.W., 1961, Miocene echinoids from the Valle Central, Costa Rica: *Journal of Paleontology* 35(3), 480–488.
- Fischer, A.G., 1966, Spatangoids, en Moore, R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U Echinodermata: The University of Kansas Press*, 3(2), 695 p.
- Gasco, F., 1876, Descrizione di alcuni Echinodermi nuovi o per la prima trovati nel Mediterraneo: *Rendiconto dell'Accademia delle Scienze Fische e Matematiche*, 15, 32–41.
- Ghiold, J., 1989, Species Distributions of Irregular Echinoids: *Biological Oceanography*, 6(1), 79–162.
- Gío-Argáez, R., 1982, Formación Tuxpan (Tuxpan Formation), en Gío-Argáez, R., Krutak, P.R. (eds.), *Eight International Symposium on ostracoda "Applications of Ostracoda to Economic and Scientific Problems": University of Houston and Instituto de Geología, UNAM*. 44–48 (español), 104–107, (inglés).
- Gmelin, J.F., 1788, *Caroli a Linné Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis: Tomus I. Editio decima tertia, aucta, reformata, Vermes: Impensis G.E. Beer, Lipsiae* 1(6), 3021–4120.
- Gray, J.E., 1855, *Catalogue of the Recent Echinida, or Sea Eggs, in the Collection of the British Museum. Part I. Echinida Irregularia: Woodfall & Kinder, London*, 69 p.

- Israelsky, M.C., 1924, Notes on some Echinoids from the San Rafael and Tuxpan beds of the Tampico region, Mexico: Proceedings of the California Academy of Sciences, 4(13), 137–145.
- Kier, P.M., 1980, The Echinoids of the Middle Eocene Warley Hill Formation, Santee Limestone, and Castle Hayne Limestone of North and South Carolina: Smithsonian Contributions to Paleobiology, 39, 1–102.
- Klein, T., 1754, Ordre naturel des oursins de mer et fossiles, avec des observations sur les piquants des oursins de mer et quelques remarques sur les belemnites: C.J.B. Bauche, Paris, 1–235.
- Lamarck, J.B.M. de., 1816, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Tome troisième: Paris Deterville/Verdière, 612 p.
- Leske, N.G., 1778, Jacobi Theodori Klein naturalis dispositio echinodermatum, edita et descriptionibus novisque inventis et synonymis auctorem aucta. Addimenta ad I.T. Klein naturalem dispositionem Echinodermatum: G.E. Beer, Leipzig, 278 p.
- Mortensen, T., 1951, A Monograph of the Echinoidea V, 2. Spatangoida II. Amphisternata II. Spatangidæ, Loveniidæ, Pericosmidæ, Schizasteridæ, Brissidæ: C.A. Reitzel, Copenhagen, 593 p.
- Oyen, C.W., Portell, R.W., 2001, Diversity patterns and biostratigraphy of Cenozoic echinoderms from Florida: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 166, 193–218.
- PEMEX, Petróleos Mexicanos, 1988, Estratigrafía de la República Mexicana, Cenozoico, Subdirección de Producción Primaria, Coordinación Ejecutiva de Exploración, 136 p.
- Perrilliat, M.C., 1994, Bivalvos de La Formación Tuxpan (Mioceno Medio), Estado de Veracruz, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 11(2), 232–242.
- Pomel, A., 1883, Classification méthodique et genera des Échinides vivante et fossiles: Thèses présentées a la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le Grade de Docteur ès Sciences Naturelles, 503, 131 p.
- Sánchez-Roig, M., 1953, Nuevos Equinidos fósiles de la fauna cubana: Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, 41, 136–176.
- Thalman, H.E., 1935, Die miozäne Tuxpan-Stufe im Gebiet zwischen Rio Tuxpan und Rio Tecolutla (Staat Veracruz, Ost. Mexico): Eclogae Geologicae Helvetiae, 28(2), 543–546.
- Toulmin, L.D., 1977, Stratigraphic Distribution of Paleocene and Eocene Fossils in the Eastern Gulf Coast Region: Geological Survey of Alabama, Monograph, 13, 1–602.
- Vega, F.J., Feldman, R.M., Villalobos, J.L., Gío-Argáez, R., 1999, A new decapod fauna from the Miocene Tuxpan Formation Eastern Mexico: Journal of Paleontology, 73(3), 407–413.
- Verrill, A.E., 1871, Marine fauna of Eastport, Maine: Bulletin of the Essex Institute, 3, 2–6.