

Roveacrínidos (Crinoidea: Roveacrinida) del Cenomaniano tardío al Turoniano temprano de Cerritos, oeste de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, México

Blanca Estela Buitrón Sánchez¹ & Lourdes Omaña Pulido¹

1. Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F., México; blancab@unam.mx; lomanya@geologia.unam.mx

Recibido 04-VI-2014. Corregido 14-X-2014. Aceptado 04-XI-2014.

Abstract: Roveacrinids (Crinoidea: Roveacrinida) from the late Cenomanian to early Turonian from Cerritos, western Valles-San Luis Potosí Platform, Mexico. Fragments of roveacrinid crinoids of the upper Cenomanian-lower Turonian from Soyatal Formation located in the western part of the Valles-San Luis Potosí Platform, Mexico, were studied. Roveacrinid fossils consist of small pieces of cup and brachials observed in thin sections that were identified with the species *Roveacrinus geinitzi* Schneider 1989, *Poecilocrinus dispandus elongatus* Peck 1943 and *Roveacrinus* sp. The Roveacrinids are opportunist organisms that developed during changes of sea level. The roveacrinids are associated with a calcispherids bloom and r and r-k strategy planktonic foraminifers, such as *Muricohedbergella delrioensis* (Carsey), *M. planispira* (Tappan), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Heterohelix reussi* (Cushman), *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno, *W. aprica* (Loeblich & Tappan), *W. brittonensis* (Loeblich & Tappan), *W. baltica* Douglas & Rankin, and *W. paradubia* (Sigal), which are considered as indicators of high primary productivity in an unstable environment that took place during the flooding of the Valles-San Luis Potosí Platform in the Cenomanian/Turonian boundary. Rev. Biol. Trop. 63 (Suppl. 2): 17-25. Epub 2015 June 01.

Key words: Crinoids, Roveacrinids, Cenomanian-Turonian, central-northeastern, Mexico.

Los roveacrínidos son crinoideos articulados de tamaño muy pequeño, se caracterizan por la presencia de una teca comúnmente frágil de naturaleza porosa, de simetría pentámera, con la base de forma estelar constituida por cinco placas basales y cinco placas radiales. La teca contiene a la cavidad del cuerpo y a la cavidad dorsal; presentan diez braquiolas bifurcadas bien desarrolladas. Además carecen de tallo y cirros (Souza-Lima & Lara de Castro, 2000; Farinacci & Manni, 2003; Gorzelak et al., 2011). Los roveacrínidos son referidos como microcrinoides por Ausich et al. (1999), pues en general el tamaño de la teca y de las braquiolas es de escasos milímetros.

Los roveacrínidos fueron organismos posiblemente planctónicos, si se comparan con los saccócomidos cretácicos (Souza-Lima & Lara

de Castro, 2000). Sin embargo, existen argumentos de que pudieron ser epibentónicos por las características morfológicas que presentan los ejemplares de *Roveacrinus spinosus* Peck, 1943 reportado para el Turoniano de Sergipe, Brasil (Ferré & Bengtson, 1997). Los roveacrínidos comprenden formas oportunistas que se desarrollaron durante cambios del nivel del mar (Ferré et al., 2005). Este grupo vivió únicamente en el Mesozoico y la aparición del orden Roveacrinida ocurrió en el Triásico medio y su extinción en el Cretácico superior (Rasmussen, 1978). Sin embargo, algunos autores basados en estudios recientes notifican que han encontrado evidencias de placas de la teca y braquiolas en el Paleógeno temprano de Polonia (Salamon et al., 2010; Gorzelak et al., 2011). Los roveacrínidos son excelentes

indicadores paleoambientales de sedimentos de plataforma externa o de talud y también índices estratigráficos.

Las rocas sedimentarias marinas del Mesozoico de México, presentan una gran extensión en el territorio nacional con una abundante y variada fauna de invertebrados no obstante, son escasos los reportes de crinoideos planctónicos (Carreño et al., 1989; Buitrón & Ferrusquía, 1992; Solís-Marín & Buitrón, 1993; Solís-Marín et al., 2012). Particularmente, con relación a investigaciones sobre roveacrínidos, existe una publicación sobre la presencia de *Roveacrinus* aff. *R. rugosus* Douglas, 1908 que fue recolectado en estratos de la cuenca Guerrero-Morelos (Cenomaniano-Coniaciano), situada en el sureste de México (Aguilera-Franco, 2003), el cual se caracteriza por presentar las placas radiales con una ornamentación rugosa. De tal manera, que en esta ocasión se presentan los resultados del estudio en secciones delgadas de rocas con roveacrínidos del Cenomaniano superior-Turoniano inferior procedentes de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, situada al centro-noreste del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La sección Cerritos consiste en caliza y caliza margosa, ésta fue medida y muestreada en afloramientos localizados en un corte de la carretera entre la ciudad de San Luis Potosí y

Cerritos. Las muestras fueron recolectadas con intervalos de 5 m para el estudio micropaleontológico y de microfacies; éstas fueron procesadas en el laboratorio de laminación del Instituto de Geología. Las muestras fueron preparadas en secciones delgadas paralelas y perpendiculares a la estratificación.

Las secciones delgadas se analizaron en un microscopio petrográfico y la investigación micropaleontológica incluyó a los roveacrínidos, foraminíferos, y calcisferas. Las microfotografías fueron tomadas con una cámara digital en un microscopio. La identificación de los roveacrínidos está basada principalmente en los trabajos de Rasmussen (1978), Farinacci y Manni (2003) y Ferré et al. (2005)

Localización: El material estudiado procede de la Formación Soyatal en la localidad Cerritos con coordenadas 22°01'00" N y 100°57'00" W, ubicada en la región occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, cuyos afloramientos se encuentran en la parte central del Estado de San Luis Potosí. La Plataforma Valles-San Luis Potosí corresponde a una de las plataformas carbonatadas aisladas más grandes del Cretácico (200 km por 300 km) situada en la región occidental del Golfo de México, con afloramientos en pequeñas áreas de los estados de Querétaro, Guanajuato, Tamaulipas y Nuevo León localizados actualmente en la faja plegada de la Sierra Madre Oriental (Fig. 1).

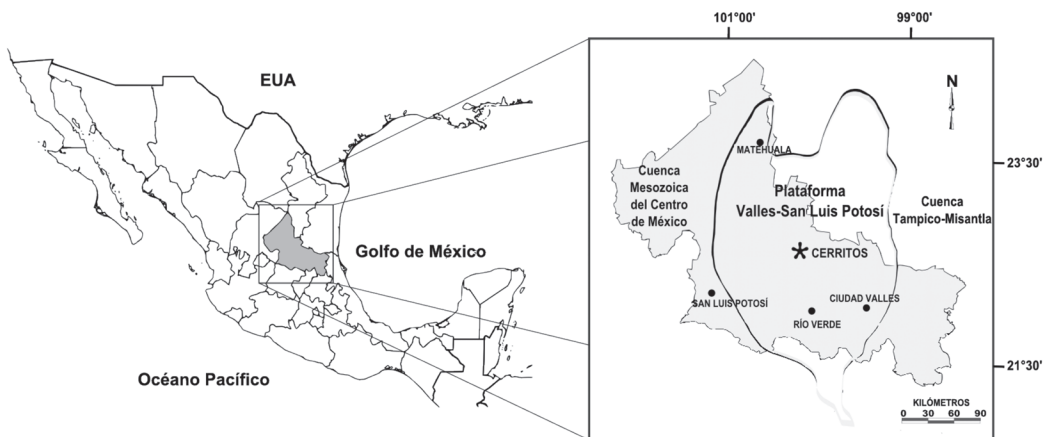


Fig. 1. Mapa de localización de la Plataforma Valles-San Luis Potosí donde se muestra la localidad fosilífera.

Fig. 1. Location map of the Valles-San Luis Potosí Platform where fossil locality is shown.

Marco geológico: La Plataforma Valles-San Luis Potosí presenta una historia geológica compleja y ha sido estudiada por diversos autores (Garfías, 1915; Cserna & Bello-Barradas, 1963; Carrillo-Bravo, 1971; Enos, 1974; Suter, 1984, 1987; Basañez-Loyola et al., 1993; Aguayo, 1998). Esta plataforma comenzó su desarrollo en el Cretácico inferior y su máximo crecimiento tuvo lugar en el Albiano, cuando se formó como una plataforma con margen de borde, rodeada por la Cuenca Mesozoica del Centro de México y por la Cuenca de Tamaulipas (= Tampico-Misantla). El depósito de las rocas carbonatadas de la Plataforma Valles-San Luis Potosí está relacionado al *rifting* mesozoico y al desarrollo del Golfo de México (Wilson & Ward, 1993).

La secuencia estratigráfica del Cretácico en la localidad de Cerritos comprende a la Formación El Abra, que está conformada por calizas del Albiano-Cenomaniano con biostromas de rudistas (Aguayo, 1998; Alencáster, 1998). Sobreyaciendo al depósito calcáreo de la Formación El Abra, se encuentra la Formación Soyatal, la cual fue mencionada por primera vez en el trabajo de Wilson et al. (1955) refiriendo que “la caliza El Doctor está cubierta por la Formación Soyatal del Turoniano inferior. El contacto parece ser concordante en algunos lugares y discordante en otros”. Carrillo-Bravo (1971) menciona que la Formación Soyatal se depositó sobre la margen occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí y los afloramientos se continúan al oeste-suroeste de Zimapán, Hidalgo, en el área de Xichú, Guanajuato, en la Sierra de Álvarez, en la zona de Villa de Arista y en el área Laguna Seca-La Tinaja, San Luis Potosí.

La Formación Soyatal está constituida por caliza arcillosa de color gris oscuro que alterna con cuerpos gruesos de lutita y limolita calcárea del mismo color, las cuales intemperizan en gris amarillento. La parte basal contiene nódulos y lentes de pedernal negros. Carrillo-Bravo (1971) comenta que, por su contenido faunístico y sus relaciones estratigráficas, la edad de la Formación Soyatal es del Turoniano y se puede correlacionar con la Formación

Agua Nueva. Suter (1984; 1987) indica que el depósito de la Formación Soyatal representa la inundación de la plataforma y puede ser datada en algunos lugares como del Turoniano superior. Los estratos que contienen roveacrínidos corresponden al Cenomaniano superior-Turoniano inferior.

Microfacies de la sección Cerritos: La sección Cerritos está compuesta en la base por caliza de la Formación El Abra, suprayaciéndola se encuentra la Formación Soyatal que consiste en caliza margosa en estratos de 30 - 40 cm de espesor, la cual es un packstone-wackestone que contiene a los roveacrínidos junto con un auge de calcisferas y foraminíferos planctónicos oportunistas entre ellos, hedbergéllidos, heterohelicidos, whiteinélidos y pequeños foraminíferos bentónicos como *Dorothia* sp., *Gavelinella* spp. y *Lingulogavelinella* sp. (Fig. 2). La interpretación que se da a estas microfacies tiene relación con cambios en el nivel del mar durante la inundación de la Plataforma Valles-San Luis Potosí en el límite Cenomaniano-Turoniano, con un aumento en el depósito de terrígenos y nutrientes. El auge de calcisferas está frecuentemente asociado con la presencia de roveacrínidos, los cuales son considerados como formas oportunistas que se desarrollaron durante cambios del nivel del mar (Ferré et al., 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Paleontología sistemática: La clasificación adoptada en este trabajo es la propuesta por Lane (1978), quien los incluye en los siguientes taxa: clase Crinoidea Miller, 1821, subclase Articulata Zittel, 1879, y orden Roveacrinida Sieverts-Doreck, 1952, con un alcance estratigráfico del Triásico medio hasta su extinción en el Cretácico superior. Pertenecen a la Familia Roveacrinidae Sieverts-Doreck, 1952 y a la subfamilia Roveacrininae Peck, 1943, que según Lane (*Ibid.*) sólo se han descrito para el Cretácico.

Los restos de roveacrínidos incluidos en las rocas de la localidad Cerritos, ubicada

PISO	Zona	Formación			Perfil	Microfacies
Cenomaniano	<i>Whiteinella archaeocretacea</i>	Soyatal	30 m	Ce-17	?	
				Ce-16	?	
				Ce-15	?	
				Ce-14		
				Ce-13		
				Ce-12		
				Ce-11		
				Ce-10		
				Ce-9		
	<i>Pseudolituonella reicheli</i>	El Abra	45 m	Ce-8		
				Ce-7		
				Ce-6		
				Ce-5		
				Ce-4		
				Ce-3		
				Ce-2		
				Ce-1		

Fig. 2. Columna estratigráfica de las formaciones El Abra y Soyatal en la Plataforma Valles-San Luis Potosí, México.

Fig. 2. Stratigraphic column of the El Abra and Soyatal formations in Valles-San Luis Potosí Platform, Mexico.

en la Plataforma Valles-San Luis Potosí del centro-este de México, consisten en fragmentos pequeños de la teca, mal conservados, que fueron observados en secciones delgadas e identificados como *Roveacrinus geinitzi* Schneider, 1989, *Poecilocrinus dispanus elongatus* Peck, 1943 y *Roveacrinus* sp. (Fig. 3).

Asociación faunística: Los roveacrínidos en la localidad de Cerritos se encuentran asociados a un auge de calcíferas y a foraminíferos planctónicos de estrategia r y r-k como *Muricohedbergella delrioensis* (Carsey), *M. planispira* (Tappan), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Heterohelix reussi* (Cushman),

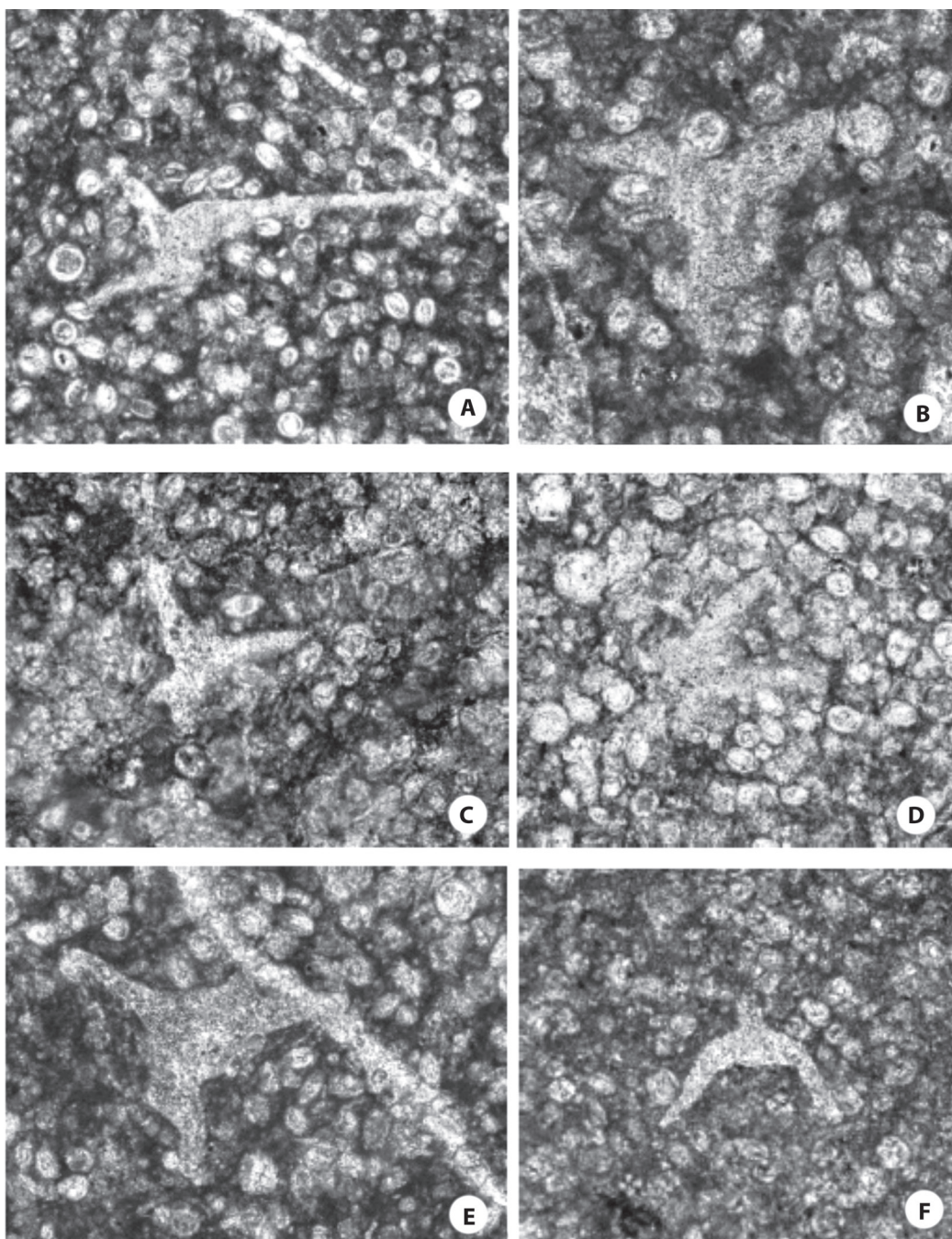


Fig. 3. Facies de Roveacrínidos en secciones delgadas del Turoniano inferior de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, México: a, sección tangencial y d, sección longitudinal de la teca de *Poecilocrinus dispandus elongatus* Peck, 1943; b, c, e, secciones longitudinales de la teca de *Roveacrinus geinitzi* Schneider, 1989; f. sección longitudinal de la teca de *Roveacrinus* sp.

Fig. 3. Facies of Roveacrinoids in thin sections of the lower Turonian Platform Valles-San Luis Potosí, Mexico: a, d tangential section, longitudinal section of the teca of *Poecilocrinus dispandus elongatus* Peck, 1943; b, c, e, longitudinal sections of the teca of *Roveacrinus geinitzi* Schneider, 1989; f. longitudinal section of the teca of *Roveacrinus* sp.

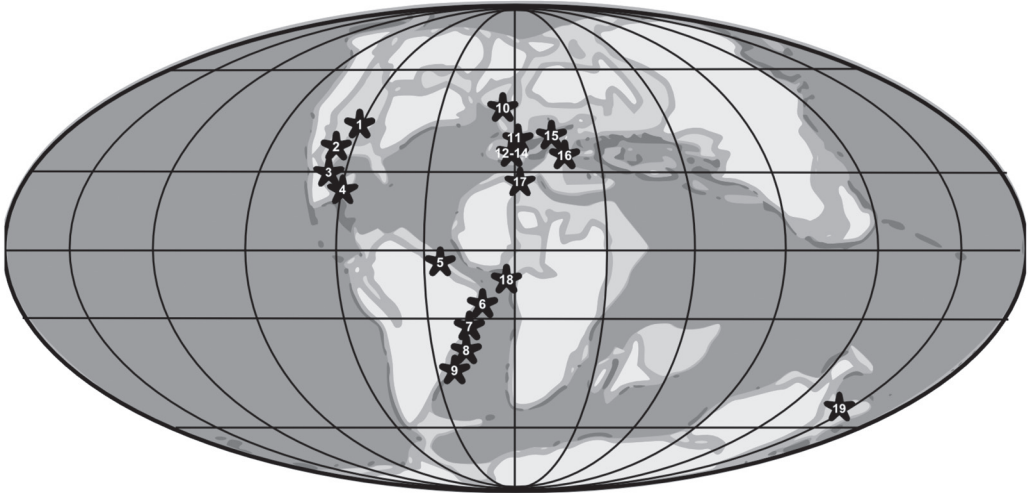


Fig. 4. Distribución paleogeográfica de roveacrínidos del Cretáceo (Hauteriviano-Maastrichtiano). 1) Texas, 2) Plataforma Valles-San Luis Potosí, México (este trabajo), 3) Cuenca Guerrero-Morelos, 4) Guatemala, 5) Cuenca Barreirinhas, Brasil, 6) Cuenca Sergipe, Brasil, 7) Cuenca Jequitinhonha, 8) Cuenca Campos, Brasil, 9) Cuenca Santos, Brasil, 10) Inglaterra, 11) Holanda, 12) España, 13) Francia, 14) Alemania, 15) Polonia Central, 16) Turquía y Siria, 17) Marruecos y Túnez, 18) Cuenca del Congo, África, 19) Nueva Zelanda.

Fig. 4. Paleogeographic distribution of Cretaceous roveacrinoids (Hauteriviano-Maastrichtiano). 1) Texas, 2) Valles-San Luis Potosí platform, México (this paper), 3) basin Guerrero-Morelos, 4) Guatemala, 5) Barreirinhas basin, Brazil, 6) Sergipe basin, Brazil, 7) Jequitinhonha basin, 8) Campos basin, Brazil, 9) Santos basin, Brazil, 10) England, 11) Holland, 12) Spain, 13) France 14) Germany, 15) central Poland, 16) Turkey and Syria, 17) Morocco and Tunisia, 18) Congo basin, Africa, 19) New Zealand.

Whiteinella archaeocretacea Pessagno, *W. aprica* (Loeblich & Tappan), *W. brittonensis* (Loeblich & Tappan), *W. baltica* Douglas & Rankin, y *W. paradubia* (Sigal), los cuales se consideran como indicadores de alta productividad primaria debido al aumento de nutrientes en un ambiente inestable que tuvo lugar durante la inundación de la Plataforma Valles-San Luis Potosí en el límite Cenomaniano / Turoniano.

Implicaciones paleobiogeográficas: Los roveacrínidos cretácicos se distribuyeron en el mar del Tethys y se encuentran desde el Hauteriviano al Coniaciano. En América del Norte se han descrito en el Hauteriviano de Texas, EUA (Peck, 1943; Rasmussen, 1961; Scott et al., 1977); en México se encuentran en el Cenomaniano tardío-Turoniano temprano de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (Fig. 4.2) y en el Cenomaniano-Coniaciano de la Cuenca Guerrero-Morelos (Aguilera-Franco, 2003) En América Central se han citado

del Cenomaniano de Guatemala (Ferré et al., 1997).

En América del Sur han sido estudiados de varias localidades de Brasil, del Albiano al Coniaciano; procedentes del Cenomaniano de la Cuenca Barreirinhas, del Cenomaniano-Coniaciano de la Cuenca Sergipe, del Albiano de las Cuencas Jequitinhonha y Campos (Dias-Brito & Ferré, 2001) y Santos (Dias-Brito & Ferré, 2001; Ferré et al., 2005).

Para Eurasia, se han reportado del Turoniano de Inglaterra (Peck, 1955; Rasmussen, 1971); del Hauteriviano-Maastrichtiano de Holanda (Jagt, 2005); del Hauteriviano (Bengtson & Berthou, 1982; Berthou & Bengtson, 1988; Ferré & Granier, 2000) y del Cenomaniano (Ferré et al., 1997) de España; del Albiano-Cenomaniano de Francia (Ferré et al., 1997); del Turoniano de Alemania (Schneider, 1989, 1995); del Albiano-Cenomaniano de Polonia Central (Pisera, 1983); del Cenomaniano de Turquía y Siria (Farinacci & Manni, 2003;

Al-Maleh, 1976; Ferré, 1997); del Cenomaniano de Marruecos y Túnez (Bengtson & Berthou, 1982; Berthou & Bengtson, 1988; Razgallah *et al.*, 1994; Ferré *et al.*, 1997; Farinacci & Manni, 2003); del Albiano de la Cuenca del Congo, África (Ferré & Granier, 1997, 2001; Dias-Brito & Ferré, 2001); y del Cenomaniano de Nueva Zelanda (Chanier *et al.*, 1990; Ferré *et al.*, 1997), (Fig. 4, 1-19).

CONCLUSIONES

Se identificaron fragmentos de crinoideos roveacrínidos de las especies, *Roveacrinus geinitzi* Schneider, 1989, *Poecilocrinus dispandus elongatus* Peck, 1943 y *Roveacrinus* sp. de edad Cenomaniano tardío-Turoniano temprano, los cuales proceden de la Formación Soyatal, cuyos afloramientos se encuentran en la localidad de Cerritos ubicada en la parte occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí al centro este de México.

Se corrobora la edad del Cenomaniano superior al Turoniano inferior para los estratos de la Formación Soyatal, que contienen a los roveacrínidos. Los roveacrínidos son organismos de formas oportunistas que se desarrollaron durante cambios del nivel del mar.

Los roveacrínidos se encontraron asociados a un auge de calcisferas y a los foraminíferos planctónicos de estrategia r y r-k, que se consideran indicadores de alta productividad primaria en un ambiente inestable que tuvo lugar durante la inundación de la Plataforma Valles-San Luis Potosí en el límite Cenomaniano/Turoniano.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a J.R. Torres del Instituto de Geología de la Universidad de San Luis Potosí el haber proporcionado las muestras para este estudio. Los becarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México B. B. Martínez Villa y J. C. Jiménez López, contribuyeron en la edición del texto y en la elaboración de los gráficos. Este trabajo forma

parte del Proyecto UNAM DGAPA PAPIIT IN 119208.

RESUMEN

Se estudiaron crinoideos roveacrínidos procedentes de afloramientos de la Formación Soyatal (Cenomaniano superior-Turoniano inferior) ubicados en la localidad de Cerritos (22°01'00" N -100° 57' 00" W) que se ubica en la parte occidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, México. Los roveacrínidos fueron identificados con las especies *Roveacrinus geinitzi* Schneider, 1989, *Poecilocrinus dispandus elongatus* Peck, 1943 y *Roveacrinus* sp. Estos microcrinoideos se estudiaron en secciones delgadas y están representados únicamente por fragmentos de las placas de la teca y de las braquiolas. Los roveacrínidos son organismos de formas oportunistas que se desarrollaron durante cambios del nivel del mar. Los roveacrínidos se encuentran asociados a un auge de calcisferas y a foraminíferos planctónicos de estrategia r y r-k como *Muricohedbergella delrioensis* (Carsey), *M. planispira* (Tappan), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Heterohelix reussi* (Cushman), *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno, *W. aprica* (Loeblich & Tappan), *W. brittonensis* (Loeblich & Tappan), *W. baltica* Douglas and Rankin, y *W. paradubia* (Sigal), lo cuales se consideran como indicadores de alta productividad primaria en un ambiente inestable que tuvo lugar durante la inundación de la Plataforma Valles-San Luis Potosí en el límite Cenomaniano/Turoniano.

Palabras clave: Crinoideos, roveacrínidos, Cenomaniano-Turoniano, centro-noreste, México.

REFERENCIAS

- Aguayo, C. E. (1998). The middle Cretaceous El Abra limestone at its type locality (Facies, diagenesis and oil emplacement). East-central Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15, 1-18.
- Aguilera-Franco, N. (2003). Cenomanian- Coniacian zonation (foraminifers and calcareous algae) in the Guerrero-Morelos basin, southern, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 20, 202-222.
- Alencáster, G. (1998). New caprinid rudist genera *Guzzyella* and *Mullerriedia* (Bivalvia-Hippuritacea) from the Albian (Cretaceous) of central Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 5, 91-105.
- Al-Maleh, K. (1976). *Etude stratigraphique, sédimentologique et géocimique du Crétacé du NW syrien (Kurd Dagh et environs d'Afrine): Les aspects pétroliers de la région* (Ph D. These). Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Ausich, W. I., Donovan, S. K., Hess, H., & Simms, M. J. (1999). Fossil occurrence. In H. Hess, W. I. Ausich,

- C. E. Brett, & M. J. Simms (Eds.), *Fossil crinoids* (pp. 41-49). Cambridge University Press: Cambridge.
- Basañez-Loyola, L. M., Fernández, T. R., & Rosales, D. C. (1993). Cretaceous platform of Valles-San Luis Potosí, northeastern central Mexico. In J. A. Simó, R. Scott, & J. P. Masse (Eds.), *Cretaceous carbonate platforms* (pp. 15-19). Oklahoma: Tulsa American Association of Petroleum Geologists.
- Bengtson, P., & Berthou, P. Y. (1982). Microfossiles et Echinodermes *incertae sedis* des dépôts albiens á coniaciens du basin de Sergipe-Alagoas, Brésil. *Cahiers Micropaléontologie*, 3, 13-22.
- Berthou, P. Y., & Bengtson, P. (1988). Stratigraphic correlation by microfacies of the Cenomanian-Coniacian of the Sergipe Basin, Brazil. *Fossils and Strata*, 21, 38.
- Buitrón, B. E., & Ferrusquía, I. (1992). *Localidades de invertebrados fósiles de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, Atlas de México, vol. 2 Naturaleza (Biogeografía) Mapa IV.8.1.
- Carreño, A. L., Perrilliat, M. C., González, C., Applegate, S., Carranza, O., & Martínez, E. (1989). *Fósiles tipo mexicanos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, CONACYT, Editorial Libros de México.
- Carrillo-Bravo, J. (1971). La Plataforma Valles-San Luis Potosí. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 23, 1-102.
- Carsey, D. O. (1926). Foraminifers of the Cretaceous of Central Texas. *Texas University Bulletin*, 2612, 1-56.
- Chanier, F., Bellier, J. P., Bignon, G., & Ferriere, J. (1990). Découverte de Pithonellides dans le Crétacé supérieur de Nouvelle-Zélande; conséquences biogéographiques, stratigraphiques et tectoniques. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2, 1095-110.
- Cserna, E., & Bello Barradas, A. (1963). Geología de la Sierra de Álvarez, Municipio de Zaragoza, San Luis Potosí. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología Boletín*, 71, 23-63.
- Cushman, J. A. (1938). Cretaceous species of Guembelina and related genera. *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, 14, 2-27.
- Dias-Brito, D., & Ferré, B. (2001). Roveacrinids (stemless crinoids) in the Albian carbonates of the offshore Santos Basin, southeastern Brazil: stratigraphic, palaeobiogeographic and palaeoceanographic significance. *Journal of South American Earth Sciences*, 14, 203-218.
- Douglas, J. A. (1908). A note on some new chalk crinoids. *Geological Magazine*, 5, 357-359.
- Douglas, R. G., & Rankin, C. (1969). Cretaceous planktonic foraminifera from Bornholm and their zoographic significance. *Lethaia*, 2, 185.
- Enos, P. (1974). Reefs, platforms, and basins of middle Cretaceous in northeast Mexico. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 58, 800-809.
- Farinacci, A., & Manni, R. (2003). Roveacrinids from the Northern Arabian Plate in SE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 12, 12-50.
- Ferré, B., & Bengtson, P. (1997). An articulate roveacrinid from Turonian of the of Sergipe Basin, Brazil. In T. Bechstaedt, P. Bengtson, R. Greiling, & V. Schweizer (Eds.), *18th IAS Regional European Meeting of Sedimentology* (pp. 128-129). Heidelberg: Gea heidelbergensis.
- Ferré, B., & Granier, B. (1997). The Albian stemless microcrinoides (Roveacrinidae, Crinoidea) of the Congo Basin (Angola). In T. Bechstaedt, P. Bengtson, R. Greiling & V. Schweizer (Eds.), *Abstracts of the XVIII IAS Regional European Meeting of Sedimentology* (pp. 129-130). Heidelberg: Gea Heidelbergensis.
- Ferré, B., Cross, P., & Fourcade, E. (1997). Tethyan Mid-Cretaceous (Cenomanian-Turonian) Roveacrinids (Roveacrinida, Crinoidea) as stratigraphical and paleobiogeographical tools. *Mineralia Slovaca*, 29, 267-268.
- Ferré, B., & Granier, B. (2000). *Roveacrinus berthouii* nov. sp., Early Hauterivian representative of Roveacrinidae (Roveacrinida, Crinoidea) of Busot (Alicante, Spain). *Geologica Carpathica*, 51, 101-107.
- Ferré, B., & Granier, B. (2001). Albian roveacrinids from the southern Congo Basin off Angola. *Journal of South American Earth Sciences*, 14, 219-235.
- Ferré, B., Walter, S., & Bengtson, P. (2005). Roveacrinids in mid-Cretaceous biostratigraphy of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 19, 259-272.
- Garfias, W. R. (1915). The old region of northeastern Mexico. *Texas University Bureau of Economic Geology, Bulletin*, 10, 195-224.
- Gozelak, P., Salamon, M. A., & Ferré, B. (2011). Pelagic crinoids (Roveacrinida, Crinoidea) discovered in the Neogene of Poland. *Naturwissenschaften*, 9, 903-908.
- Jagt, J. W. M. (2005). The youngest pelagic crinoids (latest Maastrichtian, The Netherlands). *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 52, 133-139.
- Lane, G. N. (1978). Abbreviations and symbols used in crinoid descriptions Echinodermata. In R. C. Moore, & Teichert C. (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Echinodermata. Part T* (pp. T243-244). Kansas: Geological Society of America.
- Loeblich, A. R., & Tappan, H. (1961). Cretaceous planktonic foraminifera: Part 1-Cenomanian. *Micropaleontology*, 7, 257-304.

- Peck, R. E. (1943). Lower Cretaceous crinoids from the Texas. *Journal of Paleontology*, 22, 451-475.
- Peck, R. E. (1955). Cretaceous microcrinoides from England. *Journal of Paleontology*, 29, 1019-1029.
- Pessagno, E. (1967). Upper Cretaceous planktonic foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain. *Paleontographica Americana*, 5, 259-441.
- Pisera, A. (1983). Comatulid and roveacrinid crinoids from the Cretaceous of Central Poland. *Acta Paleontologica Polonica*, 28, 385-391.
- Razgallah, S., Phillip, J., Thomel, G., Zaghbib-Turki, D., Chaabani, F., Ben-Haj-Ali, N., & M'Rabet, A. (1994). La limite Cénomanién-Turonien en Tunisie centrale et méridionale: biostratigraphie et paléoenvironnements. *Cretaceous Research*, 15, 507-533.
- Rasmussen, H. W. (1961). A monograph on the Cretaceous crinoidea. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabernes Biologiske Skrifter*, 12, 1-428.
- Rasmussen, H. W. (1971). Cretaceous Crinoidea (Comatulida and Roveacrinida) from England and France. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 20, 285-294.
- Rasmussen, H. W. (1978). Articulata. In R. C. Moore, & C. Teichert (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology; T. Echinodermata* part T (pp. 813-1027). Kansas: The Geological Society of America.
- Salamon, M. A., Gorzelak, P., Ferré, B., & Lach, R. (2010). Roveacrinids (Crinoidea, Echinodermata) survived the Cretaceous-Paleogene (K-Pg) extinction event. *Geology*, 38, 883-885.
- Schneider, H. L. (1989). Zur Morphologie und Ontogenese von *Roveacrinus geinitzi* n. sp. (Crinoidea, Oberkreide). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 178, 167-181.
- Schneider, H. L. (1995). Crinoidea (Roveacrinidae) aus dem Unter-Turon von Wüllen (Münsterländer Kreidebecken/Nordrhein-Westfalen). *Neues Jahrbuch für Geologie un Paläontologie Abhandlungen*, 198, 35-46.
- Scott, R. W., Root, S. A., Tenery, J. H., & Nestell, M. (1977). Morphology of the Cretaceous microcrinoid *Poecilocrinus* (Roveacrinidae). *Journal of Paleontology*, 51, 343-349.
- Sigal, J. (1952). Aperçu stratigraphique sur la micropaléontologie du Crétacé. XIX Congrès Géologique International. *Monographies régionales 1ere série, Algérie*, 26, 3-43.
- Solís-Marín, F. A., & Buitrón, B. E. (1993). La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44, 427.
- Solís-Marín, F. A., Honey-Escandón, M. B. I., Herrero-Perezul, M. D., Benítez-Villalobos, F., Díaz-Martínez, J. P., Buitrón-Sánchez, B. E., Palleiro-Nayar, J. S., & Durán-González, A. (2012). The Echinoderms of Mexico: Biodiversity, Distribution and Current State of Knowledge. In J. J. Alvarado & F. A. Solís-Marín (Eds.), *Echinoderm Research and Diversity in Latin America* (pp.11-66). Berlin: Springer.
- Souza-Lima, W., & Manso, C. L. C. (2000). Os foséis da bacia de Sergipe-Alagoas. *Phoenix*, 2, 2.
- Suter, M. (1984). Cordilleran deformation along the Eastern edge of Valles-San Luis Potosí, carbonate platform, Sierra Madre Oriental, fold-thrust belt, east-central Mexico. *Bulletin Geological Society of America*, 95, 1387-1397.
- Suter, M. (1987). Structural transverse across the Sierra Madre Oriental fold thrust east-central Mexico. *Geological Society of America Bulletin*, 98, 249-264.
- Tappan, H. (1940). Foraminifera from the Grayson Formation of northern Texas. *Journal of Paleontology*, 14, 122.
- Wilson, B. W., Hernández, J. P., & Meave, T. E. (1955). Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 18, 1-10.
- Wilson, J. L., & Ward, W. C. (1993). Early Cretaceous carbonate platforms of northeast and east central Mexico. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 561, 35-49.

