



Presencia de *Mortoniceras?* sp. en la Formación Madrid, Estado de Colima: su importancia en la evolución paleogeográfica del Albiano tardío en México

Eguiluz de Antuñano, Samuel^{a,*}; Moreno-Bedmar, Josep Anton^b; Amezcua, Natalia^c; Livas-Vera, Margarita^d; Puente Frago, Luis Ángel^e

^a Geólogo consultor, Rda. Precolombina, Bonampak 103, Del. Coyoacán, C.P. 4700, Ciudad de México, México.

^b Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, C.P. 04150, Ciudad de México, México.

^c Servicio Geológico Mexicano, Subgerencia de Investigación, Felipe Ángeles km 93.5, Pachuca, C.P. 42083, Hidalgo, México.

^d Consultor en micropaleontología, C. del Pulpito 2949, Mirador Res., Monterrey, C.P. 64910, Nuevo León, México.

^e Biólogo consultor. F de Zeus 906, Reynosa, C.P. 88740, Tamaulipas, México.

* seguiluz662@gmail.com

Resumen

En este trabajo se describen las características morfológicas que identifican a un ejemplar del género *Mortoniceras?* sp., colectado en estratos de la Formación Madrid, en la Sierra de los Libros, Colima, México. Las características litoestratigráficas indican que la sucesión de carbonatos donde se encontró el ammonite está formada por facies de ambiente relativamente profundo, con depósito de turbiditas constituidas por microfósiles bentónicos y material aloquímico transportado a la cuenca. La asociación de fósiles indica que este depósito se originó durante el Albiano tardío. La integración de datos bioestratigráficos y litológicos nos permite hacer una reconstrucción más apropiada de la distribución geográfica de facies sedimentarias entre cuencas y plataformas en México.

Palabras clave: ammonites, bioestratigrafía, taxonomía, Colima, México.

Abstract

*This work describes the morphological characteristics that allows us to identify a specimen of the genus *Mortoniceras?* sp., collected in strata of the Madrid Formation, in the Sierra de los Libros, Colima, Mexico. Lithostratigraphic characteristics indicate that the carbonate succession, where the ammonite was found, consist of turbiditic basinal facies with bentonic microfossil and allochemical material transported into the basin. The fossil assemblage indicates that this deposit occurred during the late Albian. The integration of biostratigraphical and lithological data allows us to make a more accurate reconstruction of the geographical distribution of sedimentary facies among basins and platforms in Mexico.*

Keywords: ammonites, biostratigraphy, taxonomy, Colima, Mexico.

1. Introducción

La litoestratigrafía y bioestratigrafía del Cretácico Inferior en el Estado de Colima ha sido descrita de forma general, pero requiere estudios con mayor detalle. En esta región hay sucesiones sedimentarias siliciclásticas y carbonatadas, que varían desde un ambiente litoral y lagunar, hasta ambientes de mayor profundidad o cuenca, con cambios de facies tanto laterales como verticales que se vinculan con depósitos volcánico-clásticos, que, por la escasez de fósiles, complican su correlación regional y dificultan inferir distribuciones paleogeográficas (Ontiveros-Tarango, 1973; Cserna *et al.*, 1978; Buitrón y Gómez-Espinosa, 2003; Omaña *et al.*, 2012). Aunado a la limitación del contenido fosilífero hay una deformación estructural compleja, con afloramientos dispersos que regularmente están cubiertos por rocas volcánicas de edad más joven. Para poder hacer correlaciones estratigráficas apropiadas y una reconstrucción paleogeográfica más fina de la región, que comprende parte de los estados de Colima, Jalisco y Michoacán, es de gran importancia la integración de estudios bioestratigráficos y técnicas geocronológicas adicionales (*e.g.* isotopía de zircones, estroncio). El conocimiento geológico y bioestratigráfico en esta región se inició con las descripciones realizadas en Colima por Banda (1880), en colaboración con Antonio del Castillo. Su obra describe, entre otros fósiles, la presencia de *Ammonites varicosus* Sowerby. Urquiza (1882) realizó descripciones geológicas y paleontológicas en Coalcomán, Michoacán. Aguilera *et al.* (1897), Boehm (1898) y Douvillé (1900), publicaron descripciones taxonómicas de los fósiles colectados por Urquiza (*op cit.*), de entre los cuales destaca *Schiosia ramosa*, rudista designado por Harris y Hodson (1922) como *Coalcoma ramosa*, que es un fósil muy útil para la correlación en áreas vecinas. La presencia de *Enallaster mexicanus* Cotteau en esta área (Cotteau, 1890), ayuda a reconocer facies de los pisos Albiano y Cenomaniano. En facies pelágicas expuestas en la Sierra de los Libros, Colima, Angerman (1907) reportó *Macroscephites* sp., *Scholenbachia inflata* Sowerby y *Parahoplites* sp., y Böse (1910) describió *Schloenbachia (Oxitropedoceras) aguilerae* y *Schloenbachia varicosum* Sowerby (descrita como *Ammonites varicostatum* Sowerby, por Antonio del Castillo en Banda, 1880), lo que confirma la presencia regional del Albiano tardío y su transición al Cenomaniano (Longoria, 1977). Burckhardt (1930) señaló la presencia de varias secciones estratigráficas en Jalisco con fósiles bentónicos y planctónicos del Aptiano al Cenomaniano, en las localidades de Barranca del Río Tuxpan, Cerro de Tuxpan, Tapalpa, Talpa, Tamazula y Huescalapa, la sección estratigráfica más completa fue descrita entre las estaciones de tren Villegas y Tonilita que tiene rocas de los pisos Aptiano al Cenomaniano. Pantoja-Alor (1959), describió rocas sedimentarias marinas del Jurásico Superior y Cretácico entre Huetamo y Ciudad Altamirano, Michoacán. La integración de estas observaciones referidas permitió

elaborar una reconstrucción paleogeográfica general entre áreas emergidas y mares, así como postular la conexión marina a través de un portal entre el Océano Pacífico, la Cuenca del Centro de México y el Golfo de México durante el Cretácico (Burckhardt, 1930, Buitrón y Gómez-Espinosa, 2003). En la década de los años setenta y ochenta Petróleos Mexicanos realizó trabajos de exploración y aportó valiosos datos de superficie y subsuelo en la región. Estos trabajos dieron nombres informales, actualmente en uso, para varias unidades estratigráficas del Cretácico Inferior en Colima: Pano (1975) designó a la Formación Madrid, que Parga (1977) redefinió con cinco miembros; Pimentel (1980) nombró a las formaciones Alberca y Tepalcatepec, Rodríguez (1980) a la Formación Tecalitlán. El contenido fosilífero de los estratos de esta región se ha centrado en la descripción de macrofauna bentónica (Buitrón, 1973, 1986; Buitrón y Rivera-Carranco, 1985; Alencáster, 1986; Alencáster y Pantoja-Alor, 1986; García-Barrera y Pantoja-Alor, 1991; Alencáster y Pantoja-Alor, 1996; Buitrón y López-Tinajero, 1996; Corona-Esquivel y Alencáster, 1996; Buitrón y Gómez-Espinosa, 2003) y foraminíferos bentónicos (Ayala-Castañares, 1960; Gamper, 1969; Meza, 1980; Cuevas-González, 1982; Omaña y Pantoja-Alor, 1998; Omaña, 2004; Omaña *et al.*, 2012), pero son limitados los reportes sobre la presencia y descripción taxonómica de ammonites y foraminíferos planctónicos (Burckhardt, 1930; Cuevas-González, 1982; Corona-Esquivel y Henríquez, 2004; Rosales-Franco y Rodríguez-Lara, 2008). Son numerosas las localidades que describen los conjuntos fosilíferos bentónicos, pero son pocas las referencias que hay para ubicar fósiles de organismos planctónicos y/o nectónicos. Estos contenidos faunísticos vinculados con la litoestratigrafía permiten hacer reconstrucciones paleoambientales y paleogeográficas generales, pero se requieren obtener datos adicionales para conocer con mayor detalle la evolución geodinámica del intervalo Aptiano-Albiano.

Este trabajo describe la morfología de un ammonites encontrado en la Formación Madrid y se discute la relevancia que tiene el fósil en el contexto del depósito sedimentario regional. La sección estratigráfica que se estudió (Figura 1) se ubica en la porción norte de la Sierra de los Libros, entre los poblados de Coquimatlán y Jala, Estado de Colima, situada en las coordenadas UTM 622072 m Norte y 2117976 m Oeste. El método de trabajo consistió en la medición y descripción litológica de una sección estratigráfica en la base de la Formación Madrid, con obtención de muestras de mano para el estudio de microfósiles y macrofósiles (ammonites).

2. Litoestratigrafía

En general, la sucesión estratigráfica que aflora en la Sierra de los Libros se compone, de la base a la cima, por siliciclásticos arcócosos, cuya base está cubierta y su espesor es mayor a 200 m, estos estratos se correlacionan con la

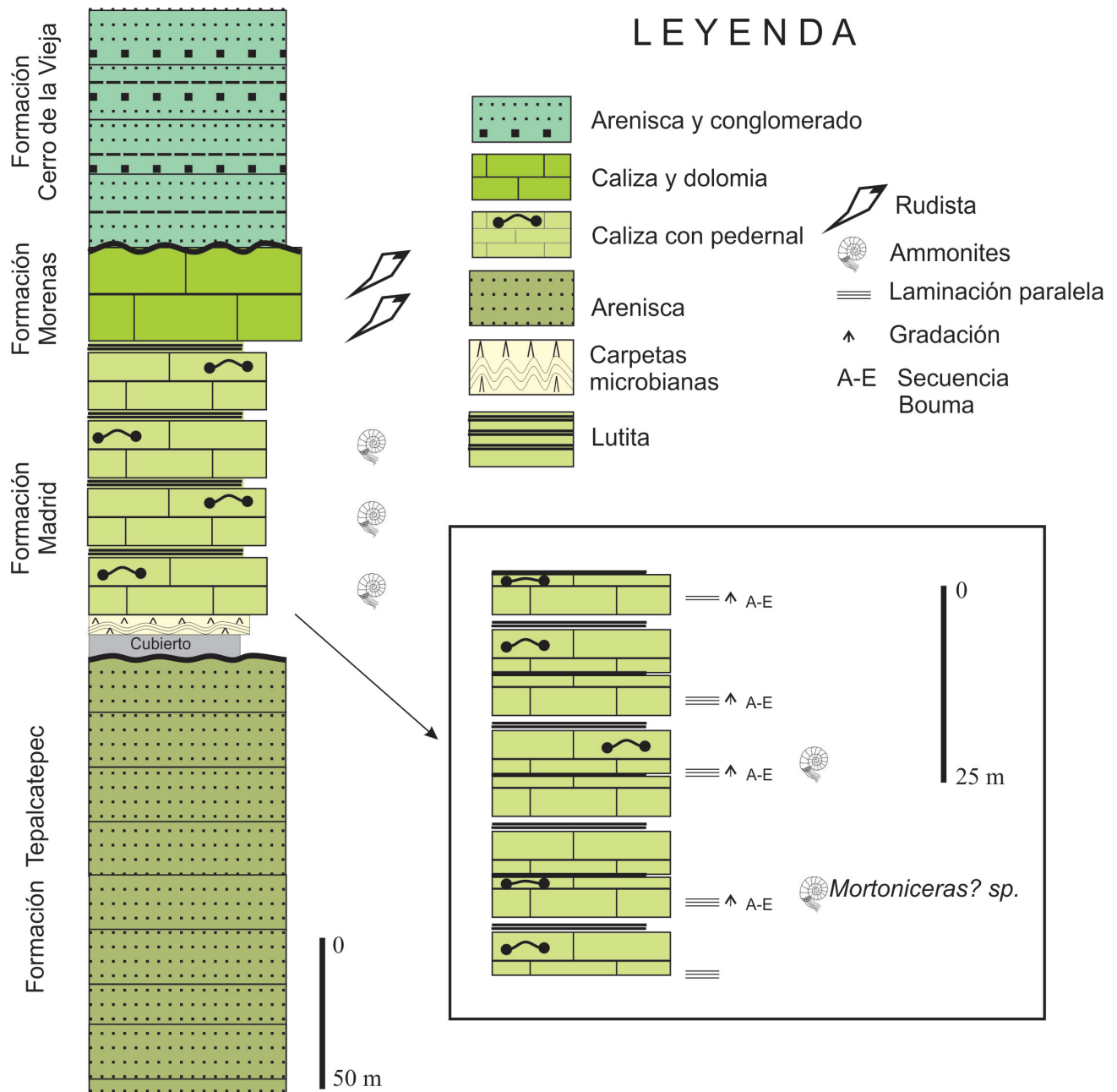


Figura 1. Columna estratigráfica generalizada del área y en recuadro sección a detalle del intervalo en que se encuentra el ammonites descrito en este trabajo.

Formación Tepalcatepec. Ascendiendo estratigráficamente y en aparente discordancia sobre la Formación Tepalcatepec, se presenta un espesor de 0.50 a 1.5 m, compuesto por intercalaciones de carbonatos con laminaciones microbianas y yeso que exudan aceite vivo. Estos depósitos pasan en transición rápida a caliza de tipo *mudstone* y *wackestone* con foraminíferos planctónicos, con laminaciones compuestas por packstone de bentónicos y planctónicos, de color gris oscuro, en capas de 5 a 20 cm de espesor, con una potencia mayor a 100 m de espesor, pero la deformación de las capas con pliegues métricos angulares muy estrechos y

disarmónicos no permite hacer una medición del espesor real de la sección estratigráfica que constituye a la Formación Madrid (Figura 2). En sucesión ascendente aparece yeso y caliza con rudistas, con capas gruesas a muy gruesas y 70 m de espesor estimado, a las que se les ha denominado de manera informal como formación Morenas (Aguayo, 1983). Estos estratos subyacen en discordancia paralela a arenisca de grano medio, con conglomerado intercalado, que corresponden a la Formación Cerro de la Vieja, del Cretácico Superior, con más de 150 m de espesor. La actitud estructural general del rumbo de las capas es NW-



Figura 2. Capas delgadas de caliza que forman pliegues angulares métricos. Persona de escala 1.60 m de altura.

SE y echado sub-vertical variable, dispuestos en un pliegue anticlinal de 10 km de longitud y 3 km de amplitud, con su eje orientado NW35°SE.

La descripción litoestratigráfica a detalle en donde aparece el ammonites, objeto de este trabajo, está formado por caliza *mudstone* y *wackestone* de radiolarios, foraminíferos planctónicos (*Favusella hedbergellaeformis*) y calciesferúlidos (*Calcisphaerula innominata*), entre otros microfósiles, pero estas capas presentan numerosas laminaciones de *wackestone* y *packstone* que concentran fósiles bentónicos (*Nezzazata* sp., *Rumanoloculina* sp., fragmentos de moluscos, algas, etc.). Estas laminaciones de microfósiles, del orden de centímetros de espesor, se observan en repeticiones cíclicas que pasan de grano grueso en la base, a grano fino en la cima, continúan con estratificación cruzada y terminan con estructuras de flama y laminación paralela de lutita con los microfósiles planctónicos descritos anteriormente y estas sucesiones en conjunto, se equiparan con secuencias de tipo Bouma (Figura 3). Entre los estratos de caliza hay capas laminares de marga, con espesor delgado y en la caliza hay lentes de pedernal negro, también están presentes fragmentos de tallos carbonizados, varias impresiones de ammonites se observan embebidas en la roca, pero su recuperación es difícil de obtener y el estado de conservación varía de regular a mala. En general las rocas descritas tienen color gris medio a gris oscuro. La descripción taxonómica de los microfósiles bentónicos y planctónicos, así como el análisis de las microfácies de esta unidad lítica en la localidad estudiada, son elementos de un estudio en preparación que salen de los alcances del presente trabajo.

3. Métodos

El ammonites está conservado en forma de molde externo. Debido a ello a partir del molde externo natural

con material de impresión odontológica, empleando silicona de condensación de la marca Optosil, se realizaron varios moldes internos del que se seleccionó el mejor (Figura 4C).

4. Paleontología sistemática

Familia Brancoceratidae Spath, 1934
Subfamilia Mortoniceratinae Douvillé, 1912

Género *Mortoniceras* Meek, 1876

Mortoniceras? sp.
Figuras 4 y 5

Material. El ejemplar está conservado en una caliza mayoritariamente en forma de molde externo. La zona más próxima a la apertura se conserva en forma de molde interno y la concha ha sido parcialmente recristalizada a calcita en dicha parte (Figura 5). El ejemplar estudiado y su molde se hallan depositados en el Museo María del Carmen Perrilliat, Colección Nacional de Paleontología, en el Instituto de Geología de la UNAM (=Universidad Nacional Autónoma de México) en la Ciudad de México, México con el número IGM (=Instituto Geológico de México) IGM 11405.

Descripción. Concha de pequeño tamaño con un diámetro máximo de 37.28 mm. Flancos aplanados con la región ventral apenas visible pero también aplanada confiriéndole esto un borde ventrolateral anguloso. Ammonite evolutivo con una ornamentación constituida por costillas robustas, rectilíneas y ligeramente retroversas. Hacia la apertura de la concha dichas costillas se tornan ligeramente flexuosas. Se pueden reconocer patrones de costillas que se agrupan de dos en dos en forma de V estando su zona de unión en la parte inferior del flanco. En todas las costillas visibles se observa que el grosor de las mismas no varía en todo el flanco. Es posible apreciar la presencia de tubérculos umbilicales y ventrolaterales muy incipientes. Los tubérculos ventrolaterales se manifiestan como leves ensanchamientos de las costillas en dicha posición. Los tubérculos umbilicales son únicamente apreciables en el molde interno natural donde la concha ha sido parcialmente recristalizada a calcita.

Discusión. La identificación de este ammonites es problemática debido a la mala conservación del ejemplar ya que apenas conserva la región ventral. Ello nos ha llevado a comparar el ammonite aquí estudiado con varios géneros del Albiano tardío que muestran claras similitudes morfológicas. Debido a la existencia de un reporte en el Albiano de Colima de *Hysterocheras* sp., se comparó este género con el ejemplar colectado. Nuestro ejemplar no puede ser atribuido a dicho género debido a que las costillas no se ensanchan hacia el tercio superior del flanco tal como suele suceder con la mayoría de las especies del género *Hysterocheras* (e.g. Förster, 1975, lám. 11, fig. 5; Renz, 1982, lám. 11, fig. 6; Lehmann *et al.*, 2007, fig. 111; Lopez-Horgue *et al.*, 2009,

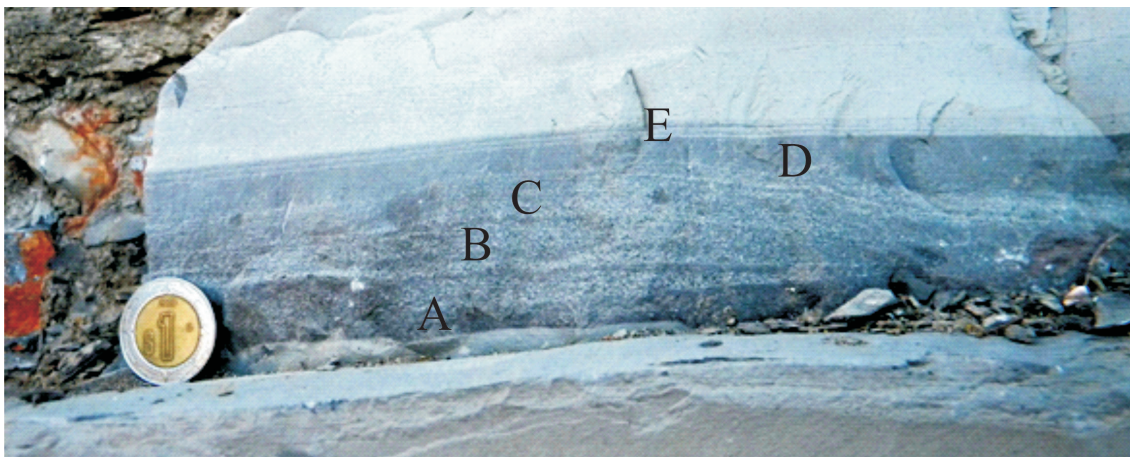


Figura 3. Sucesión Bouma (A-E) en caliza, con grano grueso *packstone* de bentónicos en la base, grano-decrece a *packstone* de grano fino en la cima y pasa a estratificación laminar cruzada, con rizaduras, culmina con lodo calcáreo *wackestone* de planctónicos. Escala moneda de 2 cm de diámetro.

fig. 7J y L; Gale *et al.*, 2011, figs. 17D y K; Tajika *et al.*, 2017, figs. 7S, T, AJ). A lo anterior se suma que la mayoría de las especies de *Hysterocheras* muestran costillas bastante flexuosas (*e.g.* Braga *et al.*, 1982, lám. 2, figs. 4–5 y 8; Renz, 1982, lám. 11, figs. 6–11; Lopez-Horgue *et al.*, 2009, fig. 6E; Gale *et al.*, 2011, fig. 17I) mientras que en el ejemplar aquí estudiado dominan las costillas rectilíneas y, además, el ammonites aquí estudiado presenta tubérculos umbilicales y ventrolaterales incipientes que no están presentes en el género *Hysterocheras*. El género *Prohysterocheras* puede ser descartado también porque sus costillas se ensanchan en el tercio superior del flanco (*e.g.* Förster, 1975, lám. 15, fig. 1a) y su ausencia de tubérculos. El género *Cantabrigites* difiere del ammonites de Colima al poseer bullas y tubérculos bien desarrollados en el flanco a tamaño similar al ammonites aquí estudiado junto con una costulación que suele ser bastante flexuosa, aunque en algunas especies es bastante rectilínea (*e.g.* Kennedy, 2004, figs. 7A–E, figs. 10A–R, figs. 12A–W; Tajika *et al.*, 2017, figs. 7AG y AL). En cambio, el género *Mortoniceras* es el que muestra más similitudes con el ammonites de Colima. A tamaños similares posee una ornamentación bastante rectilínea y retroversa (Kennedy *et al.*, 1999, figs. 4, 3 y 4) con tubérculos umbilicales y ventrolaterales incipientes. A un tamaño algo mayor estas características siguen estando presentes, pero empiezan a aparecer los tubérculos y bullas bien desarrolladas que caracterizan los estadios ontogenéticos de los subadultos y adultos del género *Mortoniceras* (Kennedy *et al.*, 1998, fig. 15F). En la literatura se pueden encontrar más ejemplos de ammonites juveniles del género *Mortoniceras* que muestran las mismas características del ejemplar de Colima: costillas robustas, rectilíneas y ligeramente retroversas (Gale *et al.*, 2011, figs. 17 H y O y fig. 28 E; Benzaggagh *et al.*, 2017, fig. 11D1, fig. 12I1) y en algunos de ellos es posible también apreciar patrones de las costillas en forma de V. La familia Brancoceratidae tiene una amplia distribución en México (Böse, 1910; Burckhardt, 1930; Young, 1972, 1984; Monod *et al.*, 2000) a lo que se suma el presente reporte.

La subfamilia Mortoniceratinae es cosmopolita, con una amplia distribución en el mar Tethysiano, Boreal y Pacífico.

Implicaciones paleogeográficas. La litología vinculada con el conjunto fosilífero permite interpretar que el ambiente de depósito corresponde a una facies de cuenca carbonatada, con aporte de material detrítico fino que está formado por litoclastos y organismos bentónicos, como flujos de turbiditas, derivados de la margen de una plataforma de ambiente lagunar carbonatado, depositado durante el Albiano tardío. La distribución de cuencas, plataformas marinas y tierras emergidas durante el Albiano en México se ha mostrado de forma general (Goldhammer y Johnson, 2001). En este intervalo estratigráfico hay variaciones significativas que revelan transgresiones y regresiones, discordancias y ahogamiento de las plataformas, que han sido esbozadas en trabajos previos para algunas regiones de México (Eguiluz, 2000; Goldhammer y Johnson, 2001). Al inicio del Albiano temprano ocurrió una gran transgresión sobre varios bloques paleogeográficos altos que existieron previamente como áreas insulares, en estos bloques inicialmente se instalaron plataformas lagunares restringidas, pero al final de este tiempo las plataformas lagunares extendieron su amplitud al progradar su periferia hacia la facies de cuenca. En el Albiano medio ocurrió un pulso regresivo en el norte de México, con depósito predominante de arcilla y carbonato que ahogaron los desarrollos lagunares y dieron paso a facies de plataformas en rampa abierta y cuenca, pero no documentado con claridad en otras regiones del país. En el Albiano tardío facies de cuenca cubrieron gran parte de México, varias plataformas lagunares calcáreas continuaron su crecimiento en agradación (plataformas de Coahuila, Valles-San Luis, Córdoba, Chiapas, etc.), mientras que otras regiones emergieron (noroeste de México). Para el área de Colima la integración litológica y paleontológica realizada en este trabajo permite mejorar la distribución general de plataformas y cuencas marinas durante el Albiano tardío en México (Figura 6).

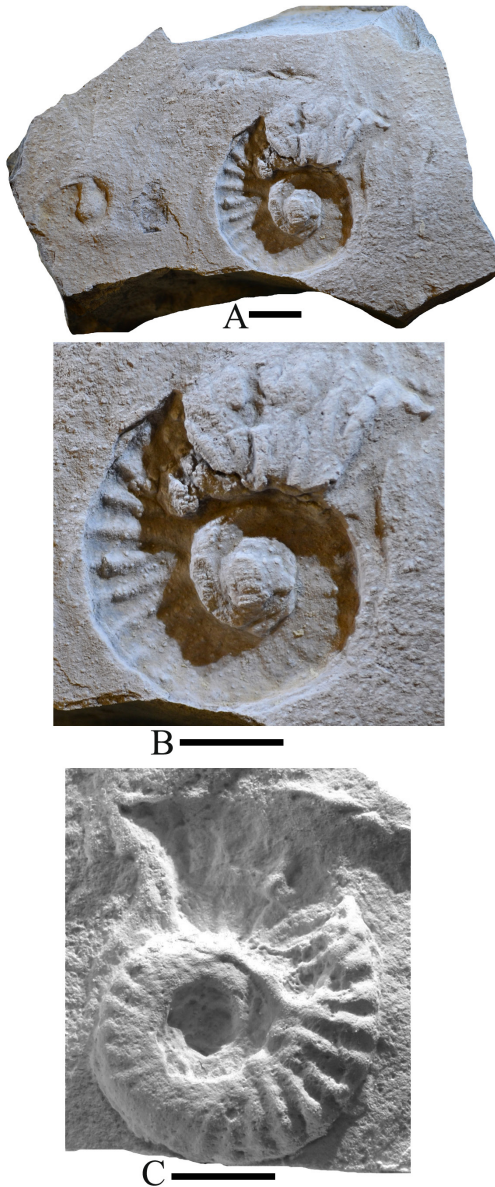


Figura 4. A: Vista general del amonites blanqueado, *Mortoniceras?* sp., B: Ampliación blanqueada, C: Molde interno realizado con material de impresión odontológica. Ejemplar IGM 11405, la escala gráfica corresponde a un centímetro.

5. Conclusiones

Este trabajo hace la descripción morfológica de un ejemplar de amonites identificado como *Mortoniceras?* sp., hallado en capas de caliza de la Formación Madrid en Colima. El estado de conservación del ejemplar limita identificar su especie, pero adiciona información a la bioestratigrafía de México. La litología de la Formación Madrid está constituida mayormente por caliza, pedernal y marga, contiene los microfósiles *Favusella hedbergellaformis*, *Calcisphaerulla innominata* y radiolarios, que sugieren un depósito en cuenca relativamente profunda. De forma simultánea, la cuenca

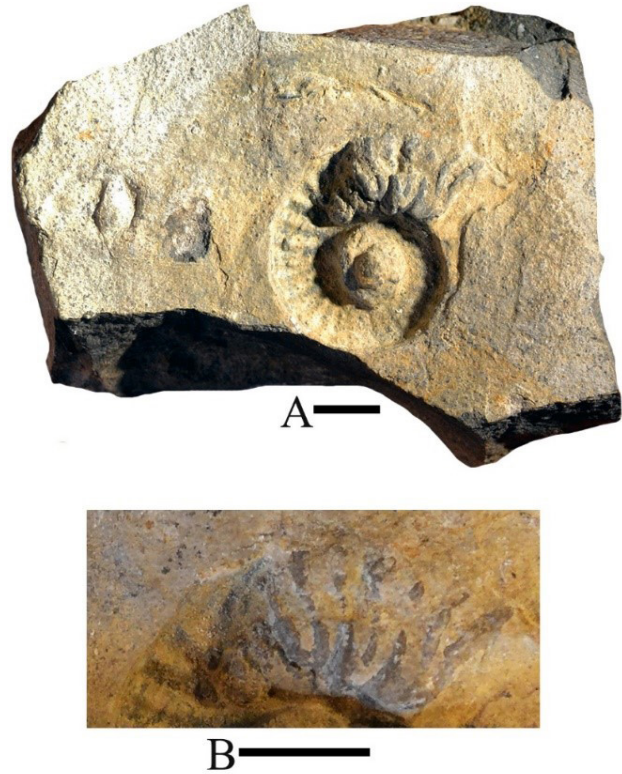


Figura 5. A: Vista general del amonites *Mortoniceras?* sp. sin blanquear donde se aprecia la recrystalización en calcita de la concha en la zona próxima a la apertura. B: Ampliación, sin blanquear, de la zona del amonites con la concha recrystalizada. Ejemplar IGM 11405, la escala gráfica corresponde a un centímetro.

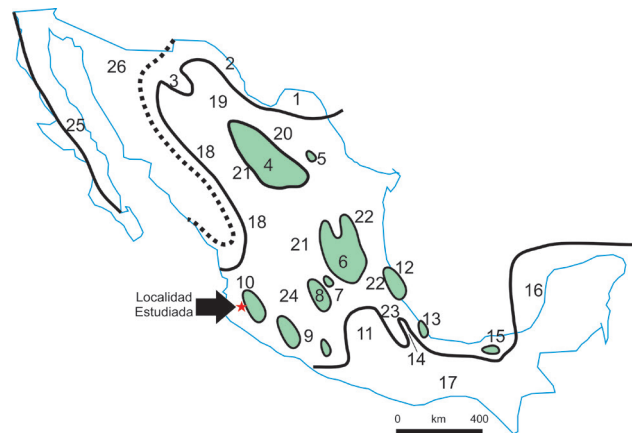


Figura 6. Distribución geográfica de facies para el Albiano tardío en México. Plataformas: 1 Maverick, 2 Texas, 3 Aldama, 4 Coahuila, 5 Monclova, 6 Valles-San Luis Potosí, 7 Banco El Doctor, 8 Actopan, 9 Arteaga, 10 Tuxpan (Jalisco), 11 Cuautla-Morelos, 12 Faja de Oro, 13 Nácar. 14 Córdoba, 15 Artesa-Mundo Nuevo, 16 Yucatán y 17 Chiapas. Cuencas: 18 Mezcalera-Arperos, 19 Chihuahua, 20 Sabinas, 21 Centro de México, 22 Tampico-Misantla y 23 Tecamachalco. Arcos volcano-sedimentarios: 24 Colima-Huetamo-Arcelia y 25 Alisitos. Facies continentales: 26 Bavispe-Cabullona. La región central y occidente de México son tectónicamente complejos, a diferencia de la región oriente con deformación moderada. Los bloques Chortis y California están desplazados de su posición original para el Albiano tardío (Eguiluz, 2000, modificado en este trabajo). Línea llena como límite entre las plataformas y cuencas, línea punteada como borde de la facies continental.

recibió detritus de organismos bentónicos (*Nezzazata* sp., *Rumanolocolina* sp.) y fragmentos de moluscos, algas y plantas proveniente de una facies lagunar, depositados en una sucesión turbidítica carbonatada. La confrontación de edad del género *Mortonicerias?* sp., con respecto a la microfauna bentónica y planctónica, son congruentes para asignar una edad Albiano tardío a la sucesión estratigráfica reportada en este trabajo. La integración de datos bioestratigráficos permite hacer una distribución geográfica más apropiada de las facies sedimentarias para el Albiano tardío en México mediante estos nuevos datos generados en el estado de Colima.

Agradecimientos

Se agradece a la Dra. Rosa María Prol Ledesma el apoyo otorgado para el uso de microscopio petrográfico. A los revisores de este trabajo M. Sc. Rafel Matamales Andreu, Dr. Miguel Company Sempere y al Ing. Javier Arellano Gil, por sus apropiadas sugerencias para mejorar lo aquí expuesto. También agradecemos el trabajo editorial de Sandra Ramos Amezcuita.

Referencias

- Aguayo, C.J.E., 1983, Integración y Análisis de la Información Geológico - Geofísica de la Cuenca Colima-Jalisco, proyecto C-114, I.M.P., 37 pp. (inédito).
- Aguilera, J.G., Ordoñez, E., Buelna, R.J., 1897, Bosquejo Geológico de México: Boletín del Instituto geológico de México, 4-6, 35 pp.
- Alencáster, G., 1986, Nuevo rudista (Bivalvia-Hippuritacea) del Cretácico Inferior de Pihuamo, Jalisco: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 47(1), 47-61.
- Alencáster, G., Pantoja-Alor, J., 1986, *Coalcomana ramosa* (Bivalvia-Hippuritacea) del Albiano Temprano del Cerro de Tuxpan, Jalisco: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 47(1), 33-46.
- Alencáster, G., Pantoja-Alor, J., 1996, New early Aptian rudists (Bivalvia-Hippuritacea) from the Huetao Area in southwestern Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 12(2), 123-133.
- Angermann, E., 1907, Notas geológicas sobre el Cretácico en el Estado de Colima: Parergones del Instituto Geológico de México, 2(1), 29-35.
- Ayala-Castañares, A., 1960, *Orbitolina morelensis* sp. nov. de la Formación Morelos del Cretácico Inferior (Albiano) en la Región de Huetao, Michoacán México: Paleontología Mexicana, 6, 1-16.
- Banda, R., 1880, Notas geológicas sobre el Estado de Colima: Minero Mexicano 7, núm. 7, (Avec notes sur les fossiles par A. del Castillo), 1-80.
- Benzaggagh, M., Latil, J.-L., Oumhamed, M., Ferré, B., 2017, Stratigraphic succession (Albian to lower? Cenomanian) and upper Albian ammonites and biozones from the Talerhza Basin (South Rifian Ridges, northern Morocco): Cretaceous Research, 73, 71-90.
- Boehm, G., 1898, Über Caprinidenkalke aus Mexico: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 50, 323-332.
- Böse, E., 1910, Nuevos datos para la estratigrafía del Cretácico en México: Parergones Instituto Geológico de México 3(5), 257-280.
- Braga, J.C., Company, M., García-Hernández, M., Linares, A., Rivas, P., Sandoval, J., 1982, El Albense superior en el sector de Huescar (Provincia de Granada, Cordilleras Béticas): Cuadernos de Geología Ibérica, 8, 703-720.
- Buitrón, B., 1973, Equinoides del Cretácico medio de Colima: Paleontología Mexicana, 36, 21-29.
- Buitrón, B., 1986, Gasterópodos del Cretácico (Aptiano tardío-Albiano temprano) del Cerro de Tuxpan, Jalisco: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 47(1), 17-31.
- Buitrón, B., López-Tinajero, Y., 1996, Mollusk gastropods in a Lower Cretaceous rudist bearing formation of Jalisco west central Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 12(2), 157-168.
- Buitrón-Sánchez, B.E., Gómez-Espinosa, C., 2003, Cretaceous (Aptian-Cenomanian) Gastropods of Mexico and their biogeographic implications, en Bartolini, C., Buffer, R.T., Blickwede (eds.), The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics: AAPG Memoir 79, 403-408.
- Buitrón, B.E., Rivera-Carranco, E., 1985, Nerineidos (Gastropoda-Nerineidae) cretácicos de la Región de Huetao-San Lucas, Michoacán: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 46, 65-85.
- Burckhardt, C., 1930, Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain: Mémoires de la Société Paléontologique Suisse, 50, 1-280.
- Corona-Esquivel, R., Alencáster, G., 1996, Rudists from Peña Colorada and La Minita sulfide deposit, States of Colima and Michoacán, SW Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 12(2), 185-190.
- Corona-Esquivel, R., Henríquez, F., 2004, Modelo magmático del yacimiento de hierro Peña Colorada, Colima, y su relación con la exploración de otros yacimientos de hierro en México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 113, 97 pp.
- Cotteau, G.H., 1890, Note sur quelques Échinides du terrain Crétacé du Mexique: Bulletin de la Société Géologique de France, 3e ser. 18(4), 292-299.
- Cserna, Z. de, Palacios Nieto, M., Pantoja-Alor, J., 1978, Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el Noroeste de Guerrero y en áreas colindantes de México y Michoacán: Revista del Instituto de Geología, 2, 8-18.
- Cuevas González, M. del C., 1982, Estudio bioestratigráfico del Cretácico Medio en un área de la Cuenca Colima-Jalisco: Revista Ingeniería Petrolera, 22(12), 5-20.
- Douvillé, H., 1900, Sur quelques rudistes américains: Bulletin de la Société Géologique de France, 28(3), 205-221.
- Douvillé, H., 1912, Évolution et classification des Pulchelliidés: Bulletin de la Société géologique de France, (4)11(1911), 285-320.
- Eguiluz, A.S., 2000, Facies del Albiano en el Norte de México, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuarta reunión sobre la geología del noreste de México y áreas adyacentes, Hermosillo, Sonora, Resúmenes, 29-30.
- Förster, R., 1975, Die geologische Entwicklung von Süd-Mozambique seit der Unterkreide und die Ammoniten-Fauna von Unterkreide und Cenoman: Geologisches Jahrbuch, B 12, 3-324.
- Gale, A.S., Bown, P., Caron, M., Crampton, J., Crowhurst, S.J., Kennedy, W.J., Petrizzo, M.R., Wray, D.S., 2011, The uppermost Middle and Upper Albian succession at the Col de Palluel, Hautes-Alpes, France: An integrated study (ammonites, inoceramid bivalves, planktonic foraminifera, nannofossils, geochemistry, stable oxygen and carbon isotopes, cyclostratigraphy): Cretaceous Research, 32, 59-130.
- Gamper, M., 1969, Estudio estadístico de una población de *Orbitolina*, Jalisco, México: México, Facultad de Ciencias UNAM, Tesis profesional, 72 pp. (Inédita).
- García-Barrera, P., Pantoja-Alor, J., 1991, Equinoides del Albiano tardío de la Formación Mal Paso, región de Chumbitaro. Estados de Guerrero y Michoacán: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, 4, 23-41.
- Goldhammer, R.K., Johnson, C.A., 2001, Middle Jurassic-Upper Cretaceous paleogeographic evolution and sequence-stratigraphic framework of the northwest Gulf of Mexico rim, en Bartolini, C., Buffer, R.T., Cantu-Chapa, A., (eds.), The western Gulf of Mexico Basin: Tectonics, sedimentary basins, and petroleum systems: Tulsa, Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists, Memoir, 75, 45-81.
- Harris, G.D., Hodson, F., 1922, The rudistids of Trinidad: Paleontographica Americana, 1, 119-162.

- Kennedy, W.J., 2004, Ammonites from the Pawpaw Shale (Upper Albian) in northeast Texas: *Cretaceous Research*, 25, 865–905.
- Kennedy, W.J., Cobban, W.A., Gale, A.S., Hancock, J.M., Landman, N.H., 1998, Ammonites from the Weno Limestone (Albian) in Northeast Texas: *American Museum Novitates*, 46, 1–46.
- Kennedy, W.J., Gale, A.S., Hancock, J.M., Crampton, J.S., Cobban, W.A., 1999, Ammonites and inoceramid bivalves from close to the Middle-Upper Albian boundary around Fort Worth, Texas: *Journal of Paleontology*, 73(6), 1101–1125.
- Lehmann, J., Friedrich, O., Luppold, F.W., Weiß, W., Erbacher, J., 2007, Ammonites and associated macrofauna from around the Middle/Upper Albian boundary of the Hannover-Lahe core, northern Germany: *Cretaceous Research*, 28, 719–742.
- Longoria, J.F., 1977, El límite Cretácico Inferior–Cretácico Superior en México basado en los foraminíferos planctónicos: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, 1(1), 5–9.
- Lopez-Horgue, M.A., Owen, H.G., Aranburu, A., Fernandez-Mendiola, P.A., Garcia-Mondéjar, J., 2009, Early late Albian (Cretaceous) of the central region of the Basque-Cantabrian Basin, northern Spain: biostratigraphy based on ammonites and orbitolinids: *Cretaceous Research*, 30, 385–400.
- Meek, F.B., 1876, A report on the invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the Upper Missouri Country, *en* Hayden, F.V. (ed.), Report of the United States Geological and Geographical Survey of the Territories, 9, LXIV + 629 pp.
- Meza, J., 1980, El género *Orbitolina* en México y su distribución estratigráfica: *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 12(3), 4–33.
- Monod, O., Busnardo, R., Guerrero-Suastegui, M., 2000, Late Albian ammonites from the carbonate cover of the Teloloapan arc volcanic rocks (Guerrero State, Mexico): *Journal of South American Earth Sciences*, 13, 377–388.
- Omaña, L., 2004, Estudio micropaleontológico de una sección colectada en la Sierra de Manantlán, Colima: México, Instituto de Geología, UNAM, Informe Técnico, 9 pp.
- Omaña, L., Pantoja-Alor, J., 1998, Early Aptian benthic foraminifera from the El Cajón Formation, Huetamo, Michoacán, SW Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15(1), 64–72.
- Omaña, L., Centeno-García, E., Buitrón-Sánchez, B.E., 2012, Comunidades bentónicas de plataformas del Cretácico asociadas a arcos magmáticos en la parte occidental de México: *Paleontología Mexicana*, 62, 121–132.
- Ontiveros-Tarango, G., 1973, Estudio estratigráfico de la porción occidental de la Cuenca Morelos-Guerrero: *Revista de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, 25(4–6), 190–234.
- Pano, A.A., 1975, Informe Geológico Prospecto Pihuamo, Michoacán, *Petróleos Mexicanos IGPR-124*, 58 pp. (inédito).
- Pantoja-Alor, J., 1959, Estudio geológico de reconocimiento de la región de Huetamo, Estado de Michoacán: Consejo de Recursos Naturales no Renovables (México), 50, 1–36.
- Parga, A., 1977, Informe geológico prospecto Tecomán, Colima, *Petróleos Mexicanos IGPR 144*, 42 pp. (inédito).
- Pimentel, R.A., 1980, Prospecto Soyatlán de Adentro, *Petróleos Mexicanos, IGPR-191*, 65 pp. (inédito).
- Renz, O., 1982, The Cretaceous ammonites of Venezuela. Birkhäuser Verlag Editions Maraven, Caracas. 132 pp.
- Rodríguez F.D., 1980, Informe geológico prospecto Tecalitlán, *Petróleos Mexicanos IGPR*, 237 pp. (inédito).
- Rosales-Franco, E., Rodríguez-Lara, V., 2008, Carta Geológico Minera Colima, E13-B44, escala 1:50000, Secretaría de Economía, Servicio Geológico Mexicano, 1–80.
- Spath, L.F., 1934, A monograph of the Ammonoidea of the Gault, Part 11: *Palaeontographical Society [London] Monograph*, 443–496.
- Tajika, A., Kürsteiner, P., Pictet, A., Lehmann, J., Tschanz, K., Jattiot, R., Klug, C., 2017, Cephalopod associations and palaeoecology of the Cretaceous (Barremian–Cenomanian) succession of the Alpstein, northeastern Switzerland: *Cretaceous Research*, 70, 15–54.
- Urquiza, M., 1882, Exploración del Distrito de Coalcomán, Estado de Michoacán: *Anales Ministerio de Fomento*, 7, 195–216.
- Young, K., 1972, Cretaceous paleogeography: Implications of endemic ammonite faunas paperback: Bureau of Economic Geology geologic circular 72–2, 13 pp.
- Young, K., 1984, Biogeography and stratigraphy of selected Middle Cretaceous rudists of Southwestern North America, *en* Perrillat, M.C. (ed.), *Memoria del III Congreso Latinoamericano de Paleontología: México*, 341–360.

Manuscrito recibido: Octubre 25, 2019.

Manuscrito corregido recibido: Noviembre 30, 2019.

Manuscrito aceptado: Diciembre 2, 2019.