

UN NUEVO PERFIL DEL LADINIANO-CÁRNICO INFERIOR CON FAUNA DE AMONOIDEOS EN LA BALLENA, ZACATECAS, MÉXICO

María Eugenia Gómez-Luna*, Esteban Cedillo-Pardo*,
Beatriz Contreras y Montero*, Ismael Gallo-Padilla* y
Ángel Martínez-Cortés*

RESUMEN

En la localidad de La Ballena aflora una secuencia turbidítica de edad triásica, compuesta de arenisca, arenisca conglomerática, limolita y lutita. En esta secuencia fueron descubiertos dos horizontes fosilíferos con amonoides biocronológicamente importantes, regularmente preservados, condición que no permitió la determinación de los ejemplares hasta el nivel específico. En el primer horizonte fosilífero, se encontró una asociación de especímenes identificados como *Meginoceras* sp. y *Clionitites* sp. El primero de estos géneros es característico de las zonas Meginae y Maclearni del Ladiniano (Triásico Medio) de Columbia Británica en Canadá; en esa misma localidad, en la Zona Maclearni se observa una asociación similar a la encontrada en La Ballena. La edad del primer horizonte fosilífero queda restringida por *Meginoceras* sp., cuya distribución se limita a la parte superior del Ladiniano. Este dato constituye un aporte al conocimiento paleontológico y geológico del Triásico marino de México. El otro horizonte fosilífero, en posición estratigráfica más alta que el primero, contiene solamente especímenes de *Clionitites* sp., semejantes a especies características de la Zona Desatoyense del Carnico inferior (Triásico Superior) de Nevada, Columbia Británica, y de la Zona Aonoides del Tethys; su presencia permite asignar una edad probable del Carnico temprano para la parte superior de la secuencia.

La edad de la secuencia del Triásico, en la localidad La Ballena, corresponde a la parte alta del Ladiniano y probable Carnico temprano, y es congruente con un periodo de sedimentación marina contemporáneo al levantamiento y erosión que preceden al magmatismo del arco Triásico Superior-Jurásico Inferior.

Palabras clave: Triásico, formación La Ballena, Amonoides, *Meginoceras* sp., *Clionitites* sp.

ABSTRACT

At the locality of La Ballena, a Triassic turbiditic sequence crops out, composed of sandstone, conglomeratic sandstone, siltstone, and shale. During the present investigation, two horizons with ammonoids biochronologically important were recognized but, because of their regular preservation, it was possible to make only generic identifications. In the first horizon, an association of *Meginoceras* sp. and *Clionitites* sp. was found. The first genus is characteristic of the Ladinian (Middle Triassic) Meginae and Maclearni zones of British Columbia in Canada; in this locality in the Maclearni Zone, a similar association to that of La Ballena occurs. The age of the association is restricted by *Meginoceras* sp., whose stratigraphic distribution is limited to the upper part of the Ladinian.

Data from these ammonoids represent new information for the paleontological and geological knowledge of the marine Triassic in Mexico. The other fossiliferous horizon, located in higher stratigraphic position, contains only *Clionitites* sp. specimens, similar to species which characterize the Desatoyense Zone of the lower Carnian in Nevada and British Columbia, and is similar to those of the Aonoides Zone of the Tethys. Its presence allows to establish a probable early Carnian age for the upper part of the sequence.

The age of the Triassic sequence at La Ballena corresponds to the upper part of the Ladinian to the early Carnian, and is congruent with a marine sedimentation period coeval with uplift and erosion preceding the main stage of magmatism of the Upper Triassic-Lower Jurassic magmatic arc.

Key words: Triassic, La Ballena formation, Ammonoids, *Meginoceras* sp., *Clionitites* sp.

INTRODUCCIÓN

La evolución geológica del margen occidental de México a inicios del Mesozoico es poco conocida. Durante el Triásico, fueron depositadas en esta región secuencias marinas en Sono-

ra, Zacatecas y San Luis Potosí; continentales en Sonora, y volcánico-sedimentarias de ambiente marino en Baja California y Michoacán.

La secuencia triásica marina turbidítica La Ballena queda comprendida en el noreste del Terreno Sierra Madre y el límite septentrional del Terreno Guerrero, y tiene un papel muy importante en el conocimiento de la paleogeografía y la evolución tectónica del centro y sur de México durante el Triásico-Jurásico (Silva-Romo *et al.*, 1993; Centeno-García, 1997). Se encuentra expuesta en un área de afloramientos muy amplia—

*Colección Paleontológica IMP-PEP, Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección de Exploración y Producción, Eje Central Lázaro Cárdenas 152, Col. San Bartolo Atepehuacan, Delegación Gustavo A. Madero, 07730 D.F. Correo electrónico: megomez@www.imp.mx

20 km aproximadamente—(Gallo-Padilla *et al.*, 1993), con espesores variables y difíciles de medir debido al fuerte plegamiento. Diversas investigaciones se enfocaron al estudio de esta secuencia y de ellas han derivado algunos puntos de controversia relacionados con: (a) su origen, (b) edad precisa, (c) su posible dislocación y transporte tectónico. En relación con la edad de la secuencia, se observa que la información paleontológica disponible es muy limitada (Chávez-Aguirre, 1968; Silva-Romo, 1993; Gallo-Padilla *et al.*, 1993). Por otra parte, a pesar del potente espesor de la secuencia, Silva-Romo (1993) propone un espesor estructural mayor de 2,500 m; su contenido fósil es muy escaso, y en las ocasiones que se ha hecho referencia a los amonoides o a otros fósiles con los que se ha asignado la edad a la secuencia, éstos no fueron descritos ni ilustrados, tampoco fueron ubicados en una columna estratigráfica, con excepción de la publicación de Gallo-Padilla y colaboradores (1993).

El presente artículo trata fundamentalmente del estudio paleontológico de la fauna triásica de amonoides, encontrada en la localidad La Ballena, Estado de Zacatecas, de sus relaciones con la fauna similar que existe en otras partes del mundo, de los fundamentos que sirvieron de base para contribuir a establecer la edad de la secuencia para, a su vez, situar en tiempo importantes eventos ocurridos durante el Mesozoico.

Un valioso legado de conocimiento fue dejado por Emile Böse, a través de una ardua labor realizada a finales del siglo pasado y principios de éste; descubrió numerosos invertebrados fósiles del Jurásico y Cretácico y dio a conocer la estratigrafía y distribución de las facies de esas edades en varias regiones de México. En sus investigaciones, por mencionar algunas, de 1906, 1910, 1923 y 1927 se describe, compara e ilustra numerosas especies nuevas o no descritas con anterioridad, de amonoides, bivalvos y gasterópodos, y se encuentran las bases de la bioestratigrafía fundamentada en macrofósiles. Su obra es de consulta imprescindible para todos aquellos interesados en la paleontología y geología de nuestro país y ha trascendido sin menoscabo; baste ver cómo se continúa citando en investigaciones recientes.

LITOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS DE LA SECUENCIA TRIÁSICA DE LA BALLENA

La localidad La Ballena se encuentra ubicada al este y noreste del poblado del mismo nombre, en las coordenadas 101°41'58" W y 22°27'41" N (Figura 1). La secuencia triásica en este lugar fue referida originalmente como Formación Zacatecas (Hermoso-de la Torre, 1969); también se conoce con el nombre de formación La Ballena, denominación informal propuesta por Silva-Romo (1993) y Silva-Romo y colaboradores (1993). Dicha secuencia está conformada por turbidita, de composición madura, constituida por intercalaciones de arenisca, arenisca conglomerática, limolita y lutita (Figura 2), correspondientes principalmente a las facies "C" y "D" de la clasificación de Mutti y Ricci-Lucchi (1972). Las interpretaciones sedimen-

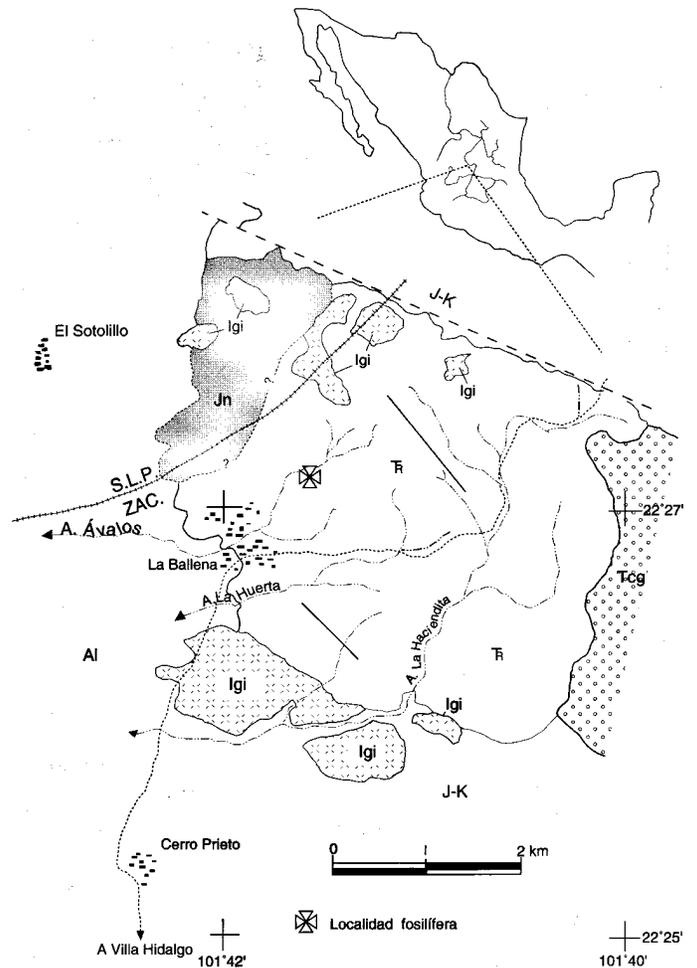


Figura 1. Ubicación de la localidad fosilífera de La Ballena, Zacatecas.

tológicas previas de esta secuencia consignan facies de abanico medio y externo (Silva-Romo, 1993). La secuencia se encuentra plegada, muestra metamorfismo regional de grado bajo y está afectada localmente por intrusiones terciarias que produjeron metamorfismo de contacto e hidrotermalismo; asimismo, es frecuente observar crucero de plano axial. A diferencia de la secuencia triásica del arroyo de La Pimienta en Zacatecas, aquí no fueron encontradas manifestaciones de vulcanismo contemporáneo a manera de lava intercalada, ni como partículas detríticas de origen volcánico (Cedillo-Pardo y Gallo-Padilla, 1992; Centeno-García, 1997).

La arenisca está compuesta por partículas angulosas a subredondeadas, predominando el cuarzo sobre las partículas líticas y feldespatos (Figuras 3 y 4a, b); el origen de los detritos, de acuerdo con Dickinson (1985), corresponde a una fuente de orógenos retrabajados (Silva-Romo, 1993; Gómez-Luna *et al.*, 1997). La ausencia de componentes volcánicos en la secuencia, permite situarla dentro de un periodo comprendido entre el cese del magmatismo del Pérmico-Triásico y precediendo o ligeramente contemporáneo con la formación del arco del Triásico Tardío-Jurásico Temprano (Gómez-Luna *et al.*, 1997) (Figura 5).

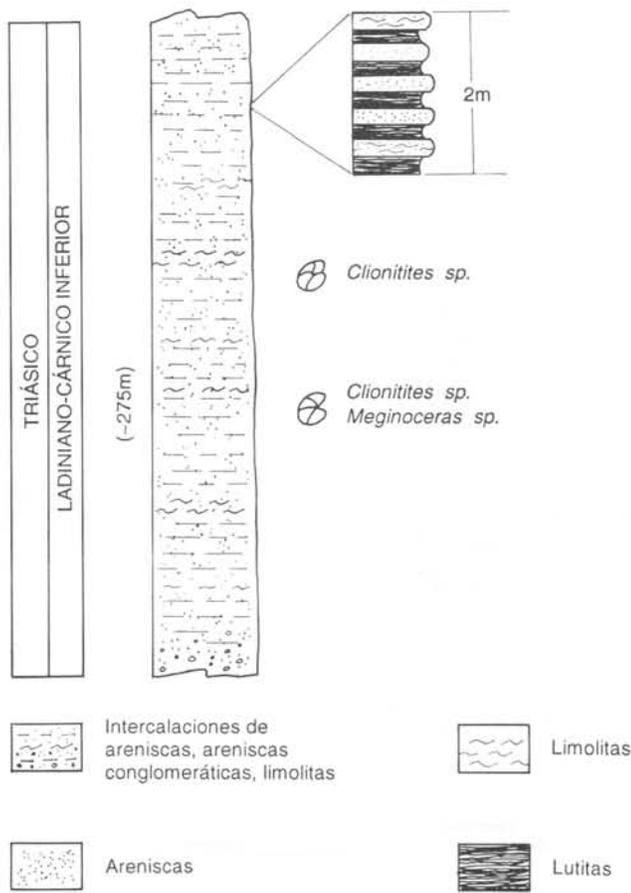


Figura 2. Columna esquemática de la secuencia triásica de La Ballena.

ESTUDIOS PALEONTOLÓGICOS PREVIOS

Se cuenta con escasas investigaciones paleontológicas de la fauna del Triásico de México; aquí se citará los artículos de esta índole, realizados en el Estado de Zacatecas y también en el de San Luis Potosí, porque existe afinidad litológica entre la secuencia La Ballena y las secuencias de ese último estado. Una de las localidades típicas del Triásico marino es la del Arroyo Pimienta o Calavera, en Zacatecas. Burckhardt y Scalia, en 1905, describieron la fauna del Triásico Superior de esta localidad y en 1906 la geología. Burckhardt (1930), además de presentar un re-



Figura 3. Procedencia de la arenisca de la secuencia triásica de La Ballena.

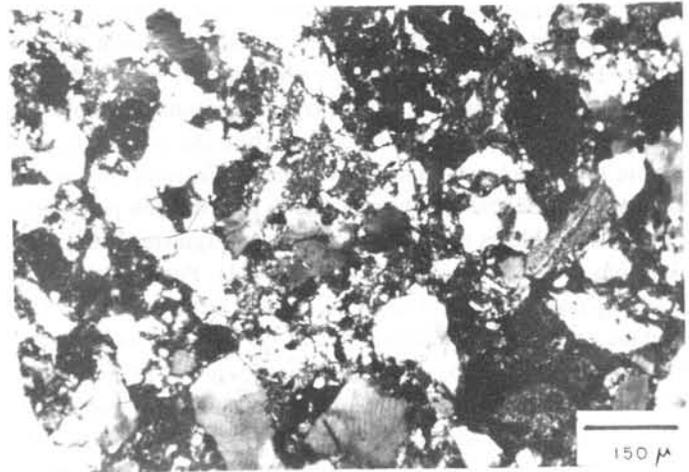


Figura 4. Petrografía; a, arenisca mal clasificada, compuesta predominantemente de partículas angulosas de cuarzo, nicoles cruzados; b, arenisca compuesta por partículas subangulosas a subredondeadas de cuarzo y menor cantidad de feldespato, nicoles cruzados.

sumen de la secuencia triásica que consiste en esquisto silíceo y arcilloso, alternando con arenisca probablemente tobácea y lutita intercalada con roca verde, enlistó la fauna triásica, integrada por numerosas especies de pecípodos de los géneros *Halobia*, *Palaeoneilo*, *Avicula*, *Cassianella* y los amonoideos *Trachyceras* (*Sirenites*) *smithi* Burckh., *T. (Protrachyceras) sp.*, "*Clionites*" sp., *Juvavites (Anatomites) mojsvari* Burckh. Con base en los amonoideos, asignó una edad del Cárnico temprano, subpiso Júlico (= Zona de *Trachyceras* Aonoides).

En la roca filítica del cerro Peñón Blanco, Zacatecas, Chávez-Aguirre (1968) encontró un ejemplar de amonoideo identificado como *Sirenites* sp. y asignó una edad triásica a las rocas de esa localidad; Cantú-Chapa (1969) identificó a un amonoideo del género *Juvavites* sp. procedente de una localidad situada 10 km al NW del poblado de Charcas, San Luis Potosí; Silva-Romo (1993) en el Arroyo La Huerta, Zacatecas, en una secuencia de tipo turbidítico que propuso denominar formación La Ballena, recolectó varios ejemplares de amonoideos del gé-

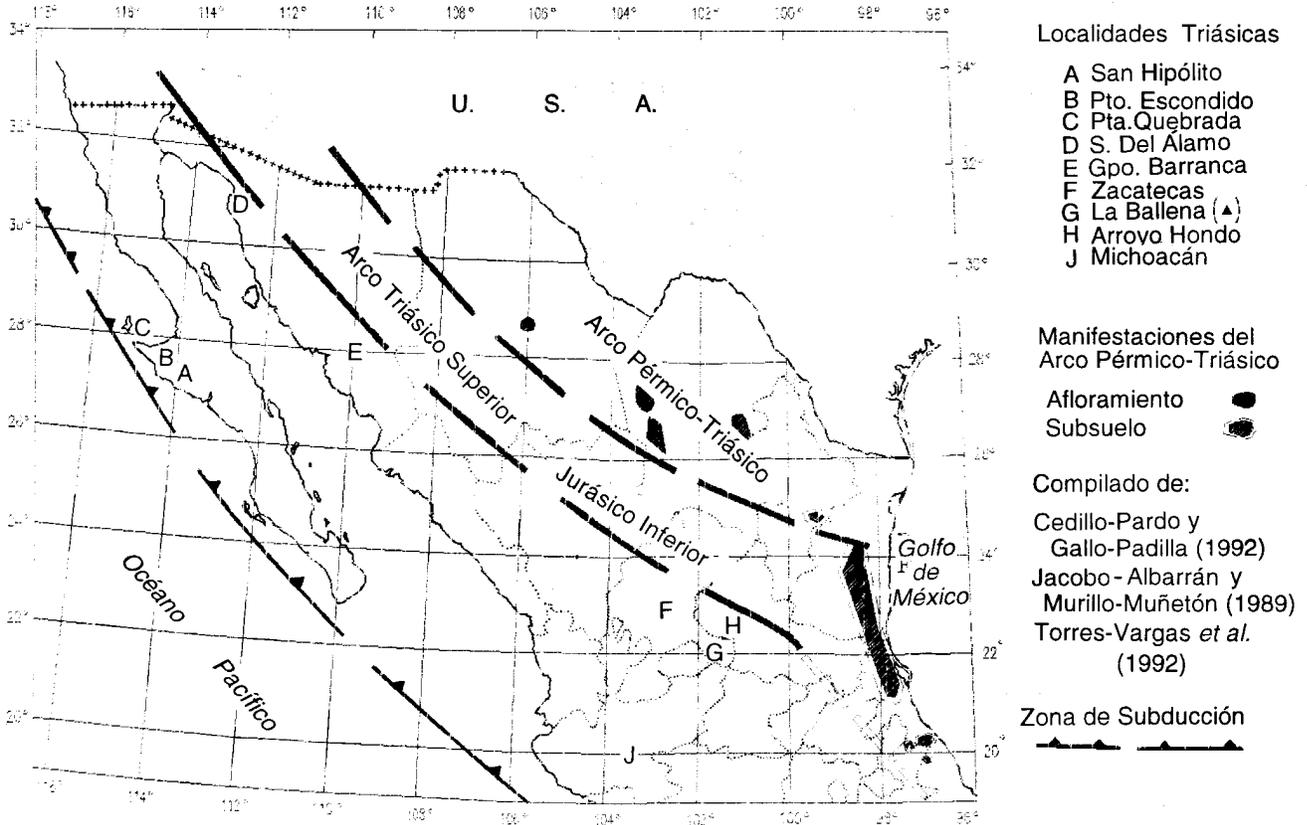


Figura 5. Posición relativa de las localidades triásicas respecto a la ubicación más probable de los arcos magmáticos del Pérmico-Triásico y Triásico Tardío-Jurásico Temprano.

nero "*Clionites*" sp. y asignó una edad del Triásico Tardío para las rocas que los contenían; en el Arroyo La Haciendita, Zacatecas, encontró moldes de pelecípodos probablemente de los géneros *Palaeoneilo* y *Halobia* y los consideró como una asociación típica del Triásico Tardío; Silva-Romo y colaboradores (1993) indicaron una edad triásica tardía (Cárnico) sin mencionar cuál fue la base de esa asignación, para la secuencia expuesta en la Sierra de Salinas (Peñón Blanco) que denominaron formación La Ballena; Gallo-Padilla y colaboradores (1993), por la presencia de un amonoideo de la Familia Beyrichitidae que encontraron en el Arroyo La Huerta, Zacatecas, consideraron que la edad de la secuencia que lo contenía pudiera corresponder al Triásico Medio. También al sudponiente de la población de Charcas, San Luis Potosí, en el Arroyo Hondo, estos autores encontraron un amonoideo que identificaron como *Anatomites* aff. *herbichii* Mojsisovics y varios moldes de protobelemnoideos característicos del Cárnico inferior. En 1992, el Ing. Cirilo Pérez, de PEMEX, envió al Instituto Mexicano del Petróleo (I.M.P.) varias impresiones de amonoideos procedentes de las inmediaciones del poblado La Ballena; el estudio de los mismos permitió asignarles una edad del Triásico Medio-Tardío? Las determinaciones que fueron realizadas están en un informe interno del I.M.P., y aparecieron erróneamente citadas en Tristán-González y Torres-Hernández (1994).

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

- Clase Cephalopoda
- Subclase Ammonoidea
- Orden Ceratitida
- Superfamilia Clydonitaceae Hyatt, 1877
- Familia Trachyceratidae Haug, 1894
- Subfamilia Arpaditinae Hyatt, 1900
- Género *Meginoceras* McLearn, 1930
- Especie tipo *Steinmannites (Meginoceras) meginiae* McLearn

***Meginoceras* sp.**
 (Figura 6a, b, c, d, e)

Descripción—Hay cinco ejemplares, algo deformados, todos conservados en forma de impresiones. Los especímenes TRIAS 3, 4 y 5 (Figura 6a, b, c) corresponden a impresiones de amonoideos casi completos. Los ejemplares son seminvolutos, el crecimiento de la vuelta es rápido, las dimensiones (D) diámetro total en mm; (A) altura de la vuelta y (O) diámetro del ombligo expresadas en porcentaje en relación con el diámetro total, de dos de los ejemplares, son las siguientes:

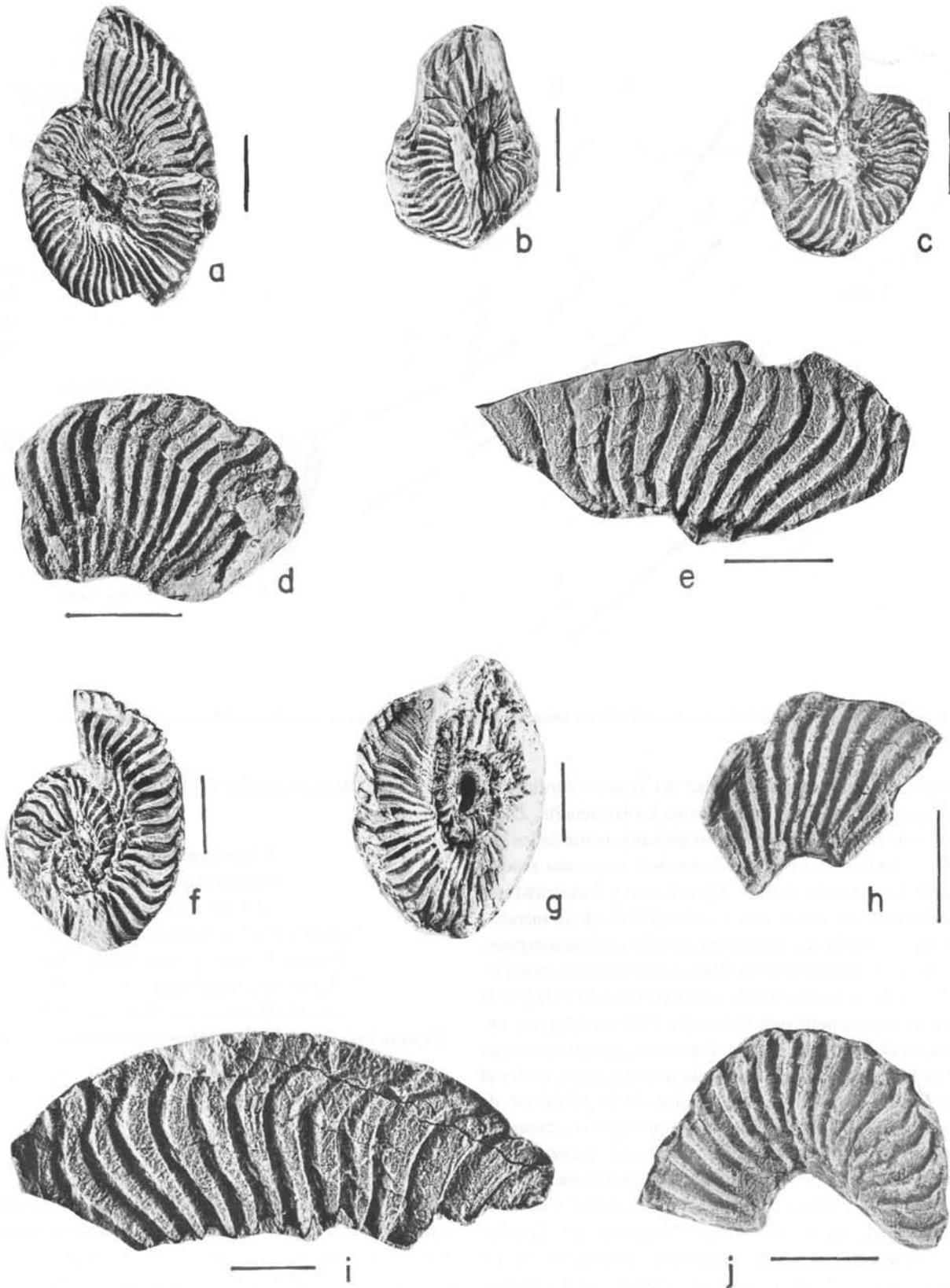


Figura 6. a, b, c, d, h., *Meginoceras* sp. Formación: La Ballena. Localidad: La Ballena, Zacatecas. Edad: parte alta del Ladiniano (Triásico Medio). f, g. *Clionitites* sp. Formación: *Ibid.* Localidad: *Ibid.* Edad: *Ibid.* e, i, j, *Clionitites* sp. Formación: *Ibid.* Localidad: *Ibid.* Edad: probable Carnico temprano. Escala de la barra = 1 cm.

Núm. de muestra	D	A	O
TRIAS 3	33	.48	.21
TRIAS 4	19	.21	.36

La ornamentación consiste en costillas finas, densas, en su mayoría simples y algunas bifurcadas en el borde umbilical, todas más delgadas que los espacios intercostales. En algunas ocasiones se observa un hinchamiento umbilical ligero; el recorrido de las costillas es ligeramente sinuoso, en el tercio externo se proyectan hacia adelante, y muestran un hinchamiento ligero sin llegar a constituir un tubérculo. Se observa que la vuelta externa es alta. No se conservó la parte ventral ni la sutura.

Los especímenes TRIAS-1 y TRIAS-2 (Figura 6d, e) corresponden a fragmentos de vuelta; la parte del flanco conservada en cada uno de ellos muestra ornamentación semejante a la de los especímenes descritos.

Observaciones—El tipo de enrollamiento, la morfología y las dimensiones de los especímenes coinciden con las del género *Meginoceras*; particularmente existe bastante semejanza con las especies *Meginoceras meginiae* (McLearn), *Meginoceras effervescens* Tozer de las zonas Meginae y Maclearni, respectivamente (Figura 7), del Ladiniano del noreste de Columbia Británica, hecho que permite la correlación con esas zonas. La determinación al nivel específico no es posible, porque no se observa la sutura ni el vientre, y ahí se aprecian características diagnósticas de las diferentes especies.

Edad—Parte alta del Ladiniano.

Familia Clionititidae (Arabu, 1932)

Genus *Clionitites* Strand, 1929

Especie tipo *Clionitites angulosus* Mojsisovics

Clionitites sp.

(Figuras 6f, g, h, i, j)

Descripción—Dos ejemplares (TRIAS 6 y 7) casi completos pero mal preservados, en forma de impresiones, corresponden a formas evolutas, con vueltas que crecen lentamente, ornamentadas con costillas aplanadas, anchas, simples falcoidales; en el tercio externo del flanco muestran una proyección fuerte hacia adelante y no desarrollan tubérculos. No se conservó la sutura ni el vientre. Los ejemplares TRIAS 8, 9 y 10 son impresiones de fragmentos de vueltas; la parte del flanco que se observa está ornamentada con costillas gruesas, aplanadas, falcoidales, separadas por espacios intercostales menos anchos que ellas; se observa que se ensanchan en el borde lateroventral, y forman nodos poco elevados.

Observaciones—Los ejemplares TRIAS 6 y 7 fueron encontrados en asociación con *Meginoceras* sp. En el Ladiniano Zona

SERIE	PISO	SUBPISO	ZONA
TRIÁSICO SUPERIOR	NÓRICO	S	Crickmayi Amoenum Cordilleranus
		M	Columbianus Rutherfordi
		I	Magnus Dawsoni Kerri
	CÁRNICO	S	Macrolobatus Welleri Dilleri
		I	Nanseni Obesum Desatoyense
			Sutherlandi Maclearni Meginae Poseidon Matutinum
TRIÁSICO MEDIO	ANISIANO	S	Chischa Deleeni
		M	Minor Hayesi Hagei
		I	Caurus Mulleri
TRIÁSICO INFERIOR	SPATHIANO		Subrobustus Pilaticus
	SMITHIANO		Tardus Romunderi Hedenstroemi
	DIENERIANO		Sverdrupi Candidus
	GRIES-BACHIANO		Strigatus Commune
		Boreale Concavum	

Figura 7. Biocronología para el Triásico basada en amonoideos propuesta por Tozer (1994).

Maclearni de Columbia Británica, se encuentra *Clionitites? venerabilis* Tozer; nuestros especímenes difieren de esta especie porque no presentan costillas ramificadas e intercaladas y éstas no llevan hinchamientos ligeramente bulados. Es muy posible que los especímenes correspondan a nuevas especies, pero el material fosilífero con el que se cuenta hasta ahora, no es suficiente para llegar a una determinación más precisa.

Los especímenes TRIAS 8, 9 y 10 son semejantes a la especie tipo del género *C. angulosus* Mojsisovics, en el tipo de costillaje grueso, en la concavidad hacia adelante que describen las costillas, en la presencia de nodos poco elevados; también se asemejan a las especies *C. reesidei* Johnston y *C. wheeleri* Johnston del Cárnico inferior de la Zona Desatoyense de Nevada y Columbia Británica (Figura 7). Anteriormente, Silva-Romo (1993), en el Arroyo La Huerta, localizado al sudeste del poblado La Ballena, encontró 10 ejemplares de amonoideos del género "*Clionites*", para los cuales refirió una edad de Triásico Tardío; las características descritas para esos especímenes difieren de las de los ejemplares estudiados, en la presencia de costillas intercaladas, la mayor densidad del costillaje y la ausencia de

nodos. En el arroyo de La Pimienta o Calavera, Zacatecas, fue mencionada la presencia de "*Clionites*" (Burckhardt y Scalia, 1906), pero el espécimen descrito se distingue de los nuestros por la presencia de cuatro series de tubérculos.

Edad—Probable Cárnico temprano.

CONSIDERACIONES SOBRE LA EDAD ASIGNADA A LA SECUENCIA

La siguiente información tiene como objetivo ubicar y relacionar los hallazgos de fósiles de La Ballena, en el contexto de la biocronología actual del Triásico, basada en la distribución de los amonoideos en localidades del Pacífico (oeste de América del Norte), del Tethys y el Ártico, para el Ladiniano y Cárnico, además de hacer referencia a la información que sirvió de base para la asignación de la edad de la secuencia.

LADINIANO

En México, no se había encontrado con anterioridad amonoideos característicos de este piso. La fauna de amonoideos del primer horizonte fosilífero de La Ballena, compuesta por representantes de los géneros *Meginoceras* y *Clionitites*, es semejante a la fauna de las Zonas Meginae y Maclearni, reconocidas originalmente por Tozer (1967) para el Ladiniano superior en el norte del río Liard, Boiler Canyon en el noreste de Columbia Británica, y confirmadas más tarde por Silberling y Tozer (1968) en el esquema zonal del Triásico marino de América del Norte. Formando parte de los amonoideos característicos de estas dos zonas, están presentes varias especies del género *Meginoceras*, a las que se asemejan los especímenes motivo de este estudio.

Tozer (1994), en la biocronología que establece para el Triásico, basada en la distribución de los amonoideos en Canadá, al hacer referencia al piso Ladiniano de Canadá, continuó reconociendo las zonas Meginae y Maclearni (Figura 7). Para la Zona Meginae, además, distinguió tres subzonas, a lo largo de las cuales se encuentra el género *Meginoceras*. En la subzona 1, *Meginoceras triviale* Tozer; en la subzona 2, *Meginoceras meginae*; y en la subzona 3, *Meginoceras tetsa* (McLearn). En la Zona Maclearni también distinguió tres subzonas; en la primera se encontró a *Meginoceras effervescens* Tozer; en la subzona 2, entre otros amonoideos, se observó *Clionitites? venerabilis* Tozer.

Los ejemplares de amonoideos procedentes del primer horizonte fosilífero de La Ballena, no obstante que han sido conservados sólo como impresiones, muestran características, que fueron señaladas anteriormente, semejantes a las de los géneros *Meginoceras* y *Clionitites*. El primero de estos géneros limita su distribución estratigráfica a la parte alta del Ladiniano; mientras que *Clionitites* aparece en la parte alta del Ladiniano y continúa presente en el Cárnico y Nórico; además, una asociación semejante a la encontrada en La Ballena, fue referida en la Zona Maclearni de Columbia Británica, que tiene elementos correlativos

en el Tethys (Tozer, 1981). Con base en toda esta información, se ha asignado a este primer horizonte fosilífero una edad de la parte superior del Ladiniano.

CÁRNICO

Los amonoideos del segundo horizonte fosilífero de La Ballena se asemejan a varios de los especímenes de "*Clionites*" de la antigua "Zona Joanites" de Johnston (1941), de la base del Cárnico, típicamente expuesta en el South Canyon en New Pass Range Nevada. Esta zona más tarde fue renombrada Zona Desatoyense del Cárnico inferior e introducida en el esquema de nomenclatura zonal de América del Norte presentado por Silberling y Tozer (1968). En el noroeste de Columbia Británica, en estratos correlacionables con la Zona Desatoyense (Tozer, 1994), se ha encontrado algunas especies de *Clionitites* con las que nuestros ejemplares también están relacionados. Por la naturaleza fragmentaria de los ejemplares de La Ballena, no es posible llegar a una asignación específica. No obstante, tomando en cuenta la semejanza de los amonoideos estudiados en el estilo del enrollamiento y el tipo de costillaje no tuberculado, con especies indicativas del Cárnico inferior (Zona Desatoyense), así como su posición estratigráfica arriba del primer horizonte con *Meginoceras* y *Clionitites*, del Ladiniano, esa parte de la secuencia puede ser asignada al Cárnico, probablemente Cárnico temprano.

Como se observa en la columna esquemática de La Ballena, se ha estimado un espesor de 275 m para la secuencia donde se ha encontrado los dos horizontes fosilíferos, cuya edad varía de la parte alta del Ladiniano al Cárnico temprano. Sin embargo, es posible que la edad de la secuencia Triásica de La Ballena sea más antigua (Anisiano?); existe información que sugiere esa posibilidad: la presencia de un ejemplar de la Familia Beyrichitidae (Gallo-Padilla *et al.*, 1993), probablemente del Triásico Medio, así como un grupo de amonoideos procedentes de las inmediaciones del poblado La Ballena, estudiados por personal del Instituto Mexicano del Petróleo, fechados como del Triásico Medio (Tristán-González y Torres-Hernández, 1994).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La presencia de *Meginoceras* sp. y *Clionitites* sp. permite establecer que el alcance de la edad de la secuencia triásica La Ballena va desde el Ladiniano tardío hasta el Cárnico (probable Cárnico temprano).
- Los amonoideos identificados como *Meginoceras* sp. y *Clionitites* sp., procedentes del primer horizonte fosilífero de la localidad La Ballena, tienen elementos correlativos en las zonas Meginae y Maclearni de Columbia Británica, Canadá.
- Los especímenes de *Clionitites* del segundo horizonte fosilífero permiten establecer correlación con la fauna de la Zona Desatoyense de Nevada, Columbia Británica y la Zona Aonoideos del Tethys.

- d. La edad de la secuencia triásica de la localidad La Ballena es congruente con un período de sedimentación, caracterizado por levantamiento y erosión que precede al magmatismo del arco Triásico Superior-Jurásico Inferior.
- e. Es conveniente efectuar mayores recolectas de amonoideos del Triásico de México, para apoyar la revisión y actualización de las identificaciones de la fauna anteriormente estudiada, conocer la distribución geográfica y estratigráfica de fauna característica de ese tiempo y precisar la edad asignada, teniendo como base la clasificación y biocronología actualizadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado por M. en C. Baldomero Carrasco y Dr. Pedro Salmerón para el desarrollo del presente estudio. Asimismo, se agradece la colaboración, en campo y gabinete, de los ingenieros Arnulfo Pliego y Agustín Ruiz, y al Sr. Héctor Amezcua por la toma de fotografías de la fauna. Mención especial deseamos expresar a los doctores Francisco J. Vega-Vera y Reinhard Schmidt-Effing, por su revisión crítica y valiosos comentarios que contribuyeron a mejorar significativamente el artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arabu, N., 1932, Essai d'une nouvelle classification des Ammonoïdes triasiques: Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences (Paris), v. 194, p. 559-561.
- Böse, Emil, 1906, La fauna de moluscos del Senoniano de Cárdenas, San Luis Potosí, México: Instituto Geológico de México, Boletín 24, 95 p.
- 1910, Monografía geológica y paleontológica del Cerro de Muleros, cerca de Ciudad Juárez, estado de Chihuahua, y descripción de la fauna cretácea de La Encantada, cerca del Placer de Guadalupe, estado de Chihuahua: Instituto Geológico de México, Boletín 25, 196 p.
- 1923, Algunas faunas cretácicas de Zacatecas, Durango y Guerrero: Instituto Geológico de México, Boletín 42, 219 p.
- 1927, Cretaceous ammonites from Texas and northern Mexico: University of Texas Bulletin 2748, p. 143-312.
- Burckhardt, Carl, 1930, Étude synthétique sur le Mésozoïque mexicain: Mémoire de la Société Paléontologique Suisse, v. 50, p. 123-280.
- Burckhardt, Carl, y Scaglia, Salvador, 1905, La faune marine du Trias Supérieur de Zacatecas: Instituto Geológico de México, núm. 21, 44 p.
- 1906, Géologie des environs de Zacatecas: Congreso Geológico Internacional, 10, México, D.F., Guía de excursiones 16, 26 p.
- Cantú-Chapa, Abelardo, 1969, Una nueva localidad del Triásico Superior marino en México: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, v. 1, núm. 2, p. 71-72.
- Cedillo-Pardo, Esteban, y Gallo-Padilla, Ismael, 1992, Investigación de los arcos magmáticos en la parte central del territorio mexicano: México, D.F., Instituto Mexicano del Petróleo, Subdirección de Tecnología de Exploración, Proyecto CAO-1001, 165 p. (inédito).
- Centeno-García, Elena, 1997, Tectonic evolution of central-southern Mexico during Triassic-Jurassic time, in González-León, C.M., y Stanley, G.D., Jr., eds., US-Mexico Cooperative Research—International Workshop on the Geology of Sonora memoir: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, Publicaciones Ocasionales 1, p. 8-13.
- Chávez-Aguirre, Rafael, 1968, Bosquejo geológico de la sierra del Peñón Blanco, Zacatecas: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis profesional, 78 p. (inédita).
- Dickinson, R.W., 1985, Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones, in Zuffa, G.G., ed., Provenance of arenites: NATO Advanced Study Institutes Series, Series C—Mathematical and Physical Sciences, v. 148, p. 333-361.
- Gallo-Padilla, Ismael; Gómez-Luna, M.E.; Contreras y Montero, Beatriz; y Cedillo-Pardo, Esteban, 1993, Hallazgos paleontológicos del Triásico marino en la región central de México: Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología, v. 6, núm. 1, p. 1-9.
- Gómez-Luna, M.E.; Cedillo-Pardo, Esteban; Contreras-Montero, Beatriz; Gallo-Padilla, Ismael; y Martínez-Cortés, Ángel, 1997, El Triásico marino en la meseta central de México—implicaciones paleogeográficas: Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo e Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, 2, Pachuca, Hidalgo, México, Simposia y coloquio, sin paginación.
- Haug, E., 1894, Les ammonites du Permian et du Trias: Bulletin de la Société Géologique de France, sér. 3, v. 22, p. 385-412.
- Hermoso-de la Torre, Carlos, 1969, Informe geológico final IGZN 536—Reconocimiento de la parte media de la cuenca mesozoica del centro de México. Cuenca Salinas-Ramos. Hojas México K-6, K-7, L-6, L-7, L-8 y L-9: Petróleos Mexicanos, Superintendencia General de Exploración-Zona Norte (inédito).
- Hyatt, A., in Meek, F.B., 1877, Palaeontology (Trias): Report of the U.S. Geological Exploration of the Fortieth Parallel, v. 4, núm. 1, p. 99-129.
- Hyatt, A., in Zittel, K.A. von, 1900, Textbook of Palaeontology, 1st English ed.: Londres, C.R. Eastman, v. 1, 706 p.
- Jacobo-Albarrán, Jorge, y Murillo-Muñetón, Gustavo, 1989, Integración e interpretación petrogenética del basamento de México, Carta del basamento de México, 1^a parte: México, D.F., Instituto Mexicano del Petróleo, Proyecto C-2017, Subdirección de Tecnología de Exploración, 101 p. (inédito).
- Johnston, F.N., 1941, Trias at New Pass, Nevada (New Lower Karnic ammonoids): Journal of Paleontology, v. 15, núm. 5, p. 447-491.
- McLearn, F.H., 1930, A preliminary study of the faunas of the Upper Triassic Schooler Creek Formation, western Peace River, British Columbia: Transactions of the Royal Society of Canada, ser. 3, sec. 4, v. 24, p. 13-19.
- Mutti, Emiliano, y Ricci-Lucchi, Franco, 1972, Le torbiditi dell Apennino settentrionale—introduzione all "analisi di facies": Memoir Society Geology Italy, v. 11, p. 161-199. Traducción al inglés en International Geology Review, 1978, v. 20, núm. 2, p. 125-166.
- Silberling, N.J., y Tozer, E.T., 1968, Biostratigraphic classification of the marine Triassic in North America: Geological Society of America, Special Paper 110, 63 p.
- Silva-Romo, Gilberto, 1993, Estudio de la estratigrafía y estructuras tectónicas de la sierra de Salinas; estados de San Luis Potosí y Zacatecas: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 111 p., 18 figs., 6 tablas (inédita).
- Silva-Romo, Gilberto; Arellano-Gil, Javier; y Mendoza-Rosales, C.C., 1993, El papel de la secuencia marina triásica en la evolución jurásica del norte de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, First Circum-Pacific and Circum-Atlantic Terrane Conference, Proceedings, p. 139-143.
- Strand, E., 1929, Zoological and palaeontological nomenclatorial notes: Universitatis Latviensis, Acta, v. 20, p. 1-29.
- Torres-Vargas, Ricardo; Ruiz, Joaquín; Grajales-Nishimura, J.M.; y Murillo-Muñetón, Gustavo, 1992, El plutonismo pérmico en el oriente y sur de México y sus implicaciones tectónicas: Sociedad Geológica Mexicana, Convención Geológica Nacional, 11, Veracruz, Ver., Libro de Resúmenes, p. 193-195.
- Tozer, E.T., 1967, A standard for Triassic time: Geological Survey of Canada Bulletin 156, 103 p.
- 1981, Triassic Ammonoidea—geographic and stratigraphic distribution, in House, M.R., y Senior, J.R., eds., The Ammonoidea: Systematics Association, Special Volume 18, p. 397-431.
- 1994, Canadian Triassic Ammonoid faunas: Geological Survey of Canada, Bulletin 467, 663 p.
- Tristán-González, Margarito, y Torres-Hernández, J.R., 1994, Geología de la sierra de Charcas, Estado de San Luis Potosí, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 11, núm. 2, p. 117-138.