

PRESENCIA DE *ENCHODUS* (OSTEICHTHYES: AULOPIFORMES: ENCHODONTIDAE) EN EL MAASTRICHTIANO (CRETÁCICO TARDÍO) DE CHIAPAS, MÉXICO

Gerardo Carbot-Chanona¹ y Bruno A. Than-Marchese

RESUMEN

Se reportan por primera vez para el Maastrichtiano (Cretácico tardío) de México *Enchodus petrosus*, *E. ferox* y *E. gladiolus* (Osteichthyes: Aulopiformes: Enchodontidae) con base en dientes palatinos aislados provenientes de dos localidades dentro de la Formación Ocozocoautla, Chiapas. La presencia de estas especies, en asociación con *Pachyrhizodus* sp., *Squalicorax pristodontus*, *S. kaupi*, *Carcharias* sp., *Cretoxyrhina mantelli* y *Serratolamna serrata* previamente reportados, permite correlacionar la Formación Ocozocoautla con localidades de Norte y Sudamérica. Lo anterior permite plantear la hipótesis de que la subprovincia paleobiogeográfica sureña (subprovincia cálida) dentro del Mar Interior Occidental de América del Norte se extendía durante el Maastrichtiano hasta América del Sur, posiblemente como consecuencia del aumento en la temperatura a nivel mundial ocurrida al final del Cretácico.

Palabras clave: Chiapas, Osteichthyes, *Enchodus*, Maastrichtiano, Paleobiogeografía.

ABSTRACT

We report for the first time *Enchodus petrosus*, *E. ferox* and *E. gladiolus* (Osteichthyes: Aulopiformes: Enchodontidae) from Maastrichtian (Late Cretaceous) of Mexico, based on isolated palatine teeth from two localities within Ocozocoautla Formation, Chiapas. The presence of these species, in association with previously reported *Pachyrhizodus* sp., *Squalicorax pristodontus*, *S. kaupi*, *Carcharias* sp., *Cretoxyrhina mantelli* and *Serratolamna serrata*, allow correlate of Ocozocoautla Formation with localities in North and South America. That allow us to hypothesize that the southern paleobiogeographic subprovince (warm subprovince) within the Western Interior Seaway extended to South America in the Maastrichtian, maybe as a result of increased global temperatures during the latest Cretaceous.

Key words: Chiapas, Osteichthyes, *Enchodus*, Maastrichtian, Paleobiogeography.

INTRODUCCIÓN

Enchodus (Osteichthyes: Aulopiformes: Enchodontidae) fue un pez depredador de aguas abiertas muy común durante el Cretácico en el Mar Interior Occidental de América del Norte (Goody, 1969). El género fue establecido por Agassiz en 1835 y desde entonces cerca de 26 especies han sido listadas para el Viejo y Nuevo Mundo; aunque muchas están basadas en fragmentos mandibulares y dientes aislados (Goody, 1969; Chalifa, 1989, 1996). La característica más notoria de este género es la de poseer largos dientes palatinos al frente del maxilar y la mandíbula, por lo que se le nombra comúnmente como “arenque dientes de sable”. Los dientes de este género se conservan bien y son altamente diagnósticos (Grandstaff y Parris, 1990). El primero en proponer una clasificación de las especies con base en la morfología del diente palatino fue Arambourg (1954). Posteriormente, Goody (1976), siguiendo a Hay (1903), dividió las especies norteamericanas en dos grandes grupos; las especies con dientes palatinos rectos, bordes cortantes, estriaciones marcadas en la cara interna del

diente y asimétricos en sección transversal los agrupó como “*petrosus type*”. Por el contrario, las especies que presentan dientes palatinos largos y delgados, con forma sigmoidal, simétricos en sección transversal, borde cortante posterior reducido al ápice y en ocasiones formando un reborde o barba, las agrupó como “*gladiolus type*”.

Enchodus ocurre desde el Cenomaniano hasta el Eoceno, pero es para el Cretácico tardío de América del Norte y Asia que se han documentado más especies. En la actualidad se reconocen como válidas cinco especies para el Cretácico tardío de América del Norte (Fielitz, 1999), *Enchodus ferox* Leidy, 1855, *Enchodus gladiolus* (Cope, 1872), *Enchodus petrosus* (Cope, 1874), *Enchodus dirus* Leidy, 1857 y *Enchodus shumardi* Leidy, 1856 (Goody, 1976).

En México el género *Enchodus* se ha reportado en Xilitla, San Luis Potosí (Turoniano); San José de las Rusias, Tamaulipas (Maldonado-Koerdell, 1956); Múzquiz, Coahuila (Turoniano-Coniaciano; Blanco-Piñón *et al.*, 2004); Vallecillo, Nuevo León (Turoniano; Blanco-Piñón *et al.*, 2001); Arroyo las Bocas, Guerrero (Turoniano; Alvarado-Ortega *et al.*, 2006); cantera El Chango, Chiapas (Albiano-Cenomaniano; Alvarado-Ortega *et al.*, 2009) y cantera Muhi, Hidalgo (Albiano-Cenomaniano; Fielitz y González-Rodríguez, 2010). Todos lo registros

1. Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Calzada de Los Hombres Ilustres S/N, Antiguo Parque Madero, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Email: carbotsaurus@yahoo.com

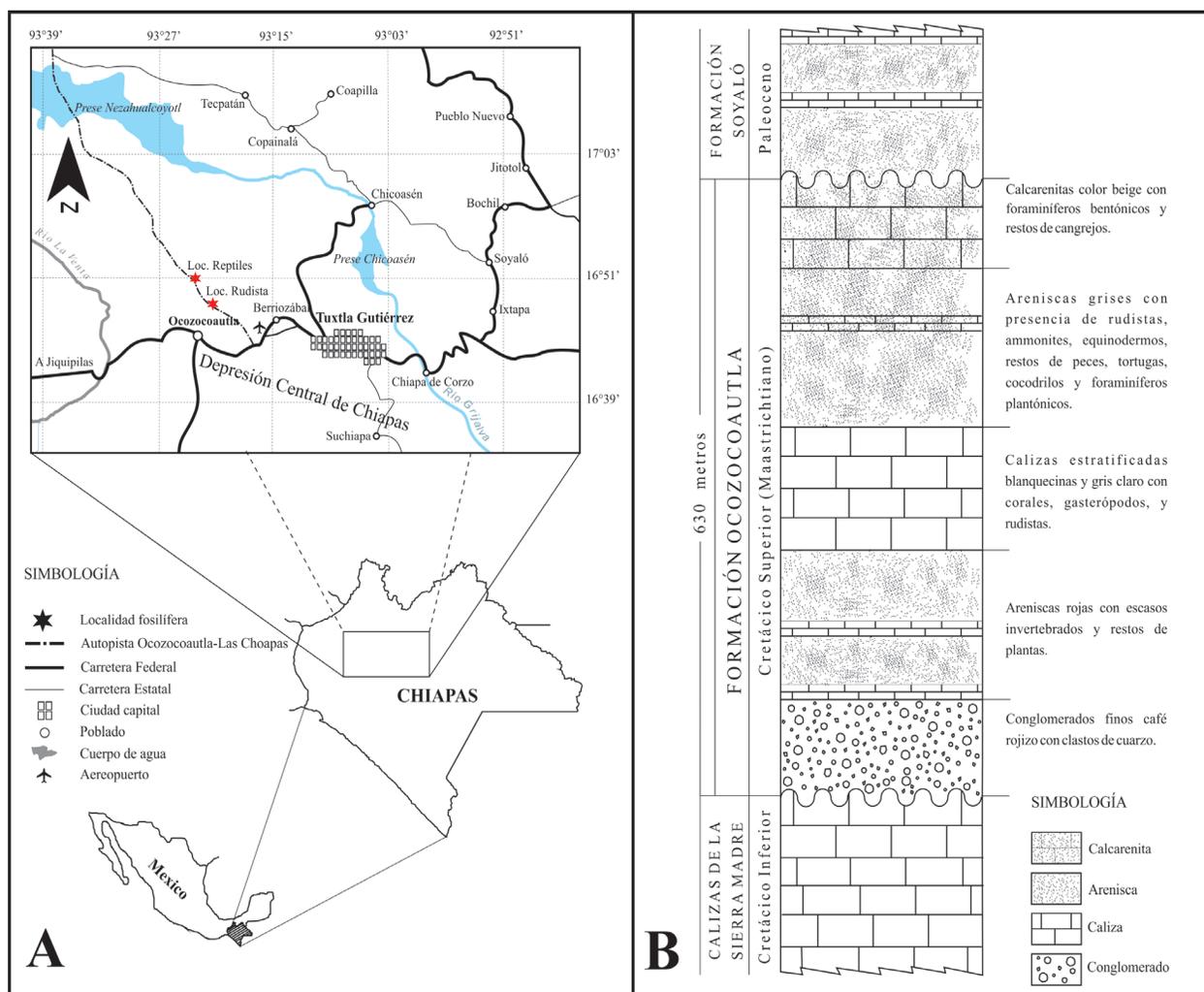


Figura 1. Área de estudio. A) Ubicación de las localidades con restos de *Enchodus*. B) Columna estratigráfica generalizada de la Formación Ocozocoautla.

proviene de estratos que van del Albiano-Cenomaniano al Coniaciano.

El objetivo de este trabajo es describir y asignar a nivel de especie los dientes palatinos asignados al género *Enchodus* que provienen de dos localidades dentro de la Formación Ocozocoautla, y mencionar su importancia bioestratigráfica y biogeográfica.

Abreviaturas institucionales. IHNFG: Instituto de Historia Natural-Fósiles Geográficos, Colección Paleontológica del Museo de Paleontología de Chiapas.

GEOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área del estado de Chiapas, en el sureste de México, pertenece al Bloque Maya, el cual está limitado al sur por el sistema de falla izquierdo Polochic-Montagua, que es el límite entre las placas de América del Norte y del Caribe (Fourcade *et al.*, 1999).

Según Michaud y Fourcade (1989) durante el Campaniano Superior-Maastrichtiano se formó la cuenca de Tuxtla Gutiérrez, como consecuencia de la sedimentación ocurrida por la fragmentación de la plataforma carbonatada formada durante el Albiano-Cenomaniano. Esta cuenca con flancos asimétricos estuvo limitada al suroeste por una falla que separaba la plataforma en una isla y al noreste por una zona elevada, la cual proveyó sedimentos terrígenos que formaron el cono detrítico de la Formación Ocozocoautla durante el Cretácico tardío (Michaud y Fourcade, 1989).

La Formación Ocozocoautla tiene aproximadamente 630 metros de espesor y está conformada principalmente de lutitas, margas, calizas de color beige, areniscas prodeltaicas rojas y café, y algunos conglomerados en la base (Figura 1B). Se ha sugerido que la variación en la litología indica cambios en la profundidad, desde un ambiente somero de condiciones lagunares, hasta un mar profundo (Vega *et al.*, 2001).

La edad de la Formación ha sido establecida principalmente por la presencia de los foraminíferos planctónicos *Gansserina gansserina*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *R. macrocephala* y *Plummerita reicheli*; esta asociación puede ser asignada a la parte superior de la Zona *Gansserina gansserina* de edad Maastrichtiano temprano (Omaña, 2006). Otros fósiles de invertebrados encontrados en la Formación Ocozocoautla que indican Maastrichtiano son los corales *Actinastrea* sp., *Multicolumnastra* *cyathiformis*, *Barysmilia trechmanni*, *Trochosmilia hilli*, *Cladocora jamaicaensis*, *Favia? gregoryi*, *Dictuophyllia conferticostata*, *Trochoseris catadupensis*, *Actinohelia elegans*, *Mesomorpha catadupensis*, *Paracycloseris elizabethae* y *Synastrea* sp. cf. *S. agaricites* (Filkorn *et al.*, 2005); los rudistas *Antillocaprina trilobata*, *Barretia gigas*, *Birradiolites* sp., *Macgillavria nicholasi* y *Titanosarcolithes giganteus* (Alencáster, 1971; García-Barrera *et al.*, 1998), y los inocerámidos *Cataceramus? cf. C. barabini*, *Cataceramus? cf. C. subcircularis*, *Trochoceramus aff. T. costaecus*, *T. nahorianensis* y *T. tricostatus* (Alencáster y Omaña, 2006). La fauna de invertebrados encontrada en la Formación Ocozocoautla también incluye los gasterópodos *Epitonium* sp., *Actaeonella* sp. y *Turritella* sp. (M.A. Coutiño, com. pers., 2006) y los cangrejos *Megaxantho zoque*, *Paleoxanthopsis meyapaquensis* y *Carcinereetes planetarius* (Vega *et al.*, 2001).

Restos de vertebrados también han sido reportados, como los tiburones *Squalicorax pristodontus*, *Squalicorax kaupi*, *Carcharias* sp., *Cretoxyrhina mantelli* y *Serratolamna serrata* (González-Barba *et al.*, 2001), los peces *Pachyrhizodus* sp. y Pycnodontiformes indeterminados (Than-Marchese *et al.*, 2011), tortugas indeterminadas, cocodrilos y el dinosaurio maniraptoriforme *Richardoestesia isosceles* (Carbot-Chanona y Rivera-Sylva, 2011).

METODOLOGÍA

El material descrito en este trabajo corresponde a siete dientes palatinos aislados que fueron recolectados de manera directa de las localidades Reptiles (16° 51' 15" N, 93° 23' 64" W) y Rudista (16° 46' 35" N, 93° 19' 26" W), ubicadas dentro de los sedimentos arenocalcáreos de la Formación Ocozocoautla que afloran en el tramo carretero Ocozocoautla-Las Choapas (Figura 1A). La identificación de las especies fue siguiendo las descripciones de Hay (1903), Green (1913), Goody (1976) y Becker *et al.* (2010). En este trabajo se sigue el arreglo taxonómico propuesto por Fielitz (2004) para el género *Enchodus*. Las medidas se expresan en milímetros y fueron obtenidas utilizando un calibrador digital. Las fotografías se sacaron con una cámara Sony Alpha A500 de 12.0 megapíxeles conectada a un microscopio estereoscópico

Stemi 2000-C con lente Carl Zeiss.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Clase Osteichthyes Huxley, 1880

Orden Aulopiformes Rosen, 1973

Superfamilia Enchodontidea Nelson, 1994

Familia Enchodontidae Woodward, 1901

Subfamilia Enchodontinae Fielitz, 2004

Género *Enchodus* Agassiz, 1835

Enchodus petrosus **Cope, 1874**

(Figura 2 A-H)

Material referido. IHNFG-2027 e IHNFG-2031, dientes palatinos.

Localidad y horizonte. Localidad Reptiles, Formación Ocozocoautla, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Descripción. Ambos dientes están rotos en el extremo apical, son delgados y asimétricos. Las medidas de IHNFG-2027 son 10.3 mm de largo y 3.4 mm en su parte más ancha, en IHNFG-2031 son 9.8 mm y 3.1 mm respectivamente. En la cara posterolateral de ambos dientes están presentes estriaciones que corren en sentido longitudinal. En la cara anterolingual de IHNFG-2031 y posterolingual de IHNFG-2027, se observa una depresión a modo de surco cerca de la base. En sección transversal los dientes son asimétricos. La parte superior de la carena anterior en ambos dientes es crenulada (Figura 2 D y H).

Comparación. Los dientes palatinos de *Enchodus petrosus* pueden ser diferenciados de las de otras especies contemporáneas de *Enchodus* por la ausencia del reborde post-apical, la asimetría y delgadez del diente, la presencia de estriaciones longitudinales y el surco en la cara lingual (Green, 1913; Goody, 1976).

E. petrosus ha sido documentado desde el Coniaciano hasta el Maastrichtiano de América del Norte (Goody, 1976; Becker *et al.*, 2010).

Enchodus ferox **Leidy, 1855**

(Figura 2 I-P)

Material referido. IHNFG-2022 e IHNFG-2025.



Figura 2. Dientes palatinos de *Enchodus* provenientes de la Formación Ocozocoautla, Chiapas. A-H, *E. petrosus* (Cope, 1874), IHNFG-2027 en vista A) lateral, B) anterior, C) base, D) detalle de la carena; IHNFG-2031 en vista E) lateral, F) anterior, G) base, H) detalle de la carena anterior. I-P, *E. ferox* Leidy, 1855, IHNFG-2025 en vista I) anterior, J) lateral, K) base, L) detalle de las carena anterior; IHNFG-2022 en vista M) lateral, N) anterior, Ñ) base, O) detalle de las carenas posterior y P) anterior. Q-T, *Enchodus gladiolus* (Cope, 1872), IHNFG-2030 en vista Q) lateral, R) anterior, S) base, y T) magnificación del extremo apical mostrando la barba post-apical y la crenulación en la carena anterior. U-Z, *Enchodus* sp., IHNFG-1978 en vista U) anterior, V) lateral, W) base; IHNFG-2028 en vista X) anterior, Y) lateral, Z) base. Las flechas muestran la posición de las carenas en vista proximal. Barra de escala igual a 5 mm.

Localidad y horizonte. Localidad Reptiles, Formación Ocozocoautla, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Descripción. Dientes rotos en su extremo apical. Poseen forma semitriangular y están comprimidos lateralmente. La base de ambos dientes es oval. No poseen barba post-apical. Tanto el borde anterior como posterior, en ambos dientes, poseen carenas desarrolladas con apariencia filosa que corren desde la base al ápice. En IHNFG-2025 ambas carenas presentan crenulación ligera, por el contrario en IHNFG-2022 la carena anterior está fuertemente crenulada, pero la posterior es lisa. IHNFG-2022 mide 5.8 mm de largo y 2.5 mm en su parte más ancha; IHNFG-2025 mide 9.1 mm de largo y 3.4 mm en su parte más ancha.

Comparación. Los dientes palatinos de *Enchodus ferox* se distinguen de los de otras especies dentro del género ya que son comprimidos lateralmente, rectos, asemejan un triángulo y tienen fuertes bordes de apariencia filosa, en ocasiones con crenulación; no poseen reborde post-apical y la base es ovalada (Hay, 1903; Becker, et al. 2010).

E. ferox ha sido reportado de varias localidades del Cretácico tardío de Estados Unidos (Hay, 1903; Becker, et al. 2010; Callahan, et al. 2010).

Enchodus gladiolus (Cope, 1872)

(Figura 2 Q-T)

Material referido. IHNFG-2030, diente palatino.

Localidad y horizonte. Localidad Reptiles, Formación Ocozocoautla, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Descripción. Diente palatino en excelente estado de conservación. Es alargado, ligeramente sigmoidal y comprimido en sus bordes laterales. Sobre su cara posterior corren estriaciones longitudinales. En el extremo apical se presenta la barba post-apical. La carena anterior es mucho más marcada y presenta crenulación fuerte desde el ápice hasta la base; la carena posterior es lisa. La base del diente es ovalada. Las medidas de IHNFG-2030 son 9.1 mm de largo y 2.4 mm en su parte más ancha.

Comparación. *Enchodus gladiolus* fue descrito originalmente como *Cimolichthys gladiolus* por Cope (1872). Los dientes palatinos de esta especie se diferencian de los de otras especies contemporáneas de *Enchodus* por poseer barba post-apical, bordes filosos, forma sigmoidal y la presencia de estriaciones posteriores (Goody, 1976). El tamaño y la forma sigmoidal, así como la presencia de la barba post-apical y estriaciones verticales en IHNFG-2030, permiten referirlo como *E. gladiolus*.

E. gladiolus es una de las especies mejor documentadas en el Cretácico Superior de América del Norte, con un rango cronológico del Coniaciano hasta el Maastrichtiano (Green, 1913; Goody, 1967; Fielitz, 2004; Parris *et al.*, 2007; Becker *et al.*, 2010; Nagrodski *et al.*, 2010).

Enchodus sp.

(Figura 2 U-Z)

Material referido. IHNFG-1978 e IHNFG-2028, dientes palatinos.

Localidad y horizonte. Localidades Rudista y Reptiles, Formación Ocozocoautla, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.

Descripción. Dientes palatinos completos que se curvan posteriormente. Las medidas de IHNFG-1978 son 18.8 mm de largo y 4.7 mm en su parte más ancha y para IHNFG-2028 son 18.1 mm de largo y 5 mm en su parte más ancha. La base es circular y ancha, casi el doble del extremo apical. En el extremo apical no se observa la barba post-apical. Toda la superficie de los dientes presenta estriaciones longitudinales débilmente marcadas, por lo que su apariencia es casi lisa. Ambos dientes presentan carenas bien desarrolladas, lisas y corren desde el ápice hasta la base. IHNFG-2028 presenta carenas en los bordes lateral y anterolateral, mientras que en IHNFG-1978 se preservó sólo la carena en el borde lateral.

Comparación. De manera general IHNFG-1978 e IHNFG-2028 son similares a los dientes palatinos de *E. gladiolus*, ya que morfológicamente son muy similares. Sin embargo, debido a que no se observa la barba post-apical, carácter diagnóstico para esta especie (Goody, 1976), la determinación específica se hace con reserva y por ende no se asignan a ninguna especie en particular.

DISCUSIÓN

Bioestratigrafía

La temporalidad durante el Cretácico tardío de las especies de *Enchodus* ha sido discutida por varios autores.

Grandstaff y Parris (1990), propusieron una diferenciación bioestratigráfica para especies de *Enchodus* del Cretácico Superior de América del Norte con base en una re-evaluación de material colectado en campo y depositado en colecciones, concluyendo que *E. shumardi* sólo está presente en sedimentos del Turoniano tardío y Coniaciano temprano, mientras que rocas del Maastrichtiano medio y tardío contienen sólo *E. ferox*. Por su parte, Schein y Lewis (2007) examinaron restos de *Enchodus* provenientes de rocas del Cretácico superior en Alabama, encontrando que *E. petrosus* domina los estratos del Santoniano al Campaniano medio; *E. gladiolus* es raro en el Santoniano y Campaniano medio y que *E. ferox* es la única especie en el Maastrichtiano, aunque se encuentra de forma escasa en sedimentos del Santoniano y Campaniano.

Contrariamente, en la Formación Ocozocoautla se encuentran en asociación *Enchodus petrosus*, *E. ferox* y *E. gladiolus*. La ocurrencia de estas tres especies también es reportada por Becker *et al.* (2010) para el Maastrichtiano de la Formación Arkadelphia en Arkansas, mientras que Bogan y Agnolin (2010) reportan la presencia de *Enchodus ferox* y *E. gladiolus* para el Maastrichtiano de la Formación Jaguel, Río Negro, Argentina.

La ocurrencia de las especies *E. petrosus* y *E. gladiolus* en sedimentos del Maastrichtiano en las localidades antes mencionadas, indica que, al menos en algunas zonas dentro del Mar Interior Occidental, estas especies coexistieron hasta el final del Cretácico.

PALEOBIOGEOGRAFÍA

La existencia de dos subprovincias paleobiogeográficas en el Mar Interior Occidental de América del Norte durante el Cretácico tardío ha sido planteada por diversos autores con base en invertebrados marinos (*e. g.* Sohl, 1971; Scott y Taylor, 1977; Kauffman, 1973, 1977), aunque Kauffman (1984) reconoció la existencia de cuatro subprovincias en las que se incluía un centro de endemismo. Por otro lado, Nicholls y Russell (1990), soportan la existencia de dos subprovincias paleobiogeográficas en el Mar Interior Occidental durante el Campaniano con base en la distribución de vertebrados marinos. Todas estas propuestas de subdivisión paleobiogeográfica fueron planteadas con base en una zonación de temperatura en el mar, donde la subprovincia nortea es fría y se extendía desde Canadá hasta la parte media de Estados Unidos. Por el contrario, la subprovincia sureña contenía aguas con temperaturas cálidas y albergaba biota tropical, y se extendía desde la parte media de Estados Unidos hasta la parte media de México (Figura 3 A). En todas las propuestas siempre fue reconocida una zona de traslape entre el límite de ambas zonas.

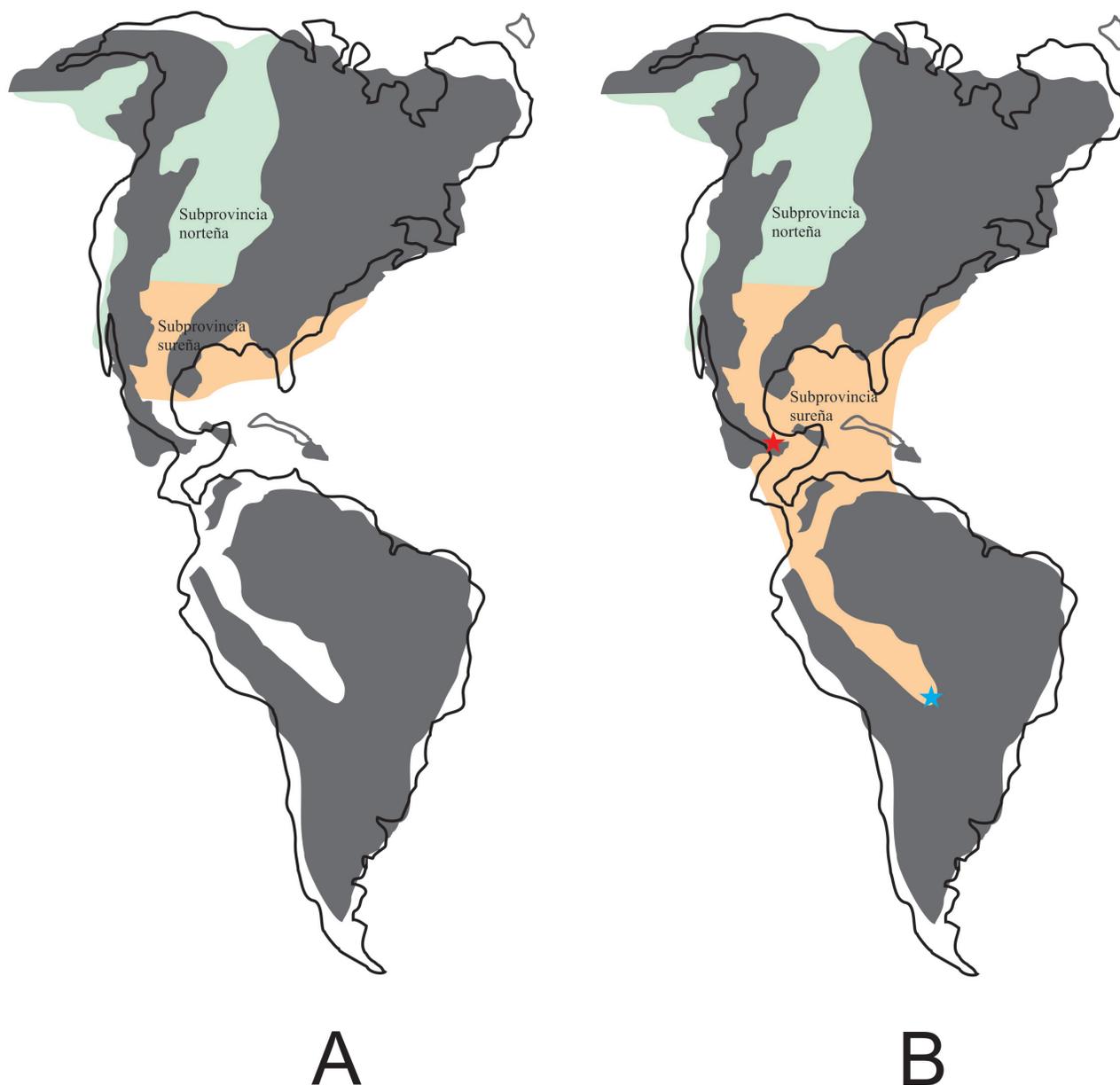


Figura 3. Subprovincia paleobiogeográfica norteña (fría) y sureña (cálida) dentro del Mar Interior Occidental de América del Norte. A) Zonación basada en invertebrados y vertebrados marinos (Sohl, 1971; Scott y Taylor, 1977; Kauffman, 1973, 1977; Nicholls y Rusell, 1990). B) Propuesta basada en la presencia de *Enchodus* y taxos asociados en la Formación Ocozocoautla, Chiapas, México (estrella roja) y Formación Jaguel, Río Negro, Argentina (estrella azul).

En la Formación Ocozocoautla se encuentran en asociación *Enchodus petrosus*, *E. ferox* y *E. gladiolus* con *Pachyrhizodus* sp. (Than-Marchese *et al.*, 2011) y los tiburones *Squalicorax pristodontus*, *Squalicorax kaupi*, *Carcharias* sp., *Cretoxyrhina mantelli* y *Serratolamna serrata* (González-Barba *et al.*, 2001). La asociación de esos taxones también está presente en algunas localidades de Norte y Sudamérica (Tabla 1). Lo anterior soporta la hipótesis de que condiciones más o menos uniformes existieron para la franja del mar Tethys que corría desde Florida hasta la parte media de América

del Sur, sugiriendo que la subprovincia sureña cálida se extendió mucho más al sur durante el Maastrichtiano, de lo que se ha planteado (Figura 3 B). Esta condición pudo ser favorecida por el aumento de temperatura global que hubo durante ese periodo de tiempo (Upchurch *et al.*, 1998). Estas condiciones de corredor marino desde la parte oriental de América del Norte hasta América del Sur al parecer estaban presentes desde el Jurásico Superior, tal como lo demuestra la distribución de los géneros de Crocodyliformes marinos *Cricosaurus* y *Dakosaurus* durante el Kimmeridgiano y Tithoniano, los

	Fm Ocozocoautla, Chiapas, México (Maastrichtiano) ¹	Fm New Egypt, New Jersey, USA (Maastrichtiano) ²	Greenhorn Limestone, Colorado, USA (Cenomaniano) ³	Formación Arkadelphia, Arkansas, USA (Maastrichtiano) ⁴	Hartland Shale, Colorado, USA (Cenomaniano tardío) ⁵	Formación Jaguel Río Negro, Argentina (Maastrichtiano) ⁶
<i>Enchodus petrosus</i>	X			X		
<i>Enchodus ferox</i>	X	X		X		X
<i>Enchodus gladiolus</i>	X		X	X	X	X
<i>Squalicorax pristodontus</i>	X	X				X
<i>Squalicorax kaupi</i>	X					
<i>Pachyrhizodus</i> sp.	X		X		X	
<i>Carcharias</i> sp.	X					X
<i>Cretoxyrhina mantelli</i>	X		X		X	
<i>Serratolamna serrata</i>	X					X

Este trabajo¹, Callahan et al. (2010)², Shimada et al. (2006)³, Becker et al. (2010)⁴, Nagrodski et al. (2010)⁵, Bogan y Agnolin (2010)⁶

Tabla 1. Correlación de los taxones presentes en la Formación Ocozocoautla con localidades seleccionadas de América del Norte y del Sur.

cuales ocurren desde el norte de México hasta el sur de Argentina (Carbot-Chanona, 2011).

CONCLUSIONES

Los caracteres morfológicos de los dientes palatinos de *Enchodus* descritos en este trabajo permiten identificar la presencia de las especies *E. petrosus*, *E. ferox* y *E. gladiolus* en sedimentos del Cretácico tardío de Chiapas, extendiendo así el alcance estratigráfico y geográfico de estos taxones y convirtiéndose a su vez en el primer registro para el Maastrichtiano de México. La asociación de estas especies junto con otros taxones de peces y tiburones previamente reportados para la Formación, permiten correlacionar la Formación Ocozocoautla con localidades de Norte y Sudamérica. Lo anterior permite plantear la hipótesis de que la subprovincia paleobiogeográfica sureña (subprovincia cálida) del Mar Interior Occidental de América del Norte se extendía mucho más al sur durante el Cretácico tardío de lo que previamente ha sido planteado, debido tal vez al aumento en la temperatura a nivel mundial ocurrida al final del Cretácico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Marco A. Coutiño-José y Javier Avendaño-Gil por su apoyo en la recolección del material descrito en este trabajo. El financiamiento para los trabajos de campo fue auspiciado por el Gobierno del Estado de Chiapas, a través del proyecto “Rescate del Patrimonio Paleontológico de la carretera Ocozocoautla-Cosoleacaque, Chiapas”. De igual manera agradecemos a Sergio R.S. Cevallos-Ferris y Denise Hernández Villalba por su apoyo durante el proceso editorial y a dos revisores anónimos por los comentarios que ayudaron a mejorar este trabajo

BIBLIOGRAFIA

- Alencáster, G., 1971, Rudistas del Cretácico Superior de Chiapas, Parte I: Paleontología Mexicana, 34, 1-91.
- Alencáster, G., Omaña, L., 2006, Maastrichtian inoceramid bivalves from central Chiapas, southeastern México: Journal of Paleontology 80(5), 946-957.
- Alvarado-Ortega, J., Garibay-Romero, L.M., Blanco-Piñón, A., González-Barba, G., Vega, F.J., Centeno-García, E., 2006, Los peces fósiles de la Formación Mexcala (Cretácico Superior) en el estado de Guerrero, México: Revista Brasileira de Paleontologia, 93(3), 261-272.
- Alvarado-Ortega, J., Ovalles-Damián, E., Blanco-Piñón, A., 2009, The fossil fishes from the Sierra Madre Formation, Ocozocoautla, Chiapas, southern Mexico: Paleontologia Electronica, 12(2), 1-22.
- Arambourg, C., 1954, Les poissons crétacés du Jebel Tselfat: Notes et Mémoires du Service Geologique du Maroc, 188, 1-188.
- Becker, M.A., Mallery Jr. C.S., Chamberlain Jr., J.A., 2010, Osteichthyans from an Arkadelphia Formation–Midway Group Lag Deposit (Late Maastrichtian–Paleocene), Hot Spring county, Arkansas, U.S.A.: Journal of Vertebrate Paleontology, 30(4), 1019-1036.
- Blanco-Piñón, A., Porras-Múzquiz, H., Vega, F., González-Rodríguez, K.A., Alvarado-Ortega, J., 2004, Múzquiz, Coahuila: a new fossiliferous locality, northern Mexico (resumen), en IX Congreso Nacional de Paleontología, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: Sociedad Mexicana de Paleontología, 23.

- Blanco-Piñón, A., Stinnesbeck, W., López-Oliva, J.G., Frey, E., Adatte, T., González, A. H., 2001, Vallecillo, Nuevo León: una nueva localidad fosilífera del Cretácico tardío en el noreste de México: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 18(2), 186-199.
- Bogan, S., Agnolin, F.L., 2010, Primera ictiofauna marina del Cretácico Superior (Formación Jaguel, Maastrichtiano) de la provincia de Río Negro, Argentina: *Papéis Avulsos de Zoología*, 50(12), 175-180.
- Callahan, W., Johnson, R., Mehling, C., 2010, A new vertebrate assemblage from the late Cretaceous (Maastrichtian) New Egypt Formation of New Jersey: *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30(3), 68A.
- Carbot-Chanona, G., 2011, Los Crocodyliformes mesozoicos de México: *Lacandonia*, 5(1), 67-77.
- Carbot-Chanona, G., Rivera-Sylva, H.E., 2011, Presence of a maniraptoriform dinosaur in the Late Cretaceous (Maastrichtian) of Chiapas, southern México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 63(3), 393-398.
- Chalifa, Y., 1989, New species of *Enchodus* (Pisces: Enchodontoidei) from the Lower Cenomanian of Ein-Yabrud, Israel: *Journal of Paleontology*, 63(3), 356-364.
- Chalifa, Y., 1996, New species of *Enchodus* (Aulopiformes: Enchodontidae) from the Northern Negev, Israel, with comments on evolutionary trends in the Enchodontoidei, en Arratia, G., Schultze, H.-P. (eds.), *Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology*: München, Germany, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 349-367.
- Cope, E.D., 1872, On the families of fishes of the Cretaceous formations of Kansas: *Proceedings of the American Philosophical Society*, 12, 327-357.
- Cope, E.D., 1874, Review of the vertebrata of the Cretaceous period found west of the Mississippi River: *U.S. Geological and Geographical Survey of the Territories Bulletin*, 1, 2-48.
- Fielitz, C., 1996, A Late Cretaceous (Turonian) ichthyofauna from Lac des Bois, northwest territories, Canada, with paleobiogeographic comparisons with Turonian ichthyofaunas of the Western Interior Seaway: *Canadian Journal of the Earth Science*, 33, 1375-1389.
- Fielitz, C., 2004, The phylogenetic relationships of the †Enchodontidae (Teleostei: Aulopiformes), en Arratia, G., Wilson, M.V.H., Cloutier, R. (eds.), *Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates*: München, Germany, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 619-634.
- Fielitz, C., González-Rodríguez, K.A., 2010, A new species of *Enchodus* (Aulopiformes: Enchodontidae) from the Cretaceous (Albian to Cenomanian) of Zimapán, Hidalgo, México: *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30(5), 1343-1351.
- Filkorn, H.F., Avendaño-Gil, J., Coutiño-José, M.A., Vega-Vera, F.J., 2005, Corals from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) Ocozocoautla Formation, Chiapas, Mexico: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 22(1), 115-128.
- Fourcade, E., Piccioni, L., Escribá, J., Roselo, E., 1999, Cretaceous stratigraphy and paleoenvironments of the southern Petén Basin, Guatemala: *Cretaceous Research*, 20, 793-811.
- García-Barrera, P., Avendaño, J., Omaña, L., Alencaster, G., 1998, *Antillocaprina trilobata nov. sp.* and associated fauna from Chiapas, southeast Mexico: *Geobios*, 22, 125-135.
- González-Barba, G., Coutiño, M.A., Ovalles-Damián, E., Vega-Vera, F.J., 2001, New Maastrichtian elasmobranch faunas from Baja California Peninsula, Nuevo León and Chiapas state, Mexico (resumen), en III Internacional Meeting on Mesozoic Fishes: Systematic, Paleoenvironments and Biodiversity, Serpiano-Monte San Giorgio, 33.
- Goody, P.C., 1969, The relationships of certain Upper Cretaceous teleosts with special reference to the Myctophoids: *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology, Supplement*, 7, 1-255.
- Goody, P.C., 1976, *Enchodus* (Teleostei: Enchodontidae) from the Upper Cretaceous Pierre Shale of Wyoming and South Dakota with an evaluation of the North American enchodontid species: *Palaeontographica Abteilung A Band A152, Lieferung*, 4-6, 91-112.
- Grandstaff, B.S., Parris, D.C., 1990, Biostratigraphy of the fossil fish *Enchodus* Agassiz: *Journal of Vertebrate Paleontology*, 10(3), 25A.
- Green, W.R., 1913, A description of the specimens of the teleostean genus *Enchodus* in the University of Kansas museum: *Kansas University Science Bulletin*, 7(2), 71-107, pl. I-XVII.
- Hay, O.P., 1903, On certain genera and species of North American Cretaceous actinopteran fishes: *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 19(1), 1-95.
- Kauffman, E.G., 1973, Cretaceous Bivalvia, en Hallan, A. (ed.), *Atlas of Paleobiogeography*: Elsevier, Amsterdam, 353-384.
- Kauffman, E.G., 1977, Second day. Upper Cretaceous cyclothems, biotas and environments, Rock Canyon Anticline, Pueblo, Colorado: *The Mountain Geologist*, 14, 129-152.
- Kauffman, E.G., 1984, Paleobiogeography and evolutionary response dynamic in the Cretaceous Western Interior Seaway of North America, en Westermann, G.E.G. (ed.), *Jurassic-Cretaceous Paleogeography of North America: Geological Association of Canada Special Paper 27*, 273-306.
- Maldonado-Koerdell, M., 1956, Peces fósiles de México III, nota preliminar sobre peces del Turoniano superior de Xilitla, San Luis Potosí, México: *Ciencia*, 16, 31-36.

- Michaud, F., Fourcade, E., 1989, Stratigraphie et paléogéographie du Jurassique et du Crétacé du Chiapas (Sud Est du Mexique): Bulletin de la Société Géologique du France, 5: 639-650.
- Nagrodski, M., Shimada, K., Schumacher, B., 2010, Fossil marine vertebrates from the Upper Cretaceous Hartland Shale in southeastern Colorado: Journal of Vertebrate Paleontology, 30(3), 138A.
- Nicholls, E.L., Rusell, A.P., 1990, Paleobiogeography of the Cretaceous Western Interior Seaway of North America: the vertebrate evidence: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 79, 149-169.
- Omaña, L., 2006, Late Cretaceous (Maastrichtian) foraminiferal assemblage from the inoceramid beds, Ocozocoautla Formation, central Chiapas, SE Mexico: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 23(2), 125-132.
- Parris, D.C., Grandstaff, B.S., Gallagher, W.B., 2007, Fossil fish from the Pierre Shale Group (Late Cretaceous): clarifying the biostratigraphic record, en Martin, J.E, Parris, D.C. (eds.), The geology and paleontology of the Late Cretaceous marine deposits of the Dakotas: Geological Society of America, Special Paper, 427, 99-109.
- Schein, J.P., Lewis, R.D., 2007, Actinopterygian fishes from Upper Cretaceous rocks in Alabama, with emphasis on the teleostean genus *Enchodus*: Paludicola, 6(2), 41-86.
- Scott, R.W., Taylor, A.M., 1977, Early Cretaceous environments and paleocommunities in the Southern Western Interior, en Kauffman, E.G. (ed.), Cretaceous facies, faunas and paleoenvironments across the Western Interior Basin: The Mountain Geologist, 14(3-4), 155-168.
- Sohl, N.F., 1971, North American Cretaceous biotic provinces delineated by gastropods, en Proceedings of North America Paleontology Convince, Chicago, Illinois: Allen Press, Lawrence, Kansas, 1610-1637.
- Than-Marchese, B.A., Alvarado Ortega, J., Carbot-Chanona, G., 2011, Notas adicionales sobre la ictiofauna cretácica de Chiapas (resumen), en XII Congreso Nacional de Paleontología, Sociedad Mexicana de Paleontología: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México, p. 135.
- Upchurch Jr, G.R., Otto-Bliesner, B.L, Scotese, C., 1998, Vegetation-atmosphere interactions and their role in global warming during the latest Cretaceous: Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 353, 97-112.
- Vega, F.J., Feldmann, R.M., García-Barrera, P., Filkorn, H., Pimentel, F., Avendaño, J., 2001, Maastrichtian crustacean (Brachyura: Decapoda) from the Ocozocoautla Formation in Chiapas, southeast Mexico: Journal of Paleontology, 75(2), 319-329.
-