

CONSIDERACIONES SOBRE EL REGISTRO *HYPOLOPHODON* (CHONDRICHTHYES, MYLIOBATIFORMES) EN EL TECHO DE LA FORMACIÓN JAGÜEL (MAASTRICHTIENSE), PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ARGENTINA

[Considerations Hypolophodon (Chondrichthyes, Myliobatiformes) record on the top of the Jagüel Formation (Maastrichtian) Black River Province, Argentina]

Sergio BOGAN (*)

Pablo A. GALLINA (*) (**)

(*) Área Paleontología. Fundación de Historia Natural "Félix de Azara". Departamento de Ciencias Naturales y Antropología. CEBBAD - Universidad Maimónides. Hidalgo 775 piso 7 (1405BDB). Buenos Aires, Argentina.

Correo-e: sergiobogan@yahoo.com.ar

(**) CONICET. Correo-e: pablogallina@gmail.com

(FECHA DE RECEPCIÓN: 2013-04-12) (FECHA DE ADMISIÓN: 2013-04-30)

BIBLID [0211-8327 (2013) 49 (1); 13-23]

RESUMEN: El registro fósil de las rayas del género extinto *Hypolophodon* se restringe a los sedimentos marinos paleógenos del Hemisferio Norte, en América y Europa, y al norte de África. En este artículo se describe un nuevo diente procedente de los niveles altos de la Formación Jagüel en el Bajo Trapalcó, provincia de Río Negro, Argentina. Este material es referible a la especie *H. sylvestris* bajo el sustento de diversos caracteres morfológicos e histológicos de confiable valor taxonómico. El presente registro permite reasignar, a este género y especie, el material MML 228 recientemente referido al género *Pseudohypolophus*. Asimismo, este registro constituye la ocurrencia más meridional de la distribución conocida para *Hypolophodon* y el primer registro sudamericano. Se reconoce una fuerte relación de la ictiofauna de la Formación Jagüel, en nor-Patagonia, con las faunas coetáneas de Brasil, Caribe, norte de África y Madagascar, distinguiéndose así de la fauna de seláceos de la bioprovincia Weddelliana.

Palabras clave: *Hypolophodon sylvestris*; *Pseudohypolophus*; Batoidea; Myliobatiformes; Formación Jagüel; Maastrichtiense.

ABSTRACT: The fossil record of the extinct ray *Hypolophodon* is restricted to the Paleogene marine sediments of Northern Hemisphere (in America and Europe) and North Africa. In this paper, a new tooth material from the higher level of Jagüel Formation, at Bajo Trapalcó Río Negro Province, Argentina, is described. This tooth is referable to *H. silvestris* based both in morphological and histological reliable evidence. This record also allows the reassignment of MML 228 to this genera and species, instead the original assignation to the genus *Pseudohypolophus*. Additionally, it represents the southernmost occurrence of the genus *Hypolophodon* and the first record for South America. The marine ichthyofauna of the Jagüel Formation from north Patagonia evidences a strong relationship with coeval ichthyofaunas from Brazil, Caribbean, North Africa and Madagascar, showing a clear distinction with selachian faunas from the Weddellian biogeographic Province.

Key words: *Hypolophodon silvestris*; *Pseudohypolophus*; Batoidea; Myliobatiformes; Jagüel Formation; Maastrichtian.

INTRODUCCIÓN

Los Myliobatiformes son un grupo monofilético de peces cartilaginosos (COMPAGNO, 1977; HEEMSTRA & SMITH, 1980; LOVEJOY, 1996; MCEACHRAN *et al.*, 1996; NISHIDA, 1990) ampliamente distribuidos en los mares y ríos del mundo (NELSON, 2006), presentes en el registro fósil desde el Cretácico Superior (BERG, 1940; CAPPETTA, 1987). Son elasmobranquios que se caracterizan por poseer un cuerpo bajo, generalmente con forma de disco circular o romboidal. Este orden agrupa a las formas de batoideos más grandes del mundo, como la actual manta raya (Myliobatidae, Mobulinae). En el Cretácico tardío de América del Sur se conocen pocos taxones, fundamentalmente registrados en el sector noreste del continente. Dientes de *Apocopodon sericeus*, *Rhombodus binkborsti*, *Rhinoptera prisca* y formas indeterminadas del género *Myliobatis* fueron descritas para las formaciones Maria Farinha, Gramame e Itamaracá de Brasil (COPE, 1886; WOODWARD, 1907; OLIVEIRA & SILVA SANTOS, 1950; REBOUÇAS & SILVA SANTOS, 1956; SILVA, 2007), todas de edad maastrichtiana y muy próximas al límite K/P. En Argentina, en sedimentos marinos paleógenos de la Formación Roca (Daniano), CIONE (1988) ha reportado la ocurrencia de restos de placas dentales de Myliobatiformes comparables con las del género *Myliobatis*. Este último registro constituye el más antiguo previamente conocido para Argentina asignable a este orden de peces.

Las rayas del género extinto *Hypolophodon* son conocidas exclusivamente en base a sus dientes aislados. La dentición de este tipo de Myliobatiformes está conformada por numerosos dientes ordenados a modo de mosaicos que en conjunto conforman placas trituradoras de alimento

(CAPPETTA, 1987). Los registros de dientes de este taxón son sumamente abundantes en los sedimentos marinos paleógenos (Paleocenos y Eocenos) del Hemisferio Norte, especialmente en Norteamérica y en Europa occidental mientras que para el Hemisferio Sur sólo es conocido por los registros del norte y centro de África (CAPPETTA, 1987; WARD & WIEST, 1990).

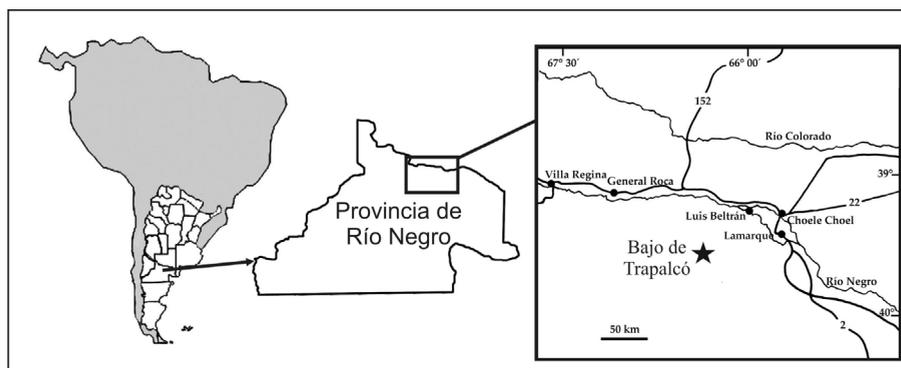


Figura 1. Localidad del hallazgo en el Bajo de Trapalcó al norte de la provincia de Río Negro, Patagonia, Argentina.

Recientemente se dio a conocer una ictiofauna de finales del Maastrichtiense proveniente de la Formación Jagüel en la localidad conocida como Cerro Dientes, Bajo Trapalcó, provincia de Río Negro, Argentina (BOGAN & AGNOLIN, 2010). Esta asociación se compone fundamentalmente de restos de seláceos del orden de los Lamniformes, teleósteos del género *Enchodus* y un único diente mal preservado de un batoideo tentativamente asignado a *cf. Pseudohypolophus mcnultyi* (MML 228, BOGAN & AGNOLIN, 2010). En este trabajo se describe un nuevo resto dental de Batoidea procedente de la misma localidad y nivel estratigráfico. Los caracteres morfológicos e histológicos analizados, de confiable valor taxonómico, permiten la asignación de dicho material al género *Hypolophodon*. Asimismo, se discute la tentativa asignación taxonómica propuesta previamente para MML 228. Finalmente, se realizan consideraciones paleobiogeográficas sobre las faunas marinas de finales del Cretácico y comienzos del Paleoceno de la Patagonia septentrional argentina.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Chondrichthyes Huxley, 1880

Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Myliobatiformes Compagno, 1973

Dasyatidae Jordan, 1888

Hypolophodon Cappetta, 1980*Hypolophodon sylvestris* White, 1931

Material referido. 1 diente en buenas condiciones de preservación (MML 842) y 1 diente algo erodado (MML 228) tentativamente asignado a *Pseudohypolophus mcnulty* por BOGAN & AGNOLIN (2010) (ver discusión más abajo).

Posición geográfica y geológica. El material ha sido colectado en la localidad conocida como “Cerro Dientes” (39° 43,8' S, 66° 40,2' W) en el Bajo Trapalcó, provincia de Río Negro, Patagonia argentina (figura 1). Este yacimiento se emplaza en una vasta área de afloramientos cretácico-paleocenos con una notable riqueza paleontológica (GASPARINI *et al.*, 2003). En esta localidad se reconocen los niveles cuspidales de la Formación Jagüel (Maastrichtiense tardío/Daneano temprano) en contacto con los niveles bajos de la Formación Roca (Daniano), ambas de clara génesis marina (LEANZA *et al.*, 2004; FERNÁNDEZ *et al.*, 2007). La ictiofauna fósil del “Cerro Dientes” se incluye dentro de la Formación Jagüel (Maastrichtiano tardío) en niveles muy cercanos al intervalo Cretácico-Paleoceno (BOGAN & AGNOLIN, 2010). Los sedimentos portadores de esta ictiofauna son plenamente marinos y se corresponden con la transgresión marina atlántica que inundó hacia finales del Cretácico gran parte del norte patagónico (LEANZA *et al.*, 2004). Los restos de *Hypolophodon* se hallan en franca asociación con restos de tiburones *Serratolamna serrata*, *Squalicorax pristodontus*, *Cretalamna appendiculata*, *Carcharias* sp., *Odontaspis* sp. y teleósteos del género *Enchodus* (BOGAN & AGNOLIN, 2010). Cabe señalar que *Serratolamna serrata* es el taxón más abundante de esta asociación (con más de 60 dientes recuperados) y es considerado un fósil característico del Maastrichtiano (UNDERWOOD & MITCHELL, 2000; SHIMADA & BRERETON, 2007). Todos estos materiales fueron recuperados a pocos metros de la localidad tipo del plesiosaurio *Tuarangisaurus cabazai* (GASPARINI *et al.*, 2003), en sedimentos pelíticos y claramente por debajo de los niveles de coquinas constituidas por la asociación de *Pycnodonte burckhardti* y *Gryphaeostrea callophylla*. Los niveles de coquinas mencionados son interpretados como la base de la Formación Roca (ver GASPARINI *et al.*, 2003: fig. 2 C).

Consideraciones sobre el registro *Hypolophodon* (Chondrichthyes, Myliobatiformes) en el techo de la Formación Jagüel (Maastrichtiense), provincia de Río Negro, Argentina

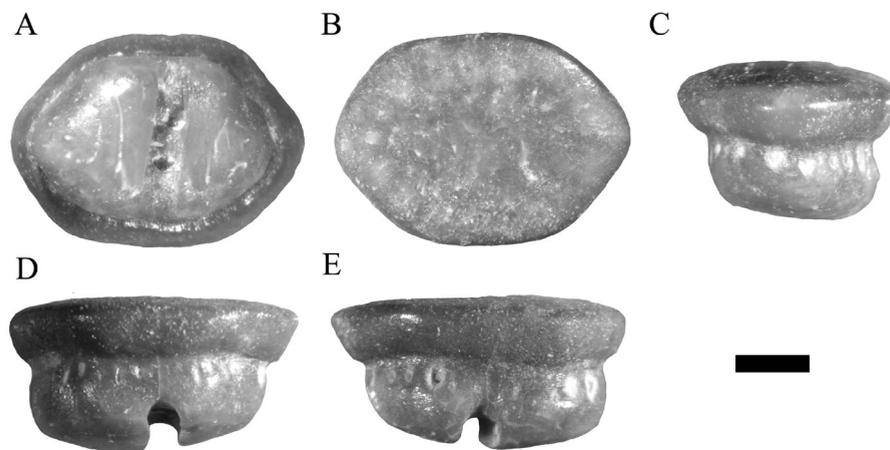


Figura 2. Diente de *Hypolophodon sylvestris* (MML 842) en vista basal (A), en vista oclusal (B), en vista mesial (C) y en sus dos vistas laterales (D y E). La escala representa 1 milímetro.

Descripción. Dado que el espécimen MML 228 fue tratado previamente (BOGAN & AGNOLIN, 2010), en esta oportunidad sólo se describe MML 842.

Es un diente relativamente pequeño (longitud mayor de la corona 4.1 mm), cuya corona en vista oclusal es hexagonal, de ángulos redondeados, y se encuentra cubierta por esmaltoide liso. La corona se destaca sobre la raíz, que es bilobada y se presenta dividida por un surco profundo. Al interior del surco se encuentran dos poros relativamente grandes y uno significativamente menor a los anteriores. La altura de la raíz es mayor que la altura de la corona. En vista lateral (lingual y labial) y en vistas mesial y medial puede apreciarse un importante número de poros distribuidos casi inmediatamente por debajo de la corona (figura 2).

Mediante el análisis microestructural del corte delgado (figura 3) del diente MML 842, pueden advertirse ciertas características histológicas de evidente relevancia sistemática. La corona se encuentra compuesta fundamentalmente de dentina trabecular con la excepción de los márgenes de la misma, donde se advierte la presencia de paquetes ordenados de túbulos de ortodentina (figura 3B, C). Dichos paquetes se componen de túbulos densamente distribuidos, dispuestos horizontalmente y apilados, abarcando el alto total de la corona.

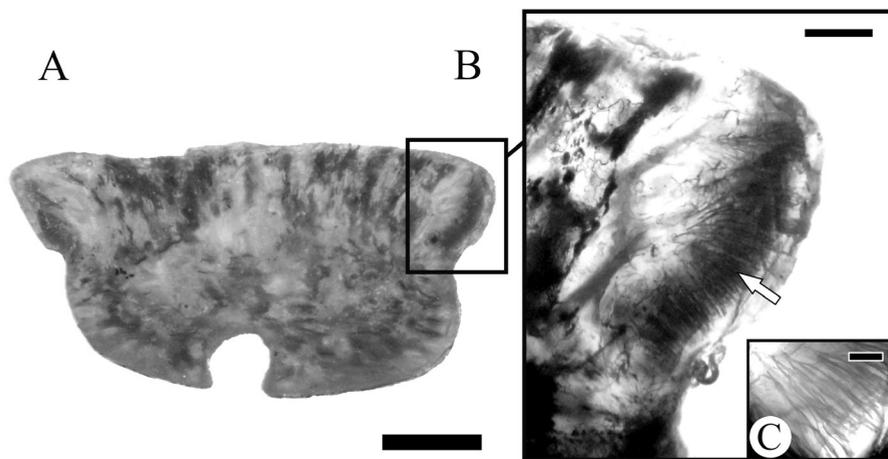


Figura 3. Corte delgado del diente MML 842 asignado a *Hypolophodon sylvestris* (A), detalle en mayor aumento de uno de los bordes (B) donde se destaca la presencia marginal de microtúbulos de ortodentina (C). La escala en (A) representa 1 milímetro. En (B) y (C) representa 200 micrones.

DISCUSIÓN

El material aquí registrado comparte con los géneros *Hypolophodon* y *Pseudohypolophus* la morfología general de la corona y la presencia de una superficie oclusal cubierta por esmaltoide liso, así como también el tipo de raíz bilobada (CAPPETTA, 1987). Sin embargo, en base a la disposición y tipo de dentina que constituye la corona, es posible referir los materiales al género *Hypolophodon*. La corona está compuesta fundamentalmente de dentina trabecular con presencia de poca ortodentina, fundamentalmente restringida a los márgenes de la corona, caracteres diagnósticos de los Myliobatiformes del género *Hypolophodon* (CAPPETTA, 1987). *Pseudohypolophus*, en cambio, presenta una corona compuesta fundamentalmente de ortodentina en un patrón radial desde la base de la corona hasta los extremos de la misma (CAPPETTA, 1987; JOHNSON & LUCAS, 2002).

La evidencia histológica de MML 842 lleva a reasignar a MML 228, recuperado en el mismo nivel estratigráfico, al género *Hypolophodon*.

Asimismo, sobre la base de sus características morfológicas, MML 842 y MML 228 se asignan a la especie *H. sylvestris*, pues comparten con ésta la mayoría de los caracteres distintivos: 1) dentina lisa; 2) la forma de la corona; 3) el tipo de raíz y los forámenes que presenta; además de contar con una composición histológica dental homóloga. Es importante remarcar que los especímenes sudamericanos aquí tratados presentan una corona particularmente baja.

Sin embargo, dado que es posible observar una gran variación en los dientes de *H. sylvestris*, no consideramos prudente distinguir MML 842 y MML 228 de esta especie sobre la base de este carácter eventualmente muy variable.

DARTEVELLE & CASIER (1959) propusieron la especie *H. malembeensis* a partir de materiales dentales del Neógeno del Congo Belga. CAPPETTA (1987) puso en dudas la asignación de dichos materiales al género *Hypolophodon* apelando a la falta de estudios histológicos que permitieran una correcta asignación genérica y a la poco probable supervivencia de *Hypolophodon* para edades neógenas, si se tiene en cuenta que el género está totalmente ausente en los yacimientos clásicos post-Eocenos (CAPPETTA, 1987). MURRAY *et al.* (2010) asignaron una serie de dientes aislados hallados en la localidad BQ-2 de la formación Birket Qarun (Eoceno de la depresión de Fayum, Egipto) al género *Hypolophodon* sobre la base de similitudes morfológicas y de la constitución histológica de la corona fundamentalmente compuesta por dentina trabecular. Estos autores señalan que los materiales egipcios comparten las autopomorfías de *H. malembeensis*, y se distinguen de *H. sylvestris* por poseer caras de las coronas con bordes afilados y por presentar un abultamiento lingual distintivo (MURRAY *et al.*, 2010). Estos últimos caracteres claramente no están presentes en MML 842 y MML 228.

Hypolophodon es un taxón paleógeno de amplia distribución en los depósitos sedimentarios paleocenos (danianos y thanetienses) y eocenos (ypresianos y lutetianos) de las paleocuenas clásicas de Europa (principalmente en depósitos marinos de Francia, Inglaterra y Bélgica) y Norteamérica (CAPPETTA, 1987; WARD & WIEST, 1990). Por otra parte, en el Hemisferio Sur, los registros de *Hypolophodon* están más acotados y se restringen al Paleoceno y Eoceno del norte y centro de África (principalmente en Marruecos y Egipto; CAPPETTA, 1987; MURRAY *et al.*, 2010).

En América del Sur no se conocen registros previos del género, por lo que su límite geográfico de distribución se extendería ampliamente a partir del hallazgo aquí comunicado. Los materiales aquí reportados constituyen el registro más meridional para el género y, a pesar de haber sido recuperados en niveles muy cercanos al límite K/P, representan los registros más antiguos para este batoideo.

CONSIDERACIONES SOBRE LA FAUNA MARINA DE FINALES DEL MAASTRICHTIENSE Y PRINCIPIOS DEL DANIANO EN LA PATAGONIA SEPTENTRIONAL ARGENTINA

Durante el Cretácico tardío y el comienzo del Paleógeno, Australia, Nueva Zelanda, Antártida y América del Sur se hallaban separadas por mares someros (AGUIRRE-URRETA *et al.*, 2008). Sobre la base de las relaciones que mantienen las faunas maastrichtienses y danianas de invertebrados marinos del norte de

Patagonia con aquellas de la península Antártica y Nueva Zelanda, se propuso una fuerte influencia de la bioprovincia weddelliana en las costas patagónicas durante parte de este periodo (ZINSMEISTER, 1979, 1982; AGUIRRE-URRETA *et al.*, 2008). Esta expansión de la fauna Weddelliana hacia el norte estaría vinculada con un fuerte enfriamiento global en el Maastrichtiense (LI & KELLER, 1998). Hacia el límite Cretácico-Paleógeno se habría producido una nueva elevación de la temperatura marina (de entre 2° y 3° *sensu* BARRERA & SAVIN, 1999; LI & KELLER, 1999), lo que habría favorecido el reemplazo de una importante parte de las formas Weddellianas de invertebrados por faunas de mares más cálidos, comparables con las faunas coetáneas de moluscos fósiles de Brasil, Caribe y norte de África (AGUIRRE-URRETA *et al.*, 2008).

Muy poco se conoce sobre la filiación de los vertebrados marinos del Maastrichtiense y principios del Daniano en la Patagonia septentrional. GASPARRINI *et al.*, (2003) señalaron que los plesiosaurios presentes en el norte de la Patagonia están filogenéticamente emparentados con las especies de la misma edad de la península Antártica y Nueva Zelanda, sugiriendo una distribución weddelliana en las costas patagónicas de estos reptiles elasmosáuridos.

En lo que respecta a las asociaciones de seláceos maastrichtienses en la Patagonia septentrional, se dio a conocer recientemente el registro de varios dientes de Lamniformes *Serratolamna serrata* y de una especie derivada del género *Squalicorax* para la Formación Jagüel de la cuenca Neuquina del Departamento de Malargüe, provincia de Mendoza, Argentina (GONZÁLEZ RIGA *et al.*, 2010). Estos registros, sumados a los materiales descritos para el Cerro Dientes (BOGAN & AGNOLIN, 2010), indican la amplia dispersión en Patagonia septentrional de estos seláceos. Es interesante resaltar que tanto las formas derivadas del género *Squalicorax* (*S. pristodontus* y *S. kaupi*) como *Serratolamna serrata* son especies ampliamente distribuidas en los mares gondwánicos templado-cálidos del Maastrichtiense de Brasil, Caribe, el norte de África y Madagascar (WOODWARD, 1907; OLIVEIRA & SILVA SANTOS, 1950; ARAMBOURG, 1954; REBOUÇAS & SILVA SANTOS, 1956; CAPPETTA, 1987; GOTTFRIED *et al.*, 2001; SILVA, 2007; CARRILLO *et al.*, 2008), presentando esta asociación su registro más austral en la localidad rionegrina de Cerro Dientes (BOGAN & AGNOLIN, 2010).

Es posible notar en la fauna de condictios del intervalo Cretácico-Paleógeno de la Patagonia septentrional una clara tendencia a la ocurrencia de elementos típicamente de latitudes altas y medias, mientras que por el momento existe una baja correlación entre los taxones de seláceos de la Formación Jagüel y la fauna de la bioprovincia Weddelliana (véase KRIWET, 2006). El registro de *Hypolophodon silvestris* se encuentra en concordancia con la tendencia señalada para los seláceos, pues todos los registros conocidos para esta especie se encuentran en latitudes altas y medias de distintas partes del mundo.

CONCLUSIONES

Los sedimentos del Cretácico terminal de Cerro Dientes (Bajo Trapalcó) se caracterizan por la gran abundancia de restos de seláceos. Hasta el presente los únicos batoideos conocidos para la Formación Jagüel los constituyen los restos de *Hypolophodon sylvestris* aquí tratados, diagnosticados sobre la base de estudios morfológicos e histológicos de confiable valor taxonómico.

Los restos de *Hypolophodon sylvestris* de la Formación Jagüel representan los primeros registros fósiles para Argentina y América del Sur y constituyen las citas más australes conocidas para este tipo de Myliobatiformes.

Se reconoce una fuerte relación de la ictiofauna de la Formación Jagüel en la Patagonia septentrional, con las faunas coetáneas de Brasil, Caribe, norte de África y Madagascar, distinguiéndose así de la fauna de seláceos de la bioprovincia Weddelliana. En consecuencia, los registros de *Hypolophodon* en el Bajo de Trapalcó muestran total concordancia con la tendencia biogeográfica mencionada.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al amigo Daniel Cabaza, director del museo Provincial de Lamarque, por toda la ayuda brindada. A Liliana López, por su constante asistencia con las colecciones del Museo de Lamarque aun en los momentos menos oportunos de las visitas. Al municipio de Lamarque y sus pobladores por el gran esfuerzo que empeñan en la preservación del patrimonio paleontológico. Miguel Willis nos ha brindado una ayuda fundamental para obtener las imágenes en la lupa y microscopio. Flavia Zorzi ha propuesto modificaciones gramaticales de gran valor para mejorar la calidad del artículo. La realización de este artículo no hubiera sido posible sin el apoyo de la Fundación Félix de Azara.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE URRETA, M. B.; CASADÍO, S.; CICHOWOLSKI, M.; LAZO, D. G. & RODRÍGUEZ, D. (2008): Afinidades paleobiográficas de los invertebrados Cretácicos de la Cuenca Neuquina, Argentina. *Ameghiniana*, 45: 591-612.
- ARAMBOURG, C. (1954): Les poissons créacés du Jebel Tselfat. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 118: 1-188.
- BARRERA, E. & SAVIN, S. M. (1999): Evolution of late Campanian-Maastrichtian marine climates and oceans. In: *Evolution of the Cretaceous ocean-climate system* (edits. BARRERA, E. & JOHNSON, C. C.). *Geological Society of America, Special Paper*, 332: 245-282.
- BERG, L. S. (1940): Classification of fishes, both recent and fossil. *Travaux de l'Institut zoologique de l'Académie des sciences de l'URSS*, 5: 87-517.

- BOGAN, S. & AGNOLIN, F. L. (2010): Primera ictiofauna marina del Cretácico Superior (Formación Jagüel; Maastrichtiano) de la provincia de Río Negro, Argentina. *Papeís Avulsos de Zoología*, **50** (12): 175-188.
- CAPPETTA, H. (1987): Chondrichthyes II: Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. *In: Handbook of Paleoichthyology* (edit. SCHULTZE, H. P.). Volume 3B. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, pp. 1-193.
- CARRILLO-BRICEÑO, J. D.; AYALA, R.; CHÁVEZ, E. O. A. & GONZÁLEZ, G. B. (2008): Registro de *Serratolamna serrata* (Elasmobranchii: Serratolamnidae) en el Cretácico Superior (Maastrichtense) de los Andes Venezolanos. *Geominas*, **36** (47): 160-163.
- CIONE, A. L. (1988): *Los peces de las formaciones marinas del Cenozoico de Patagonia*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata, Argentina, 536 pp.
- COMPAGNO, L. J. V. (1977): Phyletic relationships of living sharks and rays. *Am. Zool.*, **17**: 303-322.
- COPE, E. D. (1886): A Contribution to the Vertebrate Paleontology of Brazil. *Proceedings of the American Philosophical Society*, **23** (121): 1-21.
- DARTEVELLE, E. & CASIER, E. (1959): Les poissons fossiles du Bas-Congo et des régions voisines. *Annales du Musée du Congo Belge, Sér. A (Minéralogie Géologie, Paléontologie 3)*, **2** (3): 257-568.
- FERNÁNDEZ, M.; MARTIN, J. & CASADÍO, S. (2007): Mosasaurs (Reptilia) from the late Maastrichtian (Late Cretaceous) of northern Patagonia (Río Negro, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences*, **25** (2): 176-186.
- GASPARINI, Z.; SALGADO, L. & CASADÍO, S. (2003): Maastrichtian plesiosaurs from northern Patagonia. *Cretaceous Research*, **24**: 157-170.
- GONZÁLEZ RIGA, B. J.; PRÁMPARO, M.; CIONE, A. L. & PREVITERA, E. (2010): Hallazgo de tiburones Cretácicos (Chondrichthyes) en la provincia de Mendoza (Argentina): aspectos estratigráficos y paleoambientales. *X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía - VII Congreso Latinoamericano de Paleontología, La Plata. Resúmenes*: 171 pp.
- GOTTFRIED, M. D.; RABARISON, J. A. & RANDRIAMIARIMANANA, L. L. (2001): Late Cretaceous elasmobranchs from the Mahajanga Basin of Madagascar. *Cretaceous Research*, **22**: 491-496.
- HEEMSTRA, P. C. & SMITH, M. M. (1980): Hexatrygonidae a new family of stingrays (Myliobatiformes: Batoidea) from South Africa, with comments on the classification of batoid fishes. *Ichth. Bull. J. L. B. Smith Inst. Ichthy.*, **43**: 1-17.
- JOHNSON, S. C. & LUCAS, S. G. (2002): Histological study of the ray *Pseudohypolophus mcultyi* (Thurmond) from the Late Cretaceous (Coniacian-Santonian) of central New Mexico. *New Mexico Geology*, **24** (3): 88-90.
- KRIWET, J.; LIRIO, J. M.; NUÑEZ, H. J.; PUCEAT, E. & LÉCUYER, C. (2006): Late Cretaceous Antarctic fish diversity. *In: Cretaceous Tertiary high-latitude palaeoenvironments, James Ross Basin, Antarctica. Special Publication of the Geological Society of London*, **258**: 83-100.
- LI, L. & KELLER, G. (1998): Abrupt deep-sea warming at the end of the Cretaceous. *Geology*, **26**: 995-998.

- LI, L. & KELLER, G. (1999): Variability in Late Cretaceous climate and deep waters: evidence from stable isotopes. *Marine Geology*, **161**: 171-190.
- LEANZA, H.; APESTEGUÍA, S.; NOVAS, F. E. & DE LA FUENTE, M. S. (2004): Cretaceous terrestrial beds from the Neuquén Basin (Argentina) and their tetrapod assemblages. *Cretaceous Research*, **25**: 61-87.
- LOVEJOY, N. R. (1996): Systematics of myliobatoid elasmobranchs: with emphasis on the phylogeny and biogeography of neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae). *Zool. J. Linn. Soc.*, **117**: 207-257.
- MCEACHRAN, J. D.; DUNN, K. A. & MIYAKE, T. (1996): Interrelationships within the batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea). In: *Interrelationship of Fishes* (edits. STIASSNEY, M. L. J.; PARENTI, L. R. & JOHNSON, G. D.). Academic Press, New York, pp. 63-84.
- MURRAY, A. M.; COOK, T. D.; ATTIA, Y. S.; CHATRATH, P. & SIMONS, E. L. (2010): A fresh-water ichthyofauna from the late Eocene Birket Qarun Formation, Fayum, Egypt. *J. Vert. Paleo.*, **30** (3): 665-680.
- NELSON, J. S. (2006): *Fishes of the World* (edits. WILEY, J. & SONS). New York, 601 pp.
- NISHIDA, K. (1990): Phylogeny of the suborder Myliobatoidei. *Mem. Fac. Fish Hokkaido Univ.*, **37**: 1-108.
- OLIVEIRA, P. E. & SILVA SANTOS, R. (1950): Fósseis Cretáceos da Ilha da Itamacá. Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **22** (1): 107-112.
- REBOUÇAS, J. C. & SILVA SANTOS, R. (1956): Fauna ictiológica do fosfato de Pernambuco. *Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim*, 162: 1-36.
- SHIMADA, K. & BRERETON, D. (2007): The Late Cretaceous Lamniform shark, *Serratolamna serrata* (Agassiz), from the Mooreville Chalk of Alabama. *Paludicola*, **6** (3): 105-110.
- SILVA, M. C. (2007): *Os Vertebrados da Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleoceno), Nordeste do Brasil*. Disertación de Maestría en Geociencias. Universidad Federal de Pernambuco.
- UNDERWOOD, C. J. & MITCHELL, S. (2000): *Serratolamna serrata* (Agassiz) (Pisces, Neoselachii) from the Maastrichtian (Late Cretaceous) of Jamaica. *West Indian Journal of Earth Sciences*, **34**: 25-30.
- WARD, D. J. & WIEST, R. L. (1990): A checklist of Paleocene and Eocene sharks and rays (Chondrichthyes) from the Pamunkey Group, Maryland and Virginia, USA. *Tertiary Res.*, **12** (2): 81-88.
- WOODWARD, A. S. (1907): Notes on some Upper Cretaceous fish-remains from the provinces of Sergipe and Pernambuco, Brazil. *Geological Magazine*, **4** (515): 193-197.
- ZINSMEISTER, W. J. (1979): Biogeographic significance of the Late Mesozoic and Tertiary molluscan faunas of Seymour Island (Antarctic Peninsula) to the final breakup of Gondwanaland. In: *Historical biogeography* (edits. GRAY, J. & BOUCOT, A.). Oregon State University Press, Corvallis, pp. 349-355.
- ZINSMEISTER, W. J. (1982): Late Cretaceous-Early Tertiary molluscan biogeography of the southern Circum-Pacific. *Journal of Paleontology*, **56**: 84-102.