



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Condrictios fósiles del Plioceno Superior de la Formación Horcón, Región de Valparaíso, Chile central

Fossil Chondrichthyans from the Upper Pliocene Horcón Formation, Valparaíso Region, central Chile

JORGE D. CARRILLO-BRICEÑO^{1,*}, GERARDO GONZÁLEZ-BARBA², MAURICIO F. LANDAETA³ & SVEN N. NIELSEN⁴

¹Paleontological Institute and Museum, University of Zurich, Karl-Schmid-Strasse 4, Zurich 8006, Switzerland

²Museo de Historia Natural, Área de Ciencias del Mar, La Paz, Universidad Autónoma de Baja California Sur, AP 23080, México

³Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales, Universidad de Valparaíso, Avenida Borgoño 16344, Reñaca, Viña del Mar, Chile

⁴Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile

*Autor correspondiente: jorge.carrillo@pim.uzh.ch

RESUMEN

Se describen doce taxa de condrictios fósiles provenientes de rocas asignadas al Plioceno Superior de la Formación Horcón, región de Valparaíso, Chile central; se discuten sus registros previos, implicancias paleobiogeográficas y paleoambientales. La fauna comprende *Callorhynchus* sp., *Heterodontus* sp., *Carcharodon carcharias*, *Isurus oxyrinchus*, *Galeorhinus galeus*, *Carcharhinus brachyurus*, *Hexanchus griseus*, *Squatina* sp., *Pristiophorus* sp., Rajidae, Dasyatidae y Myliobatidae. Esta es una de las asociaciones de condrictios más diversas del Neógeno Tardío de Chile y del resto de América del Sur.

Palabras clave: América del Sur, paleobiogeografía, paleoecología, Neógeno, tiburones y rayas fósiles.

ABSTRACT

Twelve taxa of chondrichthyan fossils from strata assigned to the Upper Pliocene of the Horcón Formation, Valparaíso region, central Chile, are described and prior records paleobiogeography and paleoenvironmental implications are discussed. The fauna includes *Callorhynchus* sp., *Heterodontus* sp., *Carcharodon carcharias*, *Isurus oxyrinchus*, *Galeorhinus galeus*, *Carcharhinus brachyurus*, *Hexanchus griseus*, *Squatina* sp., *Pristiophorus* sp., Rajidae, Dasyatidae and Myliobatidae. This is one of the most diverse chondrichthyan associations of the Late Neogene of Chile and the rest of South America.

Key words: South America, paleobiogeography, paleoecology, Neogene, fossil sharks and rays.

INTRODUCCIÓN

La Formación Horcón corresponde a una unidad geológica depositada en un ambiente marino durante el Plioceno Tardío. Esta formación aflora en superficie en forma de estratos subhorizontales en los acantilados costeros que se encuentran entre la caleta Horcón (32°42' S, 71°21' W) y Maitencillo (32°40' S, 71°26' W), en la región de Valparaíso, Chile central (Fig.1). Originalmente fue descrita por Thomas (1958), quien describió

las características geológicas entre la caleta Horcón y Maitencillo, asignándole el nombre de Formación Horcón a un conjunto de estratos compuestos por areniscas finas, limolitas y arcillolitas de colores claros, que afloran en el sector en forma de acantilados costeros. Su asignación al Plioceno fue realizada por Tavera (1960) sobre la base de una asociación de moluscos colectados en los afloramientos costeros entre Horcón y Maitencillo. Aquí se restringe la edad de la Formación Horcón al Plioceno Superior en base a un ensamble



Fig. 1: Situación relativa del área de estudio, correspondiente a los afloramientos costeros de la Formación Horcón.

Location of the study area, in the coastal outcrops of the Horcón Formation.

faunístico de invertebrados y vertebrados colectados en los mismos estratos costeros que conforman la secuencia estratigráfica de esta unidad geológica.

La Formación Horcón posee un alto potencial paleontológico (Tavera 1960), sin embargo, pocas son las referencias y trabajos sistemáticos que se han desarrollado en el ámbito de los vertebrados fósiles. El conocimiento sobre los condriictios fósiles de esta unidad geológica era muy escaso, conociéndose sólo el reporte de *Hemipristis* sp. realizado por Tavera (1960) y el registro de *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) e *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) mencionado por Suárez & Marquardt (2003)¹. En la presente contribución, se realiza un análisis descriptivo de una asociación de condriictios fósiles colectados en la Formación Horcón, discutiéndose los registros previos, las implicancias paleobiogeográficas de

los taxa registrados y la importancia que los mismos representan como indicadores paleoambientales.

Marco geográfico y geológico

El área de colecta del material fósil corresponde a los afloramientos costeros de la Formación Horcón, los cuales están ubicados en la Comuna de Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile central (Fig. 1), aproximadamente a 51 km al norte de la ciudad de Valparaíso y a 7 km al noroeste del centro poblado Puchuncaví, en el borde costero comprendido entre la caleta Horcón y Maitencillo.

Los afloramientos de la Formación Horcón están representados por una morfología característica de acantilados costeros expuestos de forma casi ininterrumpida por ~ 8 km de extensión, en todo el sector comprendido entre la caleta Horcón y las playas de Maitencillo. Estos acantilados son el resultado de la acción erosiva del mar sobre las rocas expuestas en el borde costero, y constituyen una unidad fisiográfica muy importante en la conformación del paisaje local. Según Thomas (1958), la Formación Horcón no se restringe sólo a la

1 SUÁREZ ME & C MARQUARDT (2003) Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranquios del Mesozoico y Cenozoico de Chile y comentarios sobre su valor cronoestratigráfico. Actas X Congreso Geológico Chileno, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

zona costera, sino que la misma se extiende hasta el pie de los cerros al este de Puchuncaví y en las cercanías de Quintero. Los acantilados costeros se caracterizan por presentar una litología predominante de areniscas finas poco consolidadas, en forma de estratos subhorizontales con un buzamiento de 2° a 3°, con rumbos de las capas entre los 30° y 40° NE en los estratos de Playa Quirilluca y Maitencillo respectivamente. El espesor estimado para la secuencia estratigráfica de la Formación Horcón es de 45 m (Fig. 2), el cual va desde sus estratos basales en contacto discordante con el basamento plutónico-metamórfico de edad Paleozoico-Jurásico aflorante en toda la región (Thomas 1958, Álvarez 1964), hasta el tope de la misma, cuyos estratos superiores se encuentran en discordancia paralela con las paleodunas suprayacentes (Fig. 2).

En toda la secuencia estratigráfica que conforma la Formación Horcón, se pueden distinguir dos intervalos estratigráficos, uno inferior y otro superior, estando ambos

bien diferenciados sobre la base de las características litológicas y paleontológicas de los mismos. El Intervalo inferior correspondería a las primeras cinco capas o estratos basales de la unidad (Fig. 2), con un espesor estimado que no supera los 8 m, estando éste caracterizado por la ausencia de macrofósiles y una secuencia de conglomerados y areniscas verdosas con algunas concreciones calcáreas de color blanco. El Intervalo superior se correspondería con el resto de la secuencia estratigráfica hasta el tope de la misma (Fig. 2); las condiciones litológicas de este intervalo están caracterizadas por la presencia de capas de areniscas finas a gruesas, de colores claros y poco consolidadas, las cuales se encuentran intercaladas con algunas capas de conglomerados. En estas capas de conglomerados, conocidas también como capas de bolones, los clastos poseen tamaños muy variados, desde pocos centímetros a más de 10 cm de largo, con formas redondeada, aplanada y discoidal, formando dos estratos bien definidos a lo largo de toda la secuencia

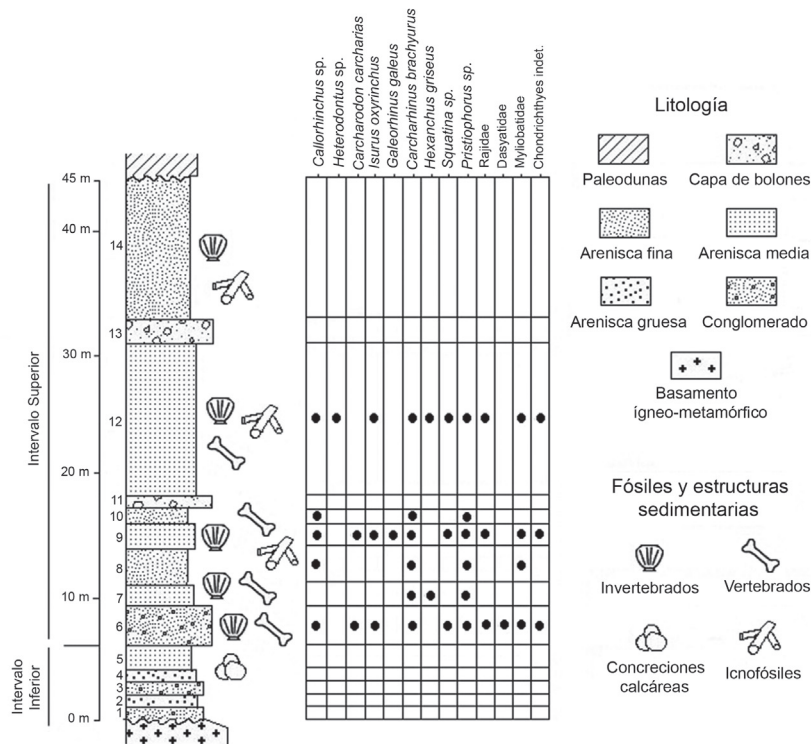


Fig. 2: Columna estratigráfica de la Formación Horcón, donde se referencian los registros de la asociación de condrictios fósiles.

Overall stratigraphy of the Horcón Formation, with reference to the records of the fossil chondrichthyan association.

estratigráfica, lo cual permite mantener una correlación de las capas supra e infra yacente a los mismos, a lo largo de todos los afloramientos de la Formación Horcón. En todos los estratos que conforman el Intervalo superior de la Formación Horcón, los restos de macrofósiles son abundantes, de los cuales hasta el momento se han reconocido un poco más de 60 taxa de invertebrados y vertebrados, que incluyen las especies referidas por Tavera (1960) y otros nuevos registros que en la actualidad se encuentran en estudio.

La asignación de una edad Plioceno para la Formación Horcón, fue propuesta por Tavera (1960) sobre la base de una asociación de moluscos colectados en los afloramientos costeros entre Horcón y Maitencillo, debido a que un alto porcentaje de la fauna estudiada es característica de esa edad. En base a la asociación de moluscos nuevamente encontrados, entre los que se destacan los bivalvos *Chlamys* cf. *hupeanus* (Philippi, 1887), *Panopea coquimbensis* (d'Orbigny, 1842) y los gasterópodos *Chorus blainvillei* (d'Orbigny, 1842), *Chorus doliaris* (Philippi, 1887) y *Hermespina mirabilis* (Möricke, 1896), se puede asignar una edad no menor al Plioceno Superior para la Formación Horcón, ya que estos moluscos son característicos y diagnósticos en estratos de esta edad para Chile y Perú (Herm 1969, DeVries 1997, 2005, DeVries & Vermeij 1997, Frassinetti 2000, Griffin & Nielsen 2008).

MÉTODOS

El material fósil aquí descrito, está compuesto por un total de 67 ejemplares identificados como dientes, placas dentales, vertebras, espinas, aguijones y dentículos dérmicos, correspondientes a 12 taxa, y los mismos se encuentran depositados en la colección del Museo Nacional de Historia Natural en Santiago, Chile, bajo el código (SGO-PV). El material fósil fue colectado en prospecciones superficiales con el Permiso del Consejo de Monumentos Nacionales N° 4703 y preparado bajo técnicas paleontológicas que permitieron su identificación taxonómica, la cual se basó, en la comparación con ejemplares actuales y fósiles depositados en las siguientes colecciones: Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, Chile (SGO-PV), Museo de Historia Natural-Universidad Autónoma de Baja California Sur, México/Colección Zoológica de Seláceos (MHN-UABCS/CZS); Universidad Nacional experimental Francisco de Miranda, Estado Falcón, Venezuela/ colección de condriactos fósiles (UNEFM); Museo Paleontológico de Caldera, Atacama, Chile (MPC).

RESULTADOS

Paleontología sistemática

La clasificación sistemática se ha adoptado de Nelson (2006). Se referencia para el material fósil de cada taxón, los códigos de colección y la capa de procedencia de los mismos de la columna estratigráfica que se muestra en la Fig.2.

Callorhynchus sp.

Clase Chondrichthyes Huxley, 1880; Subclase Holocephali Bonaparte, 1832; Orden Chimaeriformes Obruchev, 1953; Familia Callorhynchidae Garman, 1901; Género *Callorhynchus* Lacepède, 1798; *Callorhynchus* sp. (Fig. 3A, 3B, 3C y 3D).

Material referido

Una placa vomerina (SGO-PV-21520, capa 6), siete placas palatinas (SGO-PV-21530, capa 8; SGO-PV-21527, SGO-PV-21528, capa 9; SGO-PV-21422, SGO-PV-21525, SGO-PV-21526, SGO-PV-21529, capa 12), cinco placas mandibulares (SGO-PV-21524, capa 9; SGO-PV-21521, SGO-PV-21522, SGO-PV-21523, SGO-PV-21550, capa 12) y dos fragmentos de espinas de aletas dorsales (SGO-PV-21479, SGO-PV-21519, capa 12).

Descripción

La placa vomerina izquierda de 14 mm de largo, posee forma triangular aguda, con un margen labial convexo bien marcado y un margen sinfisial recto; la inclinación entre las caras que conforman ambos márgenes, le dan a ésta en corte trasversal forma de "V" invertida. De las 7 placas palatinas, 4 son izquierdas y 3 son derechas, con tamaños que oscilan entre los 16 y 32 mm. Estas placas palatinas, poseen forma triangular truncada, con un margen labial relativamente cóncavo y márgenes lingual y sinfisial rectos. Las 5 placas mandibulares con tamaños que oscilan entre los 23 y 42 mm de largo, poseen forma más o menos triangular, con un margen lingual convexo, el margen sinfisial suavemente cóncavo y el margen lingual con forma recta, aunque en la mayoría de los ejemplares no está bien conservado.

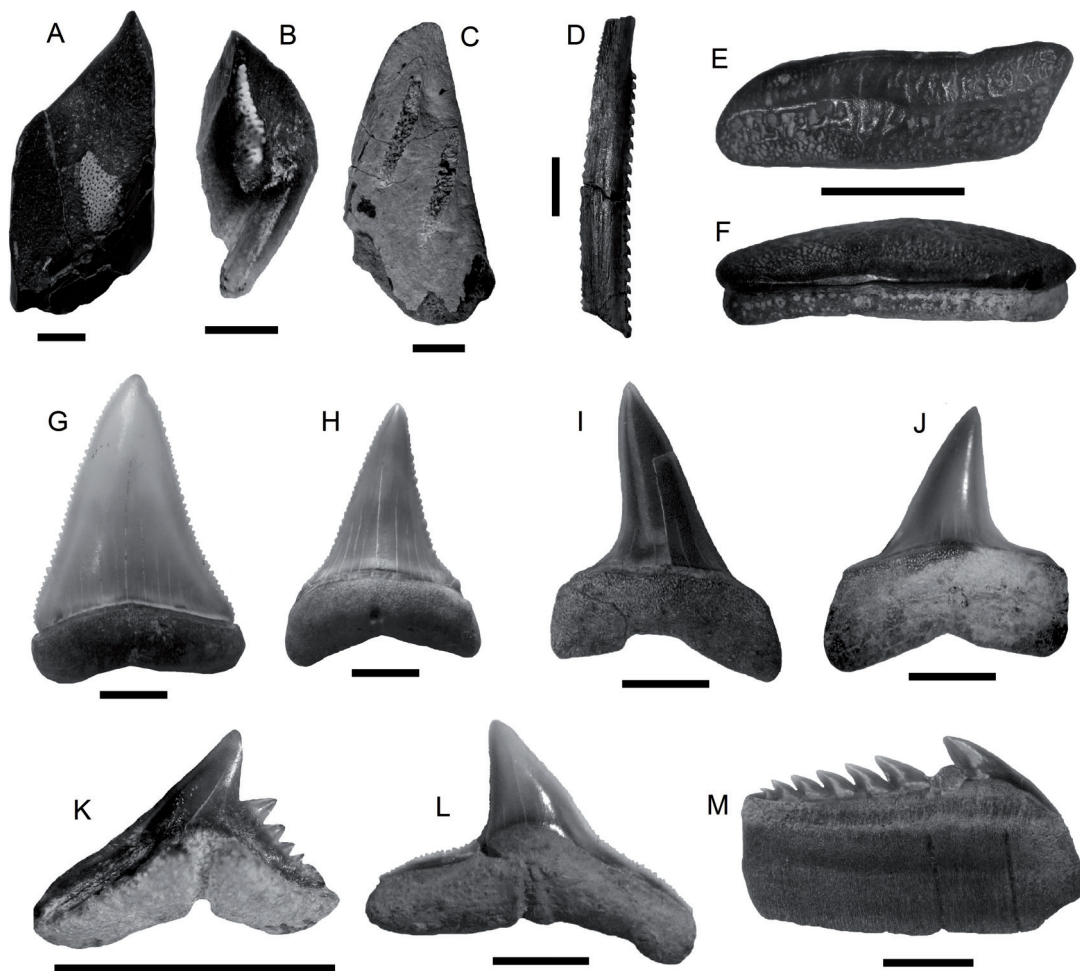


Fig. 3: A, B, C, D- *Callorhynchus* sp. A, placa dental (JC-H-245) en vista oclusal; B, placa vomerina (JC-H-242) en vista oclusal; C, placa palatina (JC-H-025) en vista oclusal; D, fragmento de espina (JC-H-241) en vista lateral. E, F- *Heterodontus* sp. E y F diente posterior lateral (JC-H-024) en vista oclusal y labial, respectivamente. G, H- *Carcharodon carcharias*. G, diente superior anterior en vista lingual (JC-H-048); H, diente inferior anterior en vista lingual (JC-H-049). I, J- *Isurus oxyrinchus*. I y J, dientes laterales (JC-H-187; 023) en vista lingual. K- *Galeorhinus galeus*. K, diente superior lateral (JC-H-146) en vista lingual. L- *Carcharhinus brachyurus*. L, diente superior lateral (JC-H-188) en vista lingual. M- *Hexanchus griseus*. M, diente inferior lateral (JC-H-022) en vista lingual. Escala de referencia 5 mm.

A, B, C, D- *Callorhynchus* sp. A dental plate (JC-H-245) in occlusal view; B, vomerine plate (JC-H-242) in occlusal view; C, palatal plate (JC-H-025) in occlusal view; D, fragment of spine (JC-H-241) in lateral view. E, F- *Heterodontus* sp. E and F posterior lateral tooth (JC-H-024) in occlusal and labial view, respectively. G, H- *Carcharodon carcharias*. G, upper anterior tooth in lingual view (JC-H-048); H, lower anterior tooth in lingual view (JC-H-049). I, J- *Isurus oxyrinchus*. I and J, lateral teeth (JC-H-187, 023) in lingual view. K- *Galeorhinus galeus*. K, upper lateral tooth (JC-H-146) in lingual view. L- *Carcharhinus brachyurus*. L, upper lateral tooth (JC-H-188) in lingual view. M- *Hexanchus griseus*. M, lower lateral tooth (JC-H-022) in lingual view. Reference scale 5 mm.

La mayor parte de las placas palatinas y mandibulares conservan las protuberancias de trituración. El material referible a 2 espinas de aletas dorsales, está fragmentado, pero ambas conservan el aserrado anterior y posterior de las mismas.

Comentarios

En la actualidad *Callorhynchus* es el único representante de la familia Callorhynchidae, es de hábitos bentónicos y suele encontrarse en aguas poco profundas hasta los 200 m de

profundidad. En las costas de América del Sur el género está representado por *Callorhynchus callorhynchus* (Linnaeus, 1758), especie conocida como pejegallo, con una amplia distribución en la costa Pacífica de Perú y Chile y en la costa Atlántica de Argentina y Uruguay (Pequeño & Lamilla 1997). Estudios elaborados por Didier et al. (1994) sobre el desarrollo de placas dentales de especies actuales como *Callorhynchus milli* (Bory de St. Vincent, 1823), demostraron que las asignaciones taxonómicas de placas fósiles debe realizarse con suma prudencia, ya que diferencias morfológicas presentes en las mismas, pudieran deberse a variaciones ontogénicas y posible dimorfismo sexual de un mismo taxón. Para algunas especies de *Callorhynchus* la forma de las protuberancias de trituración pueden variar debido al estado de crecimiento, uso y cambios en la alimentación (Didier et al. 1994, Di Giácomo & Perier 1996), lo cual sugiere que éstas no pueden ser utilizadas como único elemento de determinación taxonómica. Según Suárez et al. (2004), las placas dentales del género *Callorhynchus*, poseen una sola protuberancia de trituración hipermineralizada, las placas palatinas son triangulares y las placas mandibulares poseen un triturador que ocupa la parte media distal de la misma. Estos caracteres mencionados con anterioridad, están presentes en las placas dentales aquí mencionadas, lo cual permite asignar el material referido al género *Callorhynchus*. Sin embargo la falta de elementos diagnósticos no permite por el momento una determinación taxonómica hasta un nivel específico.

El registro más antiguo de género *Callorhynchus* proviene del Jurásico Medio de Alemania, y el material referido se corresponde con una cápsula de huevo (Stahl 1999). Para el Neógeno de Chile *Callorhynchus* es conocido en el Mioceno Inferior de la Formación Navidad (Suárez et al. 2006), Mioceno Medio-Superior de la Formación Bahía Inglesa (Suárez et al. 2004) y para el Plioceno de la Formación La Cueva (Suárez & Marquardt 2003¹). Otras localidades de América del Sur incluyen el Mioceno de la Patagonia Argentina con el registro de *C. crassus* descrito por Woodward y White (1930) y el registro de *Callorhynchus* cf. *callorhynchus* para el Plioceno de la Formación Pisco en Perú (De Muizon & DeVries 1985).

Heterodontus sp.

Subclase Elasmobranchii Bonaparte, 1838; Orden Heterodontiformes Berg, 1937; Familia Heterodontidae Gary, 1851; Género *Heterodontus* Blainville, 1816; *Heterodontus* sp. (Fig. 3E y 3F).

Material referido

Ocho dientes posteriores laterales (SGO-PV-21410, SGO-PV-21411, SGO-PV-21413, SGO-PV-21549, capa 6; SGO-PV-21412, SGO-PV-21416, capa 9; SGO-PV-21414, SGO-PV-21415, capa 12).

Descripción

Dientes con una altura entre 2 y 4 mm y un largo entre 6 y 11 mm respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande. La forma de los dientes es alargada medio-distalmente y ligeramente recurvada. A todo lo largo de las coronas, se presenta una cresta longitudinal prominente con estrías pequeñas longitudinales formando alveolos con forma alargada entre ellas; las raíces son delgadas y poseen una superficie basal aplanada.

Comentarios

El género *Heterodontus* con nueve especies vivientes, es en la actualidad el único representante de la familia Heterodontidae, con una distribución que se restringe a aguas templadas y cálidas de los océanos Pacífico e Índico (Compagno 2005). Las especies fósiles de *Heterodontus* fueron basadas en el tamaño y ornamentación coronaria de dientes anteriores y posteriores; lo cual llevó a Reif (1976), a incluir estas especies extintas en dos grupos que incluyen las formas *Portusjacksoni* y *Francisci*. Los dientes posteriores del grupo *Portusjacksoni* están caracterizados por poseer una forma ovoide con una cresta longitudinal más reducida. En el caso de los dientes posteriores del grupo *Francisci*, estos son más estrechos oclusalmente y alargados que los del grupo *Portusjacksoni*, poseyendo una cresta longitudinal más alargada (Reif 1976). Una morfología típica del grupo *Francisci* permite incluir los dientes provenientes de la Formación Horcón en este grupo; sin embargo,

las características morfológicas conservativas en los dientes posteriores de *Heterodontus*, hacen difícil una determinación taxonómica específica para el material aquí referido. Para la costa Pacífica de América del Sur *Heterodontus* sp., es conocido en el Mioceno Inferior de la Formación Navidad (Suárez et al. 2006), Mioceno Superior de las formaciones Bahía Inglesa y La Portada (Suárez & Marquardt 2003¹, Suárez et al. 2003²) todas en Chile, y para el Mioceno Superior de la Formación Pisco en Perú (De Muizon & DeVries 1985). Otras localidades de América del Sur con registros de *Heterodontus* sp. incluyen el Mioceno inferior de la Formación Gaiman y Mioceno Superior de la Formación Paraná, ambas en Argentina (Cione et al. 2011), y el Mioceno inferior de la Formación Cantaure y Mioceno Superior-Plioceno de la Formación Cubagua, ambas en Venezuela (Aguilera 2010).

Carcharodon carcharias

Orden Lamniformes Berg, 1958; Familia Lamnidae Müller & Henle, 1838; Género *Carcharodon* Smith, 1838; *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758). (Fig. 3G y 3H).

Material referido

Once dientes de ejemplares adultos y juveniles, de los cuales siete son superiores y cuatro inferiores (SGO-PV-21432, capa 6; SGO-PV-21476, capa 7; SGO-PV-21434, capa 8; SGO-PV-21437, SGO-PV-21458, capa 9; SGO-PV-21435, SGO-PV-21459, SGO-PV-21482, SGO-PV-21483, SGO-PV-21484, SGO-PV-21547, capa 12).

Descripción

Dientes inferiores y superiores de posición mandibular anterior y lateral. El tamaño de los dientes es variable, teniendo una altura entre 11 y 42 mm y un largo entre 7 y 28 mm respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande. Las coronas están comprimidas labio-lingualmente, son altas y

triangulares, con un aserramiento bien marcado en todo el borde cortante. La porción basal de las coronas, la cual está en contacto con las raíces y que carece de esmalte, forman una banda dental delgada, observable tanto en la cara lingual como labial. Las raíces son altas, con una amplia superficie labial aproximadamente plana y una superficie lingual más convexa y provistas de un foramen.

Comentarios

El gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) tiene en la actualidad una distribución cosmopolita en aguas templadas cálidas y frías, aunque ejemplares adultos de gran tamaño han sido reportados en aguas tropicales (Compagno 1984). Esta especie es pelágica-oceánica, aunque prefiere vivir en aguas pocos profundas de la plataforma continental, donde existen corrientes marinas que generan una alta concentración de vida animal (Compagno 1984). El reporte más antiguo conocido para *C. carcharias* proviene del Mioceno Temprano de Suiza (Cappetta 2012); sin embargo, la presencia de *C. carcharias* en rocas de esta edad es considerada por Cappetta (2012) como cuestionable, debido a la ausencia en otras localidades de esta especie de amplia distribución, lo que hace que el registro del Mioceno de Europa (Suiza) sea algo dudoso. Ehret et al. (2012) reconocen a *Cosmopolitodus hastalis* (Agassiz, 1843) como el ancestro directo de *C. carcharias*; proponiendo *Carcharodon (Cosmopolitodus) hastalis* como la especie más basal y a la nueva especie *Carcharodon hubbelli* (Ehret et al., 2012) del Mioceno Tardío de Perú, como el taxón transicional que dio origen a *C. carcharias*. Para el Mioceno Superior de la Formación Paraná en Argentina, Cione et al. (2011) mencionan la presencia de *Carcharodon* sp. y Fernández (2005), hace referencia a *C. carcharias* para el Mioceno de la Formación Pirabas en Brasil. El registro de *C. carcharias* para el Mioceno de Brasil (Fernández 2005) está fundamentado sólo en la forma del aserrado de las coronas de cinco dientes inferiores, sin definir otras características diagnósticas como por ejemplo la morfología de la raíz. El registro de *C. carcharias* referido por Fernández (2005), pudiera ser cuestionable debido a la falta de una descripción taxonómica más detallada

2 SUÁREZ ME, C MARQUARDT, A LAVENU, N MARINOVIC & HG WILKE (2003) Vertebrados Marinos Neógenos de la Formación La Portada, II Región, Chile. Actas X Congreso Geológico Chileno, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

del material fósil y en especial por la edad de la Formación Pirabas, la cual es asignada al Mioceno (Fernández 2005, Ferreira et al. 2009).

Para el Plioceno *C. carcharias* es muy abundante, con una distribución cosmopolita cuyos registros para esa edad incluyen África, Asia (Japón), Australia, Europa (Italia), América del Norte y América del Sur (Kemp 1991; Cappetta 2012; Ehret et al. 2012). En rocas del Plioceno de la costa Pacífica de América del Sur, *C. carcharias* es conocido para la Formación Pisco en Perú (De Muizon & DeVries 1985; Ehret et al. 2012) y en Chile en los estratos asignados a esta edad de las formaciones Bahía Inglesa, La Portada, Coquimbo, Horcón y La Cueva (Long 1993, Suárez & Marquardt 2003¹, Le Roux et al. 2006).

Isurus oxyrinchus

Género *Isurus* Rafinesque, 1810; *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) (Fig. 3I y 3J).

Material referido

Dos dientes laterales (SGO-PV-21409, capa 7; SGO-PV-21485, capa 12).

Descripción

Dientes con una altura entre 13-17 mm y un largo de 14-15 mm entre el ejemplar más grande y el más pequeño. Poseen una corona de forma triangular, alta e inclinada hacia la parte distal, con la cara labial plana, la cara lingual convexa y con bordes cortantes lisos y filosos. Ambos dientes poseen una banda dental muy estrecha, una raíz gruesa con base cóncava, fuertes lóbulos y un foramen muy pequeño.

Comentarios

En la actualidad el tiburón Mako (*Isurus oxyrinchus*) posee una distribución cosmopolita en aguas templadas cálidas y tropicales, encontrándose tanto en zonas costeras como oceánicas (Compagno 1984). *Isurus oxyrinchus* fue referido por De Muizon & DeVries (1985), para el Mioceno de la Región de Sacaco en Perú y Fernández (2005) lo registró para el Mioceno de la Formación Pirabas en Brasil. Para el Neógeno de Chile *I. oxyrinchus* ha sido reconocido en el Mioceno Inferior de la Formación Navidad (Suárez et al. 2006),

Mioceno Superior-Plioceno Inferior de las formaciones Bahía Inglesa y La Portada (Long 1993, Suárez & Marquardt, 2003¹, Suárez et al. 2003²), Mioceno-Plioceno de la Formación Coquimbo en Bahía de Tongoy (Long 1993) y para el Plioceno de las formaciones Lo Abarca y Horcón (Encinas 2002³, Suárez & Marquardt 2003¹).

Galeorhinus galeus

Orden Carcharhiniformes Compagno, 1977; Familia Triakidae Gray, 1851; Género *Galeorhinus* Blainville, 1816; *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758). (Fig. 3K).

Material referido

Dos dientes superiores laterales (SGO-PV-21425, SGO-PV-21463, capa 9).

Descripción

Dientes con una altura de 4 y 4.5 mm y un ancho de 4.5 y 6 mm respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande. Las coronas son delgadas y fuertemente inclinadas hacia la parte distal. El borde medial es largo y liso; el borde cortante distal es alto y oblicuo, provisto con cinco dientes pequeños. La superficie labial de la corona es algo aplanada y el borde lingual más convexos. La raíz es aplanada, presentando una concavidad con canal y foramen en la cara lingual. La base de la raíz presenta una suave concavidad.

Comentarios

La actual especie *Galeorhinus galeus* es de carácter cosmopolita, con una distribución en todos los océanos, principalmente los de aguas templadas (Compagno 1984). *Galeorhinus* es conocido desde el Cretácico Tardío hasta el reciente, y sus dientes tienden a ser pequeños, con alturas que no superan los 5 mm, con forma subtriangular y bordes oblicuos y aserrados sólo en el borde distal (Cappetta 2012). Para el Mioceno Tardío de Chile se

3 ENCINAS A (2002) Presencia de vertebrados marinos neógenos en la Formación Lo Abarca, Chile Central. Actas I Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Santiago, Chile: 32.

conocía la presencia de *Galeorhinus* sp. en la Formación La Portada y *Galeorhinus galeus* en la Formación Bahía Inglesa, siendo este último el único registro que se conocía de la especie para el Neógeno de América del Sur (Long 1993, Suárez & Marquardt 2003¹, Suárez et al. 2003²).

Carcharhinus brachyurus

Familia Carcharhinidae Jordan & Evermann, 1896; Género *Carcharhinus* Blainville, 1816; *Carcharhinus brachyurus* (Günther, 1870). (Fig. 3L).

Material referido

Un diente superior lateral (SGO-PV-21486, capa 12).

Descripción

Diente con una altura de 12 mm y un ancho 18 mm. Corona alta e inclinada levemente hacia la parte distal; el borde cortante mesial es levemente cóncavo y el borde cortante distal un poco más recto. La cara lingual de la corona es levemente abultada y la cara labial es plana; toda la corona presenta un borde aserrado, que puede ser diferenciado perfectamente entre la cúspide y los talones radiculares, siendo el aserramiento en estos últimos más marcado. La raíz es corta, con una base cóncava, la cara labial es plana y la lingual abultada con un surco bien marcado.

Comentarios

El género *Carcharhinus* tiene un registro fósil que va desde el Eoceno hasta el reciente (Cappetta 2012). *Carcharhinus brachyurus*, corresponde a un tiburón con una distribución actual muy amplia en todos los océanos, tanto de aguas cálidas como templadas; pudiendo ingresar incluso a aguas salobres y dulces (Compagno et al. 2005). Para el Mioceno Tardío de Chile, *C. brachyurus* es conocido en rocas de las formaciones Bahía Inglesa y La Portada, (Suárez et al. 2003²). Otras localidades de América del Sur incluyen el Neógeno de Perú, donde *Carcharhinus* cf. *brachyurus* ha sido reportado en rocas del Mioceno Inferior de la Formación Chilcatay, Mioceno Medio de la Formación Pisco (Alván 2007) y para el

Mioceno Superior de la Formación Miramar en las cercanías de Piura (Apolín et al. 2004⁴).

Hexanchus griseus

Superorden Squalomorpii Compagno, 1973; Orden Hexanchiformes De Buen, 1926; Familia Hexanchidae Gary, 1851; Género *Hexanchus* Rafinesque, 1810; *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788). (Fig. 3M).

Material referido

Un diente inferior antero-lateral (SGO-PV-21408, capa 9).

Descripción

Diente con 28 mm de largo y 19 mm de ancho. El mismo está comprimido labio-lingualmente; la corona tiene forma de peine con una cúspide principal en la parte mesial y siete cúspides menores que decrecen en tamaño a medida que se acerca a la parte distal. La raíz es alta y comprimida de forma rectangular, con el borde mesial cóncavo y el distal más recto.

Comentarios

La Cañabota gris (*Hexanchus griseus*) tiene en la actualidad una distribución cosmopolita, generalmente en mares templados y tropicales; de hábitos neríticos y bentónicos, suele encontrarse en la plataforma continental, aunque pueden localizarse en profundidades mayores a los 1800 m (Compagno 1984). Según Cappetta (2012), el registro más antiguo conocido para *Hexanchus* proviene del Jurásico; en cuanto al registro fósil de *H. griseus* se conoce desde el Mioceno hasta el reciente (Cione & Reguero 1994). Según Long (1993), *H. griseus* posee variaciones ontogénicas en sus dientes inferiores, características que pueden haber sido utilizadas para distinguir a *H. gigas* (Sismonda, 1857); lo cual concuerda con la suposición de Cappetta (2012), quien sugiere que *H. griseus* puede ser utilizado como sinónimo de *H. gigas*. Para el Neógeno de

4 APOLÍN J, G GONZÁLEZ & JM MARTÍNEZ (2004) Seláceos del Mioceno Superior de Quebrada Pajaritos (Piura, Perú). Actas XII Congreso Peruano de Geología, Sociedad Geológica del Perú, Perú: 401-404.

América del Sur, *H. griseus* es conocido en el Mioceno de Patagonia (Arratia & Cione 1996), para el Plioceno de la Formación Pisco en Perú (Long 1993) y en el Plioceno de la Formación Bahía Inglesa en la localidad de Norte Mina (Long 1993, Suárez & Marquardt 2003¹); aunque para los depósitos del Mioceno de esta misma formación, Suárez & Marquardt (2003)¹ reportan *Hexanchus* sp.

Squatina sp.

Orden Squatiniformes De Buen, 1926; Familia Squatinidae Bonaparte, 1838; Género *Squatina* Duméril, 1806; *Squatina* sp. (Fig. 4A y 4B).

Material referido

Ocho dientes anteriores (SGO-PV-21428, SGO-PV-21461, SGO-PV-21548, capa 6; SGO-PV-21427, capa 7; SGO-PV-21429, capa 8; SGO-PV-21477, capa 9; SGO-PV-21426, SGO-PV-21481,).

Descripción

Dientes con una altura entre 4 y 6 mm y un largo entre 4 y 7 mm respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande. La corona está formada por una cúspide aguda, corta y delgada que se curva fuertemente en dirección lingual; los bordes cortantes son ligeramente cóncavos, completamente lisos alcanzando la base de la corona. La raíz es amplia, baja y perpendicular a la corona con un borde basal de forma triangular.

Comentarios

El género *Squatina* conocido como tiburón ángel cuenta con un poco más de 12 especies vivientes. Este género de hábitos bentónicos, posee una amplia distribución en todos los océanos, desde aguas templado frías a tropicales (Compagno 1984). El registro fósil más antiguo de *Squatina* es conocido del Jurásico Tardío de Alemania, con ejemplares que conservan los esqueletos completos y articulados, conociéndose sólo dientes aislados en depósitos del Cretácico y Cenozoico (Cappetta 2012). Los dientes aquí descritos conservan la morfología característica del género *Squatina*, sin embargo, la determinación de especies fósiles basándose sólo en dientes

aislados se hace muy difícil, debido a la poca variabilidad de la dentición de este género a través del tiempo (Cappetta 2012). Debido a esto el material aquí referido para la Formación Horcón, es asignado por el momento a *Squatina* sp. Para el Neógeno de Chile, *Squatina* había sido registrado en el Mioceno Inferior de la Formación Navidad y en el Mioceno Superior de la Formación Bahía Inglesa (Suárez et al. 2006, Suárez & Marquardt 2003¹). Otras localidades de América del Sur con registros de *Squatina* sp. incluyen el Mioceno Superior-Plioceno de la Formación Cubagua en Venezuela (Aguilera 2010), Mioceno Inferior de la Formación Gaiman, Mioceno Medio-Superior de la Formación Puerto Madryn y Mioceno Superior de la Formación Paraná, estas tres últimas en Argentina (Arratia & Cione 1996, Cione et al. 2011).

Pristiophorus sp.

Orden Pristiophoriformes Berg, 1958; Familia Pristiophoridae Bleeker, 1859; Género *Pristiophorus* Müller & Henle, 1837; *Pristiophorus* sp. (Fig. 4C).

Material referido

Tres dientes rostrales (SGO-PV-21420, capa 6; SGO-PV-21421, capa 9; SGO-PV-21478, capa 12).

Descripción

Dos de los dientes rostrales están completos con una altura entre 7 y 9 mm, respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande; el otro ejemplar está incompleto y sólo se conserva la corona, la cual mide 18 mm. Las coronas son largas, delgadas y aplanadas dorso-ventralmente, con una leve curvatura en sentido posterior; los bordes cortantes son lisos y ligeramente filosos. Las raíces tienen forma de pedúnculo alargado en sentido antero-posterior con una superficie basal cóncava.

Comentarios

Los tiburones sierra (*Pristiophorus*) tienen hábitos demersales y se encuentran sobre la zona de plataforma continental, aunque algunos representantes del género han sido reportados a un poco más de 900 m de profundidad (Compagno 1984). Según Compagno (1984)

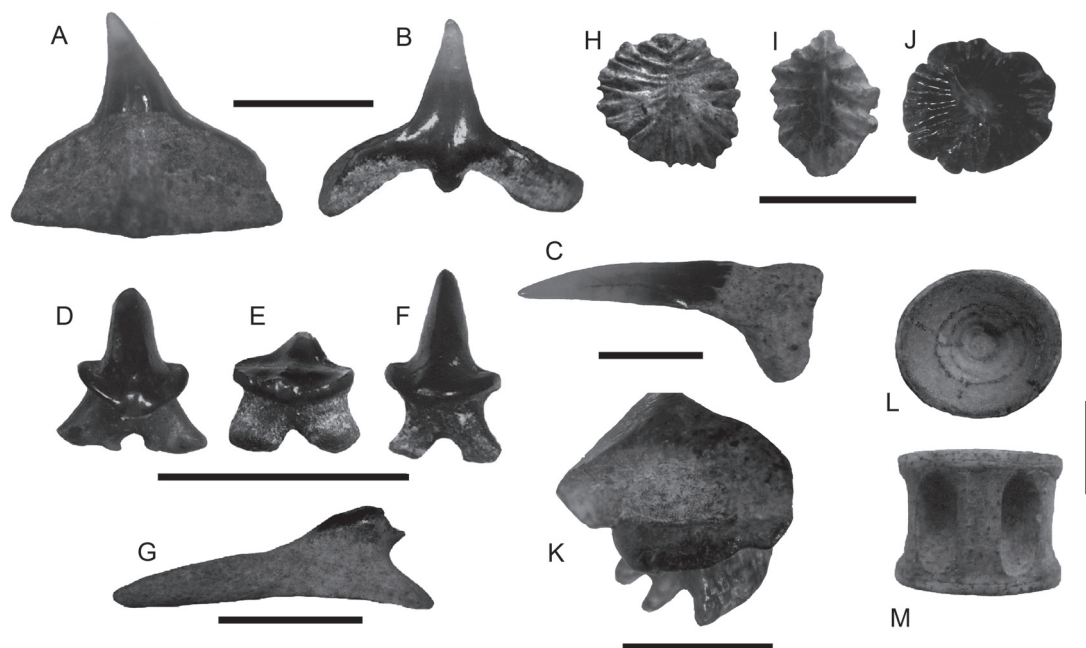


Fig. 4: A, B- *Squatina* sp. A y B, diente anterior (JC-H-140) en vista lingual y labial respectivamente. C- *Pristiophorus* sp. C, diente rostral (JC-H-035) en vista basal. D, E, F, G- Rajidae. D, E y F, dientes (JC-H-147; 032; 038) en vista labial; G, aguijón caudal (JC-H-145) en vista lateral. H, I, J- Dasyatidae. H, I y J, denticulos dérmicos (JC-H-143; 144; 054) en vista apical. K- Myliobatidae. K, fragmento de placa lateral (JC-H-033). L, M- Condrictios indeterminados. L y M, vertebra caudal (JC-H-004). Escala de referencia 5 mm.

A, B- *Squatina* sp. A and B, anterior tooth (JC-H-140) in lingual and labial view, respectively. C- *Pristiophorus* sp. C, rostral tooth (JC-H-035) in basal view. D, E, F, G- Rajidae. D, E and F, teeth (JC-H-147, 032, 038) in labial view; G, caudal sting (JC-H-145) in lateral view. H, I, J- Dasyatidae. H, I and J, dermal denticles (JC-H-143, 144, 054) in apical view. K- Myliobatidae. K, lateral plate fragment (JC-H-033). L, M- indeterminate chondrichthyan. L and M, vertebra caudal (JC-H-004). Reference scale 5 mm.

Pristiophorus está representado en la actualidad por cuatro especies, con una distribución en aguas templadas cálidas a subtropicales del Océano Pacífico Occidental y del Atlántico Norte en la zona de las Bahamas. El registro fósil de la familia Pristiophoridae es conocido desde el Cretácico Tardío hasta el reciente (Cappetta 2012). Para el Neógeno de Chile *Pristiophorus* sp. es conocido en el Mioceno Inferior de la Fm. Navidad (Suárez et al. 2006), Mioceno Superior de las formaciones Bahía Inglesa y La Portada, y para el Plioceno de la Formación La Cueva (Suárez & Marquardt 2003¹; Suárez et al. 2003²). Otros registros de *Pristiophorus* sp. en América del Sur incluyen: Mioceno inferior de la Formación Gaiman en Argentina (Cione et al. 2011), Mioceno Superior-Plioceno de la Formación Pisco en Perú (De Muizon & DeVries 1985, Arratia & Cione 1996) y Mioceno Superior-Plioceno de

la Formación Cubagua en Venezuela (Aguilera 2010).

Rajidae

Subdivisión Batoidea Compagno, 1973; Orden Rajiformes Berg, 1940; Familia Rajidae Bonaparte, 1831. (Fig. 4D, 4E, 4F y 4G).

Material referido

Tres dientes (SGO-PV-21418, capa 6; SGO-PV-21424, capa 8; SGO-PV-21464, capa 12), un aguijón dérmico (SGO-PV-21417, capa 12) y un aguijón caudal (SGO-PV-21462, capa 9).

Descripción

Dientes macizos, con una altura de 2 y 3 mm entre el ejemplar más pequeño y el más

grande. Dos de los dientes poseen coronas con una fuerte cúspide curvada hacia la parte distal y una base coronaria en forma de visera redondeada con los bordes laterales curvados hacia la parte superior. El otro diente posee una superficie coronaria aplanada con una cúspide más baja y con un cono central pequeño. En los tres dientes las raíces son elevadas y ampliamente expandidas en sentido medio-distal, con un canal bien marcado en la parte basal de esta. El agujón dérmico tiene una base circular de 6 mm de diámetro, con una superficie lisa; del centro de la base se proyecta un vástago grueso que termina en forma aguda y con una curvatura hacia la parte posterior. El agujón caudal posee una base alargada y ovalada de 11 mm de largo, con una prolongación superior esmaltada, la cual posee una forma aguda y está orientada hacia la parte posterior.

Comentarios

Estos condriictios de hábitos bentónicos y con numerosas especies, poseen una distribución muy amplia en todos los mares y océanos, tanto en aguas templadas como tropicales; teniendo rangos batimétricos que van desde la zona litoral hasta la zona abisal (Nelson 2006). Debido a la generalizada y amplia variabilidad dental de los taxa integrantes de la familia Rajidae (Cappetta 2012), incluyendo el marcado dimorfismo sexual existente en muchos géneros, es conveniente por el momento, asignar el material aquí descrito hasta el nivel de familia. Para el Neógeno de Chile la familia Rajidae ha sido reconocida en el Mioceno Superior de la Formación Bahía Inglesa por la presencia de dientes y denticulos dérmicos de *Raja* sp. (Long 1993, Suárez & Marquardt 2003¹). Otra localidad en América del Sur con referencia de Rajidae (*Raja* sp.) es en el Mioceno Superior-Plioceno de la Formación Cubagua en Venezuela (Aguilera 2010).

Dasyatidae

Orden Myliobatiformes Compagno, 1973; Familia Dasyatidae Jordan, 1888. (Fig. 4H, 4I y 4J).

Material referido

Cinco denticulos dérmicos (SGO-PV-21440, capa 6; SGO-PV-21433, SGO-PV-21460, SGO-PV-21461 capa 9; SGO-PV-21431, capa 12).

Descripción

Denticulos dérmicos de forma circular y oval, con una longitud entre 4 y 9 mm entre el ejemplar más pequeño y el más grande. La parte superior esmaltada posee una ornamentación compuesta por una cúspide de la cual descienden líneas en forma radial, creando entre ellas canales bien marcados que le dan al denticulo un aspecto rugoso.

Comentarios

Con más de setenta especies reconocidas en la actualidad, la familia Dasyatidae es de distribución cosmopolita. Sus hábitos son bentónicos, encontrándose en aguas marinas, salobres y continentales (Nelson 2006). La mayoría de los registros fósiles conocidos para dasiatidos están basados en dientes aislados; sin embargo la morfología característica de los denticulos de esta familia permite en algunos casos asumir su presencia en yacimientos fósiles. Monsch (1998) reconoció la presencia de Dasyatidae en base a denticulos dérmicos para el Mioceno de la Formación Pebas en el noroeste del Amazonas, y Purdy et al. (2001), refirieron la presencia de *Dasyatis centroura* (Mitchill, 1814) en base a denticulos dérmicos para la Formación Yorktown en el Neógeno de América del Norte. Los denticulos fósiles de *D. centroura* referidos por Purdy et al. (2001), en especial los denticulos de la región caudal de un ejemplar actual de *D. centroura* utilizados como material de referencia e ilustrado por estos autores (Purdy et al. 2001), y los denticulos ilustrados por Monsch (1998) para la Formación Pebas, presentan una morfología muy similar a los denticulos aquí descritos para la Formación Horcón. Por el momento y al no contar con material de referencia actual y fósil que permita una determinación taxonómica más precisa, es conveniente dejar asignado el material referido sólo hasta el nivel de familia. Para el Neógeno de Chile la Familia Dasyatidae ha sido reportada con la presencia de *Dasyatis* sp. en el Mioceno Superior de la Formación Bahía Inglesa (Suárez & Marquardt 2003¹). Otras localidades del Neógeno de América del Sur con representantes de Dasyatidae incluyen Argentina, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela (Monsch 1998, Apolín et al. 2004⁴, Aguilera 2010, Cione et al. 2011).

Myliobatidae

Familia Myliobatidae Bonaparte, 1838. (Fig. 4K).

Material referido

Un fragmento de diente (SGO-PV-21419, capa 6).

Descripción

Fragmento lateral de un diente, con los bordes anterior y posterior fracturados y erosionados; el borde lateral es convexo y llega hasta la base de la raíz. La sección oclusal que se conserva es lisa y plana. La sección correspondiente a la raíz solo conserva tres láminas paralelas con dos surcos alternos correspondientes a los canales de vascularización.

Comentarios

El registro fósil para esta familia es conocido desde el Cretácico Tardío (Campaniano) de América del Norte hasta la actualidad (Cappetta 2012). Según Cappetta (2012), para el Neógeno esta familia está bien representada en depósitos referibles a aguas cálidas; pero hoy en día sus representantes poseen una distribución en todos los océanos, principalmente en aguas templadas cálidas y tropicales (Nelson 2006). La determinación taxonómica de dientes aislados de Myliobatidae se facilita cuando los elementos fósiles están completos y permiten identificar los patrones morfológicos característicos que diferencian a los géneros que conforman esta familia. El fragmento dental aquí descrito posee características diagnósticas como un patrón bien marcado de vascularización de tipo poliulacorhizado y evidencias del borde lateral y parte oclusal de la corona, característicos de los representantes de Myliobatidae, lo cual permite que el mismo se incluído dentro de esta familia. Debido al estado de fragmentación del ejemplar referido, no hay otros elementos diagnósticos que permitan una determinación genérica. Para el Neógeno de Chile, la familia Myliobatidae está representada por los géneros *Aetobatus* y *Myliobatis*. Para el Mioceno Inferior de la Formación Navidad y Plioceno de la Formación La Cueva se conocen los registros de *Myliobatis* sp., y para

el Mioceno Superior de la Formación Bahía Inglesa *Aetobatus* sp. y *Myliobatis* sp. (Long 1993, Suárez et al. 2006; Suárez & Marquardt, 2003¹). Otras localidades del Neógeno de América del Sur con representantes fósiles de Myliobatidae incluyen Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela (Longbottom 1979, De Muizon & DeVries 1985, Monsch 1998, Arratia & Cione 1996, Fernández 2005, Aguilera 2010).

Chondrichthyes indet. (Fig. 4L y 4M)

Material referido

Cinco vértebras indeterminadas (SGO-PV-21195, capa 6; SGO-PV-21185, capa 9; SGO-PV-21184, SGO-PV-21197, SGO-PV-21199, capa 12).

Descripción

Vértebras de posición columnar desconocida, con diámetros entre 9 y 10 mm y un largo entre 8 y 12 mm respectivamente entre el ejemplar más pequeño y el más grande.

Comentarios

Aunque el material está en buen estado de preservación, no presenta características diagnósticas que permitan una asignación taxonómica mas específica.

DISCUSIÓN

La primera referencia de un condrictio fósil para la Formación Horcón fue realizada por Tavera (1960), mencionando la presencia de *Hemipristis* sp.; sin embargo, este material nunca fue ilustrado, desconociéndose en la actualidad el paradero del mismo y del resto de la colección de invertebrados referidos por Tavera (1960) para la Formación Horcón, lo cual no permite certificar la presencia de *Hemipristis* sp. para esta unidad geológica. Posteriormente la presencia de dientes de *C. carcharias* e *I. oxyrinchus* fueron mencionados para la Formación Horcón por Suárez & Marquardt (2003)¹, sin presentar ninguna ilustración ni referencia del repositorio del material referido. De los 12 taxa que se referencian en este trabajo para la Formación

Horcón, los taxa *Callorhinchus* sp., *Heterodontus* sp., *G. galeus*, *C. brachyurus*, *H. griseus*, *Squatina* sp., *Pristiophorus* sp., Rajidae, Dasyatidae y Myliobatidae, se corresponderían al primer registro referible para esta unidad geológica, mientras que *C. carcharias* e *I. oxyrinchus* ya habían sido reportados con anterioridad (Suárez & Marquardt 2003)¹.

Para el Plioceno de Chile, *Callorhinchus* sp., *C. carcharias*, *I. oxyrinchus*, *H. griseus*, *Pristiophorus* sp. y Myliobatidae, han sido referidos en varias unidades geológicas de esta edad (Encinas 2002³, Suárez & Marquardt 2003¹, Suárez et al. 2003²). En cuanto a *Heterodontus* sp., *G. galeus*, *C. brachyurus*, *Squatina* sp., Rajidae y Dasyatidae, serían los primeros registros referibles a estos taxones para una unidad geológica del Plioceno Tardío de Chile; correspondiéndose el registro de *G. galeus* y *C. brachyurus* como la primera referencia fósil de estos taxones para el Plioceno Tardío de América del Sur. En referencia a *Heterodontus* sp., su registro para el Plioceno Superior de la Formación Horcón, juega un papel importante en las interpretaciones paleobiogeográficas de este género. Aunque *Heterodontus* sp. ha sido registrado en unidades geológicas referidas al Mioceno de Argentina (Cione et al. 2011), Chile (Suárez et al. 2003², 2006), Perú (De Muizon & DeVries 1985) y Venezuela (Aguilera 2010), el material referido para la Formación Horcón, correspondería al registro más austral en el Plioceno Tardío de América del Sur. Sin obviar que el mismo también podría corresponder al único registro confiable referido para esta edad en el continente suramericano, ya que la única referencia conocida para este género la realiza Aguilera (2010), quien mencionó la presencia de *Heterodontus* sp. en rocas del Mioceno Superior-Plioceno de la Formación Cubagua en Venezuela oriental.

Inferencias paleoambientales postuladas por Covacevich & Frassinetti (1993), para el Plioceno de las formaciones Horcón y La Cueva, aseveraron que las faunas de invertebrados conocidas para estas unidades, serían unas de las asociaciones fósiles más jóvenes reconocidas en Chile central, y que las mismas representan una doble participación referible a condiciones templadas en función de las faunas más antiguas, y condiciones más parecidas a las actuales en el Pacífico

suroriental (Provincia Perú-Chile), en función de las faunas más jóvenes, pudiendo ser estas últimas el resultado del enfriamiento progresivo que venía ocurriendo desde el Mioceno (Covacevich & Frassinetti 1993). Todos los taxa de condriictios fósiles reconocidos para la Formación Horcón, a excepción de la especie *C. brachyurus* y de los géneros *Heterodontus* y *Pristiophorus*, cuentan con representantes actuales frente a la zona costera y aguas adyacentes de Chile (Lamilla & Bustamante, 2005). Los taxa de condriictios actuales referidos para las aguas chilenas, de los cuales algunos no son representantes habituales como el caso de *C. carcharias*, poseen una distribución biogeográfica que está influenciada por los requerimientos ecológicos de éstos. Uno de los factores que más influye en la distribución actual de los condriictios es la temperatura del agua (Compagno 1984, Nelson 2006), y tal como lo refiere Cione (1978), este factor es muy importante para estudios paleoambientales, ya que debido a la condición estenoterma bien definida de muchos taxones, esta pudiera ser utilizada como referencia para obtener inferencias de paleotemperaturas. Según Compagno (1984), especies como *C. carcharias*, *I. oxyrinchus*, *G. galeus* y *C. brachyurus*, se les encuentra en la actualidad desde aguas tropicales a templadas cálidas. El género *Callorhinchus* se encuentra en aguas templadas-cálidas y templadas-frías de Argentina, Chile, Perú y Uruguay (Pequeño & Lamilla 1997). Representantes del género *Squatina* y de las familias Myliobatidae, Dasyatidae y Rajidae son de amplia distribución cosmopolita, tanto en aguas tropicales como templadas (Compagno 1984, Nelson 2006, Cappetta 2012). *Hexanchus griseus* tiene en la actualidad una distribución cosmopolita, generalmente en mares templados y tropicales; aunque se le encuentra en la zona nerítica, esta especie tiene preferencia por aguas profundas donde han sido reportado a más de 1000 m de profundidad (Compagno 1984). Los representantes del género *Pristiophorus* están restringidos a zonas templadas y subtropicales, prefiriendo aguas profundas, y los mismos no han sido mencionados como integrantes de la fauna actual de América del Sur (Cione 1978, Compagno 1984). En el caso del género *Heterodontus*, sus representantes actuales pueden estar tanto en aguas templadas como

tropicales, teniendo como preferencia aguas con temperatura sobre los 21°C (Compagno 1984).

En conclusión este ensamble de condrictios fósiles reconocidos para la Formación Horcón, permite incluir a esta unidad geológica como una de las más diversas en cuanto a este grupo taxonómico para el Neógeno Tardío de Chile y del resto de América del Sur. En referencia a la información paleoecológica suministrada por este ensamble fósil, la misma no es muy certera en cuanto a la estimación de paleotemperaturas imperantes para el antiguo ambiente de depositación, debido a que las características ecológicas de los taxa actuales y sus respectivos congéneres fósiles, no pueden ser utilizados por el momento como un elemento diagnóstico para tal fin. Sin embargo, la presencia de *Heterodontus* sp. en la Formación Horcón, pudiera dejar una interrogante abierta, que en un futuro con nuevas evidencias paleontológicas y sedimentarias, pudieran arrojar información más precisa y detallada para interpretaciones paleoambientales de esta unidad geológica, ayudando a comprender el dinamismo paleoambiental de la Costa Pacífica de América del Sur durante el Neógeno Superior.

AGRADECIMIENTOS: Los autores quieren dar un especial agradecimiento al Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, al Museo de Historia Natural de Puchuncaví y a María Verónica Andrade, por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- AGUILERA O (ed) (2010) Peces Fósiles del Caribe de Venezuela. Primera edición. Gorham Printing, Centralia, USA.
- ALVÁN A (2007) Geología de Ocucaje: aportes en la sedimentología y paleontología de Lomas de Ullujaya (Ica, Perú). Revista del Instituto de Investigaciones (Perú) FIGMMG 11: 51-59.
- ÁLVAREZ L (1964) Geología del área Valparaíso-Viña del Mar. Boletín del Instituto de Investigaciones Geológicas (Chile) 16: 1-58.
- ARRATIA G & AL CIONE (1996) The fish fossil record of southern South America. Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen (Germany) 30: 9-72.
- CAPPETTA H (2012) Chondrichthyes II: Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. In H.-P. Schultze (Ed.), Handbook of Paleichthyology (Vol. 3E). München: Gustav Fischer Verlag.
- CIONE AL (1978) Aportes paleoictiológicos al conocimiento de la evolución de las paleotemperaturas en el área austral de América del Sur durante el Cenozoico: aspectos zoogeográficos y ecológicos conexos. Ameghiniana 1-2: 183-208.
- CIONE AL & M REGUERO (1995) Extension of the range of Henxanchid and Isurid sharks in the Eocene of Antarctica and comments on the occurrence of hexanchids in recent waters of Argentina. Ameghiniana 32: 151-157.
- CIONE AL, MA COZZUOL, MT DOZO & C ACOSTA HOSPITALECHE (2011) Marine vertebrate assemblages in the southwest Atlantic during the Miocene. Biological Journal of the Linnean Society 103: 423-440.
- CIONE, AL, D CABRERA & MJ BARLA (2012) Oldest record of the Great White Shark (Lamnidae, *Carcharodon*; Miocene) in the Southern Atlantic. Geobios 45: 167-172.
- COMPAGNO JV (1984) Sharks of the World. FAO Species Catalogue, vol. 4, Rome.
- COMPAGNO L, M DANDO & S FOWLER (2005) Sharks of the World. Princeton Field Guides. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- COVACEVICH V & D FRASSINETTI (1993) Principales cambios en los moluscos marinos del Terciario superior en Chile Central (33°-34° L.S.). Boletín Amici Molluscarum (Chile) 2: 9-10.
- DE MUIZON C & DEVRIES TJ (1985) Geology and Paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco area (Peru). Geologische Rundschau (Germany) 74: 547-563.
- DEVRIES TJ (1997) A review of the genus *Chorus* Gray, 1847 (Gastropoda: Muricidae) from Western South America. Tulane Studies in Geology and Paleontology (USA) 30:125-145.
- DEVRIES TJ (2005) Late Cenozoic Muricidae from Peru: Seven New Species and A Biogeographic Summary. Veliger 47: 277-293.
- DEVRIES TJ & GJ VERMEIJ (1997) *Herminesspina*: new genus of Neogene muricid gastropod from Peru and Chile. Journal of Paleontology 71: 610-615.
- DIDIER D, BJ STAHL & R ZANGERL (1994) Development and growth of compound tooth plates in *Callorhynchus milli* (Chondrichthyes, Holocephali). Journal of Morphology 222: 73-89.
- DI GIÁCOMO EE & MR PERIER (1996) Feeding habits of cockfish, *Callorhynchus callorhynchus* (Holocephali: Callorhynchidae), in Patagonian waters (Argentina). Marine and Freshwater Research (Australia) 47: 801-808.
- EHRET DJ, BJ MACFADDEN, DS JONES, TJ DEVRIES, DA FOSTER & R SALAS-GISMONDI (2012) Origin of the white shark *Carcharodon* (Lamniformes: Lamnidae) based on recalibration of the Upper Neogene Pisco Formation of Peru. Paleontology 55: 1139-1153.
- FERNÁNDEZ MA (2005) Chondrichthyan Fauna from the Pirabas Formation, Miocene of Northern Brazil, with Comments on Paleobiogeography. Anuário do Instituto de Geociências -UFRJ (Brazil) 28: 31-58.
- FERREIRA CS, M RICHTER, P DE TOLEDO & H MORAES-SANTOS (2009) Shark teeth from Pirabas Formation (Lower Miocene), northeastern Amazonia, Brazil. Boletín do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais, Belém (Brazil) 4: 221-230.
- FRASSINETTI D (2000) Moluscos del Plioceno Superior marino de Isla Guafo, sur de Chile. Parte II. Gastropoda. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 49: 131-161.

- GRIFFIN M & SN NIELSEN (2008) A revision of the type specimens of Tertiary molluscs from Chile and Argentina described by d'Orbigny (1842), Sowerby (1846) and Hupé (1854). *Journal of Systematic Palaeontology* 6: 251–316.
- HERM D (1969) Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken- Faunen. *Zitteliana (Deutschland)* 2: 1-159.
- KEMP N (1991) Chondrichthyans in the Cretaceous and Tertiary of Australia. In: Vickers-Rich P, JM Monaghan, RF Baird & TH Rich (eds) *Vertebrate palaeontology of Australasia*: 497-568. Monash University Publications Committee, Melbourne.
- KRIWET J & A GAZDZICKI (2003) New Eocene Antarctic chimeroid fish (Holocephali, Chimaeriformes). *Polish Polar Research* 24: 29-51
- LAMILLA J & C BUSTAMANTE (2005) Guía para el reconocimiento de: tiburones, rayas y quimeras de Chile. *Oceana (USA)* 17: 1-80.
- LE ROUX JP, DM OLIVARES, SN NIELSEN, ND SMITH, H MIDDLETON, J FENNER & SE ISHMAN (2006) Miocene-Pliocene bay sedimentation as controlled by regional crustal behaviour, local tectonics and eustatic sea-level changes in the Coquimbo Formation at the Bay of Tongoy, central Chile. *Sedimentary Geology* 184: 133–153.
- LONG DJ (1993) Late Miocene and Early Pliocene fish assemblages from the north central coast of Chile. *Tertiary Research (United Kingdom)* 14: 117-126.
- LONGBOTTOM AE (1979) Miocene sharks teeth from Ecuador. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 32: 57-70.
- MONSCH KA (1998) Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 143: 31-50.
- NELSON JS (2006) *Fishes of the world*. Fourth Edition, J. Wiley, New York.
- PEQUEÑO G & J LAMILLA (1997) Las pesquerías de condriactios en Chile: Primer análisis. *Biología Pesquera (Chile)* 26: 13-24.
- PURDY R, JH M CLELLAN, VP SCHNEIDER, SP APPELEGATE, R MEYER & R SLAUGHTER (2001) The Neogene sharks, rays and bony fishes from Lee Creek Mine, aurora, North Carolina. *Smithsonian Contributions to Paleobiology* 90: 71-202.
- REIF WE (1976) Morphogenesis, Pattern Formation and Function of the Dentition of *Heterodontus* (Selachii). *Zoomorphologie (Germany)* 83: 1-47.
- STAHL BJ (1999) A Late Cretaceous Chimaerid (Chondrichthyes, Holocephali) from Seymour Island, Antarctica. *Palaeontology* 42: 979-989.
- SUÁREZ ME, J LAMILLA & C MARQUARDT (2004) Peces Chimaeriformes (Chondrichthyes, Holocephali) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa (Región de Atacama, Chile). *Revista Geológica de Chile (Chile)* 31: 105-117.
- SUAREZ ME, A ENCINAS & D WARD (2006) An Early Miocene elasmobranch fauna from the Navidad Formation, Central Chile, South America. *Cainozoic Research* 1-2: 3-18.
- TAVERA J (1960) El Plioceno de Bahía Horcón en la provincia de Valparaíso. *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Anales (Chile)* 17: 346-367.
- THOMAS H (1958) Geología de la Cordillera de la costa entre el Valle de La Ligua y La Cuesta de Barriga. *Boletín del Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín (Chile)* 2: 86 p.
- WOODWARD AS & EI WHITE (1930) On some new chimeroid fishes from Tertiary Formations. *Annals and Magazine of Natural History series* 10, 6: 577-582.

Responsabilidad editorial: Claudio Latorre

Recibido el 15 de abril de 2012; aceptado el 28 de mayo de 2013