

EL REGISTRO FÓSIL DE PLESIOSAURIOS (SAUROPTERYGIA) EN CHILE

RODRIGO A. OTERO (1), SERGIO SOTO-ACUÑA (1,2) y DAVID RUBILAR-ROGERS (2)

(1) Red Paleontológica U-Chile, Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Av. Las Palmeras 3425, Santiago, Chile; otero2112@gmail.com, arcosaurio@gmail.com

(2) Museo Nacional de Historia Natural. Interior Quinta Normal s/n, Santiago, Chile; drubilar@mnhn.cl

RESUMEN

El presente capítulo reúne los hallazgos de plesiosaurios (Sauropterygia) ocurridos hasta ahora dentro de territorio Chileno. Éstos, en general, corresponden a material fragmentario, sin embargo, evidencian la presencia del grupo desde el Jurásico Inferior hasta fines del Cretácico, lo que representa la casi totalidad del biocron conocido de estos reptiles, indicando importantes perspectivas para el potencial de nuevos hallazgos. Las formas jurásicas incluyen restos poco diagnósticos, con la excepción de plesiosaurios cryptoclídidos en el Oxfordiano del norte de Chile, y algunos restos aislados referibles a plesiosauroides indeterminados. Si bien existe una importante brecha en el registro chileno durante el Cretácico Inferior, los hallazgos en el Cretácico Superior muestran una clara abundancia de aristonectinos. Entre ellos se ha reconocido una especie endémica, *Aristonectes quiriquinensis*, además de una segunda forma afín a la especie antártica *Morturneria seymourensis*, y una tercera forma gigante de la cual se conocen escasos restos. Se adiciona a este registro la presencia de un aristonectino enano aún indeterminado en la Región de Magallanes durante el mismo lapso. Esta abundancia contrasta con los restos de elasmosáuridos no aristonectinos, los que son poco frecuentes en el Campaniano-Maastrichtiano de Chile. Entre estos últimos se destacan tres especímenes de la Formación Quiriquina referibles al mismo taxón incluido en el hipodigma de *Cimoliasaurus andium* Deecke, sugiriendo una diversidad discreta para las formas no aristonectinas.

Palabras clave: Sauropterygia, Mesozoico, hemisferio sur, paleobiogeografía.

ABSTRACT

This chapter gathers the plesiosaur findings (Sauropterygia) known so far in Chilean territory. These, generally, correspond to fragmentary material, however, they evidence the presence of the group from the Early Jurassic to Late Cretaceous, representing near the whole known biochron of these reptiles, indicating significant prospects for potential new findings. Jurassic forms include scarcely diagnostic remains with the exception of cryptoclidid plesiosaurs from the Oxfordian of northern Chile, and some isolated remains referable to indeterminate plesiosauroids. Even when a significant gap in the Chilean record occurs during the Early Cretaceous, the findings from the Late Cretaceous show a clear abundance of aristonectines. Among them, an endemic species is recognized, *Aristonectes quiriquinensis*, plus a second form with affinities to the Antarctic species *Morturneria seymourensis*, and a third giant form known only by scarce remains. To this record, we add the presence of a still indeterminate dwarf aristonectine from the Magallanes region during the same lapse. This wealth contrasts with the remains of non-aristonectine elasmosaurids, which are rare in the Campanian-Maastrichtian of Chile. Among the latter, three remarkable specimens from the Quiriquina Formation are referable to the same taxon included in hypodigm of *Cimoliasaurus andium* Deecke, suggesting a discrete diversity of non-aristonectine forms.

Key words: Sauropterygia, Mesozoic, southern hemisphere, paleobiogeography.

INTRODUCCIÓN

Los plesiosaurios son un grupo monofilético de diápsidos mesozoicos adaptados exclusivamente a la vida en el mar. En términos generales, se les distingue por poseer extremidades modificadas en forma de aletas con cinco dígitos bien distinguibles, con una marcada hiperfalangia (gran número de elementos óseos en cada dígito), así como por poseer cuellos generalmente más largos que sus colas, y cráneos variables en tamaño. Este conjunto de características difieren de cualquier otro diápsido marino existente o extinto (ictiosaurios, tortugas marinas, mosasaurios, cocodrilos Thalattosuchia, entre otros) siendo incluso

diferentes a otros sauropterygios tales como Placodontia, Pachypleurosauria y Nothosauria. El diseño corporal antes mencionado es compartido con algunos otros sauropterygios, particularmente *Pistosaurus* y *Augustasaurus*, los que en conjunto con los Plesiosauria conforman el clado Eusauropterygia, es decir *verdaderos sauropterygios* (Liu *et al.* 2011). Dentro del concepto clásico de los reptiles, los plesiosaurios corresponden a un linaje cuyo hipotético ancestro común se encontraría más relacionado a otros linajes marinos como los ictiosaurios (Diapsida, Ichthyopterygia), pero externos a Lepidosauromorpha (lagartos, serpientes, tuataras, entre otros) y también externos a Archosauromorpha (aves, dinosaurios, cocodrilos, y sus relativos) (Gauthier 1994). Por otro lado, análisis filogenéticos basados en representantes basales de los Sauropterygia han arrojado resultados que señalarían a este grupo como externo a las tortugas (Testudines) (Liu *et al.* 2011, Rieppel 1994, 1998). Si bien la ancestría de los Sauropterygia permanece en una situación de incerteza, el grupo se encuentra en la actualidad dentro de un cierto consenso respecto a las relaciones de parentesco entre sus formas basales conocidas (Liu *et al.* 2011) y particularmente en el caso de los plesiosaurios, un creciente número de estudios filogenéticos extensivos (O'Keefe 2001, Smith 2003, Druckenmiller y Russell 2008, O'Keefe y Street 2009, Ketchum y Benson 2010, Benson y Druckenmiller 2014) permiten en la actualidad un acabado conocimiento sobre las relaciones de parentesco de sus diferentes representantes hallados a la fecha.

El registro chileno de plesiosaurios es hasta ahora reducido en cuanto a formas jurásicas, de las que sólo se conocen restos escasamente diagnósticos (Burmeister y Giebel 1861, Von Huene 1927, Biese 1961, Gasparini 1979), sin embargo, los hallazgos realizados en rocas del Cretácico Superior comienzan a ser de gran relevancia al aportar especímenes altamente informativos y que permiten comparaciones con otras formas del hemisferio sur (Otero *et al.* 2012b). Del mismo modo, el registro local, sumado a los hallazgos en Argentina, Antártica y Nueva Zelanda (Provincia Biogeográfica Weddelliana según Zinsmeister 1979: PBW en lo sucesivo), han derrumbado uno de los paradigmas históricos referentes a los plesiosaurios, para los que se estimaba una drástica reducción en diversidad hacia fines del Cretácico (Bakker 1993). Hoy es un hecho que las formas australes de plesiosaurios fueron muy diversas poco antes del Límite K/Pg (límite Cretácico/Paleógeno, hace 66 millones de años y que marca una gran extinción de formas de vida, incluyendo emblemáticamente a los dinosaurios y grandes reptiles), y estuvieron amplia y abundantemente distribuidos en las aguas de la PBW.

Abreviaciones institucionales: SGO.PV, Colección de Paleontología de Vertebrados, Museo Nacional de Historia Natural, Quinta Normal, Santiago, Chile; MUHNAL, Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, Calama, Chile. CM.Zfr, Canterbury Museum, Christchurch, Nueva Zelanda.

HALLAZGOS DE PLESIOSAURIOS EN CHILE

La distribución de las localidades chilenas en donde se han producido hallazgos de plesiosaurios se resume en la Figura 1.

Jurásico Inferior

Los registros más antiguos de plesiosaurios en Chile corresponden a restos fragmentarios recuperados por Chong (1973) en Cerro Campamento, a unos 30 km al suroeste de Calama, Región de Antofagasta, y estudiados posteriormente por Rodolfo Casamiquela, quien determinó porciones correspondientes a una extremidad. Los restos fueron recuperados en asociación a ammonioideos de los géneros *Amioceras*, y en consecuencia, se les confirió una edad sinemuriana (Chong y Gasparini 1976, Gasparini 1979). Estos autores también indicaron el hallazgo de algunas vértebras referibles a Plesiosauria indet., recuperadas en la misma localidad de Cerro Campamento, pero de niveles diferentes y en asociación con los ammonioideos *Cadomites* y *Teloceras*, lo que les confiere una edad bajociana. El hallazgo fue posteriormente enmendado por Gasparini y Chong (1977) refiriéndolo a restos de cocodrilos marinos.

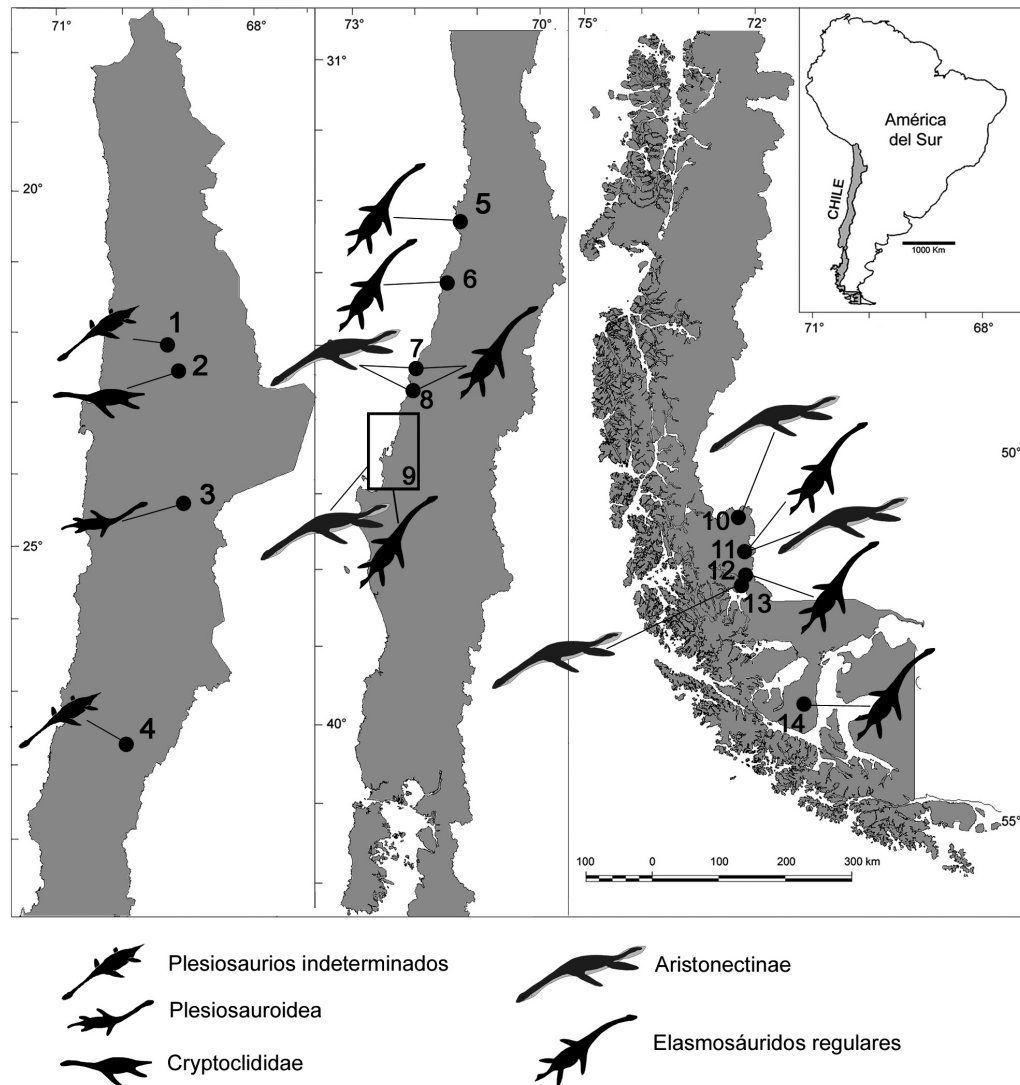


FIGURA. 1. Localidades en Chile donde se han documentado hallazgos de plesiosaurios. 1) Quebrada Sajasa, Sierra Moreno. Región de Antofagasta (21°46'S; 69°15'W), Formación Quinchamale, miembro inferior, Caloviano medio. 2) Cerritos Bayos, Región de Antofagasta (22°30'S; 69°05'W). Formación Cerritos Bayos, Oxfordiano. 3) Cordillera de Domeyko, Región de Antofagasta (24°29'S; 69°13'W). Formación Profeta, Sinemuriano. 4) Cerro Blanco, Región de Atacama (28°02'S; 70°08'W). Formación Lautaro, Jurásico Inferior - Jurásico Medio. 5) Algarrobo, Región de Valparaíso (33°22'S; 71°40'W). Estratos de la Qda. Municipalidad, Maastrichtiano temprano. 6) Topocalma, Región de O'Higgins (34°07'S; 71°59'W). Formación Punta Topocalma, Campaniano tardío-Maastrichtiano inferior. 7) Loanco, Región del Maule. (35° 35' S; 72° 37' W). Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. 8) Pelluhue, Región del Maule (35°52' S; 70°40' W). Niveles medios de la Formación Quiriquina, parte baja del Maastrichtiano tardío. 9) Diversas localidades en las inmediaciones de Concepción, Región del Biobío: Lirquén, Tomé, Cocholgüe, San Vicente e Isla Quiriquina (36° 37' S; 73°03' W). Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. 10) Sierra Baguales, Región de Magallanes (50°48'S; 72°31'W). Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. 11) Cerro Castillo, Región de Magallanes (51°17'S; 72°24'W). Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. 12) Cerro Dorotea, Puerto Natales, Región de Magallanes (51°41'S; 72°26'W). Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. 13) Dumestre, Puerto Natales (51°51'S; 72°28'W), Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. 14) Laguna Parrillar, Región de Magallanes (53°28'S; 71°16'W). Formación Fuentes, Maastrichtiano temprano.

Jurásico Medio

Durante la segunda mitad del siglo XIX, Burmeister y Giebel (1861) dieron a conocer, entre otros fósiles, los primeros restos de reptiles marinos provenientes del norte de Chile. En particular, se describieron y figuraron restos fragmentarios de ictiosaurios, así como una vértebra determinada por estos autores como un nuevo cocodrilo, '*Teleosaurus neogaeus*' (*nomen dubium*), proveniente de Cerro Blanco en el sector de Río Juntas, sureste de Copiapó. Von Huene (1927) revisó posteriormente este espécimen y reconoció su afinidad morfológica con plesiosaurios, razón por la cual reasignó este material a '*Plesiosaurus neogaeus*' (*nomen dubium*), fundado sobre la base de la única vértebra aislada disponible (Figura 2). La fauna de invertebrados descrita por Burmeister y Giebel (1861) proveniente de niveles próximos a los portadores de restos de plesiosaurios, incluye taxa indicativos del Jurásico Inferior a Medio (*Weyla* sp.). A su vez, posteriores hallazgos de reptiles marinos en la misma zona (Tavera, 1981) se encontraron directamente asociados a ammonoideos indicativos de una edad bajociana, por lo que los materiales de Burmeister y Giebel (1861) pueden tentativamente referirse al Jurásico Medio. Actualmente se desconoce el paradero de este espécimen, sin embargo, las figuras originales de Burmeister y Giebel (1861: lámina I, figuras 1-4) permiten reconocer que se trata de una vértebra dorsal, la que conserva el arco neural de tamaño comparativamente grande respecto al centro, con un canal neural amplio y procesos transversos robustos. Del mismo modo, la espina neural muestra una base robusta, sin embargo, su porción dorsal está ausente. El centro está algo deformado, aunque es posible notar que es más largo que ancho, y similarmente ancho que alto. Presenta una cintura medial y caras articulares algo anficélicas, con un moderado reborde en el perímetro articular. Las relaciones de tamaño entre el centro y el arco neural presentan proporciones similares a las observadas en representantes de la familia Microcleididae (e.g. *Microcleidus torunemirensis* (Bardet *et al.* 1999)) propios del Jurásico Inferior, sin embargo el canal neural del material chileno es comparativamente más amplio, asemejándose a las proporciones observadas en cryptocleídidos. En virtud

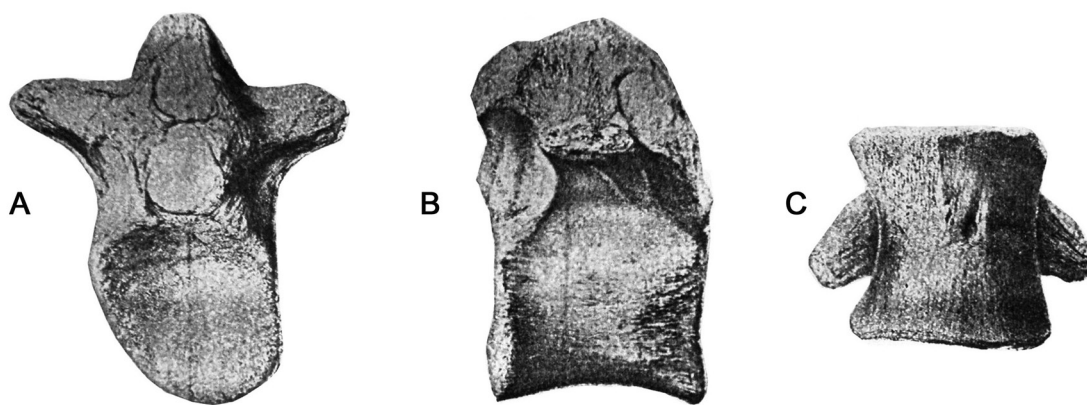


FIGURA 2. Plesiosauroidea indet. Material originalmente referido por Burmeister y Giebel (1861) a *Teleosaurus neogaeus*, luego enmendado por Von Huene (1927) como *Plesiosaurus neogaeus*. Río Juntas, Región de Atacama. Formación Lautaro, Jurásico Inferior-Medio. A), vista anterior, B) vista lateral izquierda, C) vista ventral. Modificado de Burmeister y Giebel 1861. Barra de escala = 50 mm.

de lo escaso del material y la ausencia de elementos diagnósticos, no es posible referirlo con seguridad a ninguna familia, sin embargo, corresponde a evidencia inequívoca de la presencia de plesiosauroideos (aún indeterminados) durante el Jurásico Medio en lo que hoy es el interior de Copiapó.

Por otro lado, Gasparini y Chong (1977) mencionaron algunos restos presumiblemente de plesiosaurios provenientes de Quebrada Sajasa, en Sierra Moreno, Región de Antofagasta, que habrían sido encontrados en asociación al holotipo del cocodrilo marino *Metriorhynchus casamiquelai* Gasparini y Chong 1977, cuya edad fue referida al Caloviano medio, sin embargo, los restos de plesiosaurios nunca fueron figurados ni dados a conocer posteriormente. Biese (1961) menciona también la presencia de

plesiosaurios indeterminados que refiere al género '*Plesiosaurus*' (*sensu lato*), hallados en niveles del Caloviano inferior de Cerritos Bayos ('Marga de *Belemnites*' *sensu* Biese 1961), a unos 30 km al suroeste de Calama.

Jurásico Superior

En la misma localidad cerca de Calama, Biese (1961) también dió cuenta de restos de plesiosaurios indeterminados en rocas oxfordianas denominadas por dicho autor como 'calizas de *Aspidoceras*', en donde los restos de vertebrados estarían en concreciones con frecuente presencia de varias especies del ammonoideo *Perisphinctes*, y además la distintiva aunque menos frecuente presencia de *Aspidoceras* sp. Estos niveles con alta concentración de vertebrados han sido reconocidos nuevamente por Osvaldo Rojas (Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama, Calama, Chile), lo que ha permitido la determinación de nuevos restos entre los que destacan porciones craneales de pterosaurios y porciones articuladas de cocodrilos marinos, junto a material fragmentario de ictiosaurios y también plesiosauroides (Yury-Yáñez *et al.* 2013) (Figura 3). En cuanto a estos últimos, Otero y Soto-Acuña (2010) reconocieron la presencia de posibles cryptoclídidos sobre la base de dientes (MUHNCAL.20146) que muestran en la cara labial un esmalte relativamente liso mientras que la cara lingual posee marcadas estrías al menos en la porción apical de la corona, condición que ha sido anteriormente descrita en cryptoclídidos oxfordianos de Inglaterra, y más aún, como parte de la diagnosis del género *Cryptoclidus* (Brown 1981). A esto se agrega la presencia de vértebras dorsales (MUHNCAL.20172) con pedúnculos neurales bien separados, indicando la presencia de un canal neural amplio y que además presenta una concavidad sobre el propio centro, así como un arco neural más ancho que el centro vertebral. Todas estas características han sido descritas en miembros de la familia Cryptoclididae, particularmente en la especie *Cryptoclidus eurymerus* (Brown 1981: figura 9.4). Finalmente, una vértebra dorsal en exhibición en el Museo de Huanchaca (Región de Antofagasta) y proveniente de niveles del Jurásico Medio de Sierra del Medio, en la misma región, también presenta afinidades a Cryptoclididae. Si bien el material chileno muestra claras semejanzas con este último grupo, el hasta ahora fragmentario registro impide asegurar una determinación a nivel de género o especie. Sin embargo, al menos se puede indicar la presencia de plesiosaurios cryptoclídidos afines al género *Cryptoclidus* (Figura 4).

Cretácico Inferior

Los registros jurásicos de plesiosaurios, como ya se mostró, son escasos, sin embargo, el registro de reptiles marinos en el Cretácico Inferior de Chile permanece en un completo desconocimiento hasta el momento. Esta situación no sólo representa una escasez del registro a nivel nacional, sino que en general en el Pacífico Sur. Los registros geográficamente más próximos y que incluyen restos informativos de plesiosaurios se conocen en el Barremiano y Aptiano de Colombia (Hampe 1992, 2005). También existe un registro de plesiosaurios relativamente abundante en unidades del Valanginiano-Aptiano del sureste de Australia (Kear 2006a), los que incluyen algunas taxa hasta ahora endémicos tales como *Eromangasaurus australis* (Kear 2007), *Umoonasaurus demoscyllus* Kear *et al.* 2006, y *Opallionectes andamookaensis* Kear 2006b. Pese a esta diversidad de taxa en el Pacífico suroeste, hasta la fecha no se han registrado restos evidentes de plesiosaurios en el Cretácico Inferior de Chile. La única potencial evidencia de plesiosaurios en este lapso ha sido señalada por Bell y Suárez (1997) en rocas de edad albiana tardía-aptiana de la Formación Apeleg en la Región de Aysén. Estos autores describieron restos óseos y dientes de reptiles, aunque estos no fueron figurados ni se indicó su repositorio.

Cretácico Superior

No existen registros locales de plesiosaurios entre el Cenomaniano y el Santoniano. Las unidades campaniano-maastrichtianas de Chile central y extremo sur han proporcionado abundantes restos del grupo, incluyendo especímenes altamente informativos, así como un amplio muestreo latitudinal que permite comparaciones estrechas con especímenes hallados tanto en Argentina, Antártica y Nueva Zelanda durante el mismo lapso de tiempo.

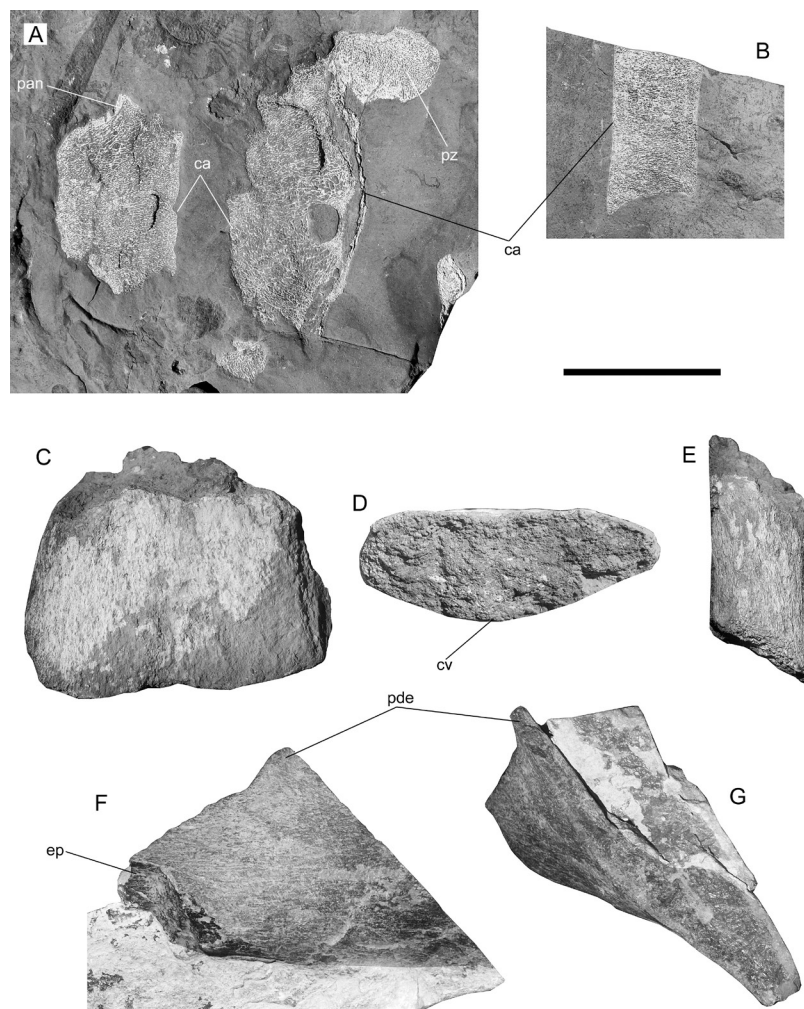


FIGURA 3. Plesiosauroidea indet. A, B) MUHNCAL.20149. Vértebra indeterminada en sección sagital, C) MUHNCAL.20159. Fragmento de propodio indeterminado en vista dorsal, D) vista distal, E) vista anterior. F) MUHNCAL.5073-99. Porción caudal de escápula derecha en vista lateral derecha, G) vista anterior. Abreviaciones anatómicas: ca, cara articular; cv, cara ventral; ep, extremo posterior; pde, proceso dorsal de la escápula; pz, prezigapófisis. Barra de escala=50 mm.

La mayor cantidad de hallazgos de plesiosaurios del Cretácico Superior de Chile proviene de la Región del Biobío, particularmente de la Isla Quiriquina y costas aledañas, destacándose principalmente las localidades de Cocholgüe, Lirquén, y Tomé. Todos estos afloramientos corresponden a rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Quiriquina (Biró-Bagóczy 1982), asignadas inicialmente por este autor al Campaniano-Maastrichtiano sobre la base de su fauna fósil de invertebrados, posteriormente restringida exclusivamente al Maastrichtiano (Stinnesbeck 1986), y finalmente afinada al Maastrichtiano tardío sobre la base de correlaciones bioestratigráficas en ammonioideos (Salazar *et al.* 2010, Stinnesbeck 1996, Stinnesbeck *et al.* 2012). También han sido recuperados restos de plesiosaurios en estratos expuestos en las localidades de Loanco (Faro Carranza) y Pelluhue, Región del Maule, desde estratos equivalentes a niveles medios y superiores de la Formación Quiriquina, respectivamente, determinados sobre la base de correlaciones estratigráficas (Otero *et al.* 2014a). En consecuencia, los restos hallados en estas localidades

poseen edades que van desde la parte baja del Maastrichtiano tardío en Pelluhue, hasta la parte alta del Maastrichtiano tardío, como es el caso de Loanco-Faro Carranza. A su vez, se ha mencionado la presencia de restos atribuibles a plesiosaurios en estratos de la Formación Punta Topocalma (Cecioni 1980), expuesta en la localidad homónima, Región de O' Higgins, y Estratos de la Quebrada Municipalidad (Gana *et al.* 1996), en Algarrobo, Región del Valparaíso. La primera de estas unidades ha sido asignada al Campaniano-Maastrichtiano sobre la base de invertebrados marinos con buena resolución cronoestratigráfica (Pérez D'Angelo y Reyes 1978) y posteriormente afinada al Maastrichtiano temprano a través de dataciones radioisotópicas (Encinas *et al.* 2014). A su vez, los Estratos de la Quebrada Municipalidad en Algarrobo han sido acotados al Maastrichtiano temprano sobre la base de dataciones radiométricas (Gana *et al.* 1996, Suárez y Marquardt 2003). En la Región de Magallanes, extremo sur de Chile, han sido reconocidos plesiosaurios elasmosáuridos en estratos de la Formación Dorotea (Katz 1963) expuestos en las localidades de Cerro Dorotea, Dumestre y Cerro Castillo. Esta unidad ha sido asignada al Maastrichtiano-Daniano sobre la base de correlaciones bioestratigráficas (Katz 1963) y posteriormente acotada al Maastrichtiano tardío sobre la base de dataciones radiométricas (Hervé *et al.* 2004). También se cuenta con un registro adicional (Otero y Rubilar-Rogers 2010) desde niveles subyacentes a los niveles portadores de plesiosaurios previamente reconocidos en la Formación Dorotea (Otero *et al.* 2009), sin embargo, mayor precisión de la edad no es posible por el momento, asignándose tentativamente al Maastrichtiano indiferenciado, pero teniendo una antigüedad superior al Maastrichtiano tardío. Restos adicionales referidos a plesiosaurios (Gasparini 1979, Ortiz *et al.* 2012, 2013, Otero *et al.* 2013) se han recuperado desde estratos de la Formación Fuentes (Hoffstetter *et al.* 1957) originalmente asignada al Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano sobre la base de ammonoideos.

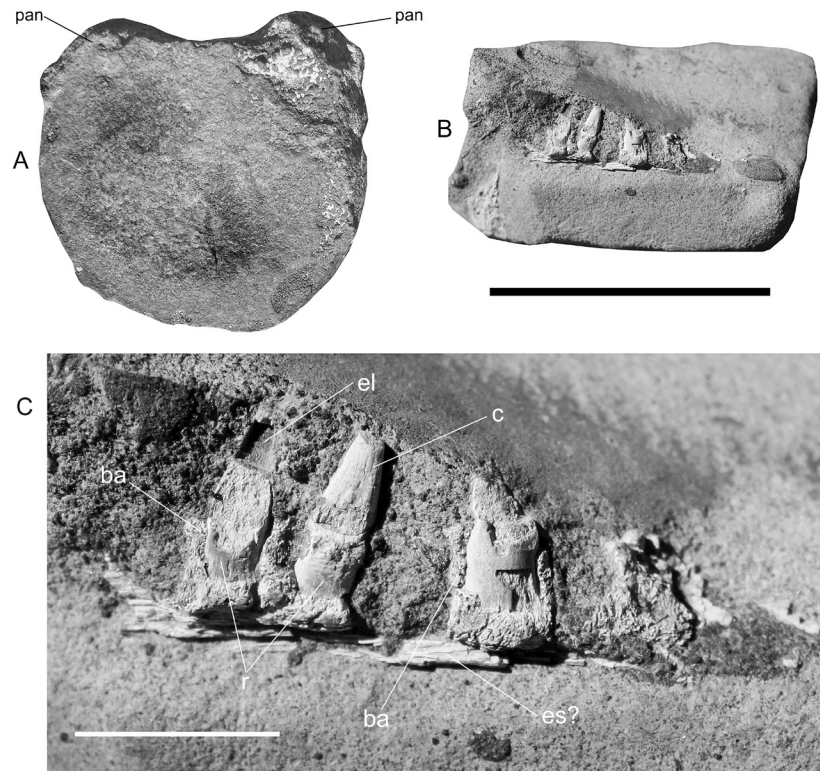


FIGURA 4. Cryptoclididae indet. A) MUHNCAL.20172. Vértebra dorsal en vista anterior, B) MUHNCAL.20146. Fragmento de dentario? en vista labial, C) detalle de la muestra anterior. Abreviaciones anatómicas: ba, base del alveolo; c, corona dental; d?, dentario?; el, estriaciones linguales del esmalte; pan, pedicelo del arco neural; r, raíz. Barra de escala = 50 mm, excepto C = 10 mm.

Un importante hito de la paleontología de vertebrados en Chile lo constituye la obra de Claude Gay (1848), en donde se proporcionan las primeras descripciones de vertebrados fósiles hallados en el país, incluyendo, entre otros, restos de plesiosaurios del Cretácico Superior. Desde entonces, durante la segunda mitad del Siglo XIX varias nuevas publicaciones estudiaron materiales de plesiosaurios provenientes de Chile, algunas de las cuales propusieron determinaciones específicas, mientras que otras discutieron las afinidades genéricas de los restos. Durante la primera mitad del Siglo XX, nuevos estudios examinaron los restos ya descritos en publicaciones previas, denotando un permanente estado insatisfactorio en cuanto a los géneros y especies propuestas hasta entonces. En particular, tras la publicación de '*Plesiosaurus chilensis*' Gay (*nomen dubium*) en 1848, destacan los siguientes trabajos: Blake (1862), quien estudió nuevo material chileno y lo asignó a '*Plesiosaurus chilensis*'; Lydekker (1889), quien reasignó el material de Blake a '*Cimoliosaurus chilensis*' (Gay) (*sic* Lydekker 1889); Steinmann *et al.* (1895), reasignaron genéricamente el material de Gay a '*Pliosaurus chilensis*' (Gay). En el mismo trabajo, Deecke fundó la especie '*Cimoliasaurus andium*' (*nomen dubium*), además de referir una vértebra a '*Cimoliasaurus*' sp.; finalmente, Cecioni (1955), quien mencionó restos correspondientes a una aleta proveniente de rocas del Cretácico Superior de Magallanes, determinándola como '*Coelospondylus (Plesiosaurus) chilensis*' (Gay) (*nomen dubium*).

Resulta conveniente introducir a este trabajo una revisión de la “diversidad histórica” de plesiosaurios chilenos del Cretácico Superior en consideración de los antecedentes hoy disponibles, la cual se encuentra a continuación.

RESEÑA HISTÓRICA Y EVALUACIÓN DE LOS TAXA DEL CRETÁCICO SUPERIOR CHILENO PROPUESTAS ENTRE 1848 Y 1962

Plesiosaurus chilensis Gay, 1848.
(Figura 5)

Sinónimos—*Aristonectes* sp.; Elasmosauridae indet.; Plesiosauria indet.

La primera mención sobre de restos de plesiosaurios en Chile corresponde a Gay (1847), en el Tomo Primero (Zoología) de la clásica obra “Historia Física y Política de Chile”. De acuerdo a lo indicado en la página 11 del Prólogo, el estudio de los reptiles (incluyendo aparentemente a las formas fósiles) fue comisionado a Alphonse Guichenot, naturalista y asistente de Cátedra en Reptiles y Peces del Muséum National D’Histoire Naturelle de París. Lo mismo es reafirmado en la página 5 del Tomo Segundo de Zoología (Gay 1848), sin embargo, en este último Tomo, página 132, se indica expresamente que la descripción anatómica de los restos de plesiosaurios chilenos fue realizada por (Paul) Gervais. La descripción general proporcionada por Gay (1848: 133-136) da a conocer que los materiales fueron recolectados desde la Isla Quiriquina, Región del Biobío, desde “una tufa verdosa con granos gruesos de mica y feldespato” (p. 133) y asociados a “Crustáceos, Cardios y otras conchas” (p. 136). De lo anterior es posible concluir que los restos estaban incluidos en las características areniscas verdes a grises de la Formación Quiriquina, y en particular desde niveles con *Cardium (Bucardium) acuticostatum* (D’Orbigny), el único bivalvo Cardiidae reconocido hasta el presente y una de las formas más abundantes y representativas en la mencionada unidad.

Si bien la descripción anatómica es atribuida por Gay a Paul Gervais, es Gay quien propone la determinación taxonómica de los restos (p. 133) indicando que no es posible demostrar que estos perteneciesen o no a otras especies anteriormente descritas. Pese a ello, dicho autor decide darle el nombre específico de *Plesiosaurus chilensis* con el fin de llamar la atención de los investigadores de entonces. Los materiales no fueron figurados sino hasta 1854, en la obra “Atlas de la Historia Física y Política de Chile”, del mismo Gay. En particular, la descripción hecha en Gay (1848) se refiere a una misma vértebra (figuras 4 y 5), que fue finalmente figurada en las láminas del Atlas (Gay 1854), permitiendo reconocer que dicho elemento corresponde a un centro caudal anterior (o eventualmente sacral) (Gay 1854: figuras 4 y 5, *Erpetología fósil* N° 1). Una tercera vértebra, como advirtió Gay (1848), corresponde a un elemento caudal (Gay 1854: figuras 6-10, *Erpetología fósil* N° 1). Finalmente, la misma lámina incluye en la figura 11 una

vértebra dorsal referida a *Plesiosaurus arcuatus* Owen proveniente de Europa, con fines comparativos. En resumen, el primer taxón propuesto sobre la base de restos de plesiosaurios provenientes de Chile, corresponde a *Plesiosaurus chilensis* Gay 1848. Si bien la descripción anatómica fue realizada por Paul Gervais algunos años antes, la determinación propiamente tal de los restos debe atribuirse a Claude Gay.

Posteriormente, en una breve nota, Blake (1862) comentó las afinidades de una vértebra caudal proveniente de San Vicente, Región del Biobío, la que en su opinión no difería del material determinado por Gay, reafirmando así la eventual validez de la especie *P. chilensis*. Por otro lado, Philippi (1887) comentó sobre varios hallazgos de plesiosaurios en otras localidades, destacando la presencia de una secuencia vertebral proveniente de Algarrobo, Región de Valparaíso, recolectada por Luis Landbeck en 1862 (Elasmosauridae indet., en Otero *et al.* 2012a). Pese a esto, Philippi solo figuró dientes que asignó tentativamente a *Plesiosaurus? chilensis* Gay, los que en realidad correspondían a dientes rostrales de un pez esclerorrínquido (Suárez and Cappetta 2004). Finalmente, una de las tres vértebras de *P. chilensis* fue re-figurada por Steinmann *et al.* (1895, lámina I, figura 8), y reasignada a *Pliosaurus chilensis* (Gay). El paradero de los materiales tipo y también de los restos referidos a *P. chilensis* es actualmente desconocido. Por lo anterior, solo se evalúan en el presente trabajo las imágenes y medidas proporcionadas en Gay (1848) y Gay (1854). Este taxón fue fundado sobre la base de los siguientes elementos anatómicos:

Vértebras (Gay 1848, figuras 1-10)

Los centros corresponden a una cervical posterior (Figuras 5A-C), una caudal anterior (o sacral) (Figuras 5D y E) y una caudal posterior (Figuras 5F-I). Considerando las marcadas facetas articulares para los arcos neurales y procesos transversos y la falta de costillas u otros elementos fusionados a los centros, esto sugiere que pertenecen a individuos juveniles. Los tamaños comparativos de las vértebras muestran que al menos la vértebra cervical corresponde a un individuo de talla mayor, razón por la cual los tres elementos pertenecen al menos a dos individuos distintos. La forma bilobada de la vértebra cervical es propia de Elasmosauridae (Bardet *et al.* 1999, Gasparini *et al.* 2003). A su vez, la forma del centro caudal anterior presenta un aspecto poligonal con ocho lados determinados por las facetas de los procesos transversos y el arco neural, y posee una cara aplanada ventralmente, a la vez que es más ancho que alto. Vértebras similares se han descrito para elasmosáuridos (Cabrera 1941, Gasparini *et al.* 2003), y actualmente se consideran diagnósticas del género *Aristonectes* Cabrera 1941 (O’Gorman *et al.* 2012, Otero *et al.* 2012b). Finalmente, en consideración que las vértebras cervicales descritas por Gay corresponden a individuos juveniles, y puesto que dicho autor proporcionó las respectivas medidas de los centros, el análisis gráfico bivariado de los índices de proporciones vertebrales (VLI, HI, BI *sensu* Welles 1952) muestran con claridad una agrupación con individuos juveniles del género *Aristonectes* Cabrera 1941 (O’Gorman *et al.* 2012, Otero y O’Gorman 2013), razón por la que al menos este espécimen incluido en el material tipo de *P. chilensis* Gay puede ser referido a *Aristonectes* sp.

Pubis (Gay 1848, figura 3)

Este elemento (Figura 5J) preserva las facetas articulares del isquión y el fémur. Lamentablemente, no es posible diagnosticar sus afinidades familiares dado su estado fragmentario. El tamaño relativo de este hueso resulta afín a las vértebras caudales anteriormente mencionadas. La falta de caracteres diagnósticos sólo permite asignarlo a Plesiosauria indet.

Propodio (Gay 1848, figura 4)

Hueso de aspecto corto, masivo y muy robusto, con facetas poco definidas y tamaño relativo pequeño, lo que indica que corresponde a un individuo juvenil (Figura 5K). El tamaño comparativo respecto a los demás elementos óseos no es consistente ni con la vértebra cervical, ni con el set pubis/vértebras dorso-caudales. En consecuencia, representa probablemente un tercer individuo. No es posible determinar el material a nivel de familia. Se asigna aquí a Plesiosauria indet.

Fragmentos de costillas/gastralias (Gay 1848, figuras 1 y 2)

Dos fragmentos mediales sin facetas articulares (no figurados en este trabajo). No se consideran informativos.

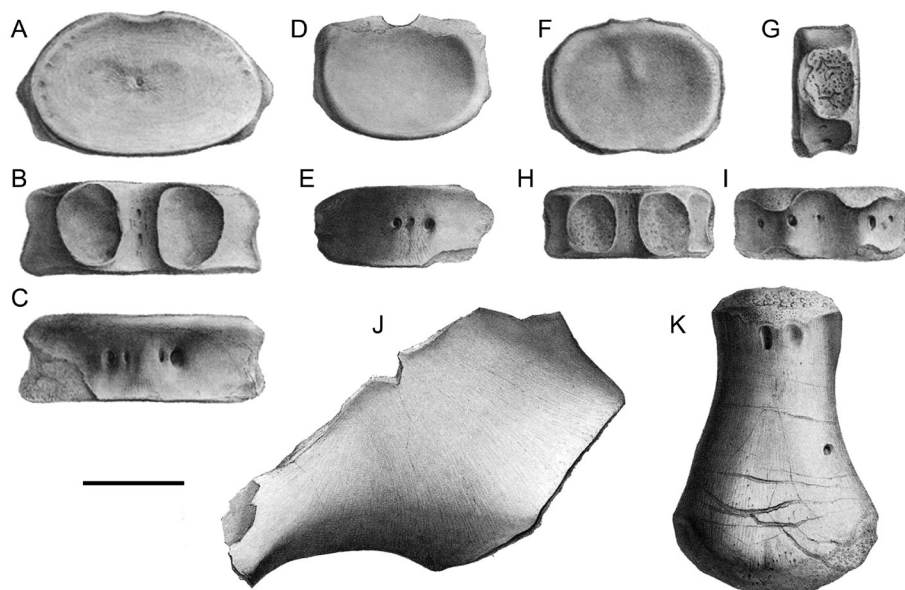


FIGURA 5. Material tipo de ‘*Plesiosaurus chilensis*’ Gay 1848. Cada imagen ha sido redimensionada de manera de mostrar los tamaños relativos entre cada muestra: Elasmosauridae indet. A) vértebra cervical posterior en vista articular, B) vista dorsal, C) vista ventral. D) vértebra caudal anterior (o sacral) en vista articular, E) vista ventral. *Aristonectes* sp. F) vértebra caudal en vista articular, G) vista lateral izquierda, H) Vista dorsal, I) vista ventral. Plesiosauria indet. J) pubis incompleto, K) propodio indeterminado. Modificado de Gay 1848. Barra de escala = 50 mm

Cimoliosaurus chilensis (Gay): En Lydekker 1889.

Sinónimos—*Plesiosaurus chilensis* Gay, 1848, *nomen dubium*

Lydekker (1889) revisó y comparó los materiales determinados por Gay, reasignándolos a *Cimoliosaurus chilensis* Gay. El género fue escrito incorrectamente, debiendo ser *Cimoliasaurus*, según el nombre originalmente propuesto por Leidy (1851). *C. chilensis* es sinónimo de *Plesiosaurus chilensis* Gay. Lydekker (1889) refiere a este género y especie una vértebra caudal, previamente determinada por Blake (1862) como *Plesiosaurus chilensis* (Gay). El material no fue figurado en ninguna de las dos publicaciones. Lydekker indica su repositorio con el n° 38013 del British Museum of Natural History (Londres). No se tuvo acceso a este material durante la presente investigación. De comprobarse su proveniencia anatómica como una vértebra caudal, es posible identificar sus afinidades a nivel de familia o incluso género, sin embargo, no es posible hacer una determinación a nivel de especie. Por lo anterior, se mantiene en este trabajo como *nomen dubium*.

Pliosaurus chilensis (Gay): En Steinmann *et al.* 1895.

(Figura 6)

Sinónimos—*Plesiosaurus chilensis* Gay, 1848, *nomen dubium*; *Aristonectes* sp.; Elasmosauridae indet.; Plesiosauria indet.

Steinmann *et al.* (1895) estudiaron nuevos especímenes de plesiosaurios obtenidos desde la Isla Quiriquina. La descripción y determinación de estos fue realizada por Wilhelm Deecke, quien consideró que el material de Gay (1848, 1854) y parte de los nuevos restos recolectados presentaban mayor afinidad al género *Pliosaurus* que a *Plesiosaurus*, razón por la cual propuso la reasignación a *Pliosaurus chilensis*

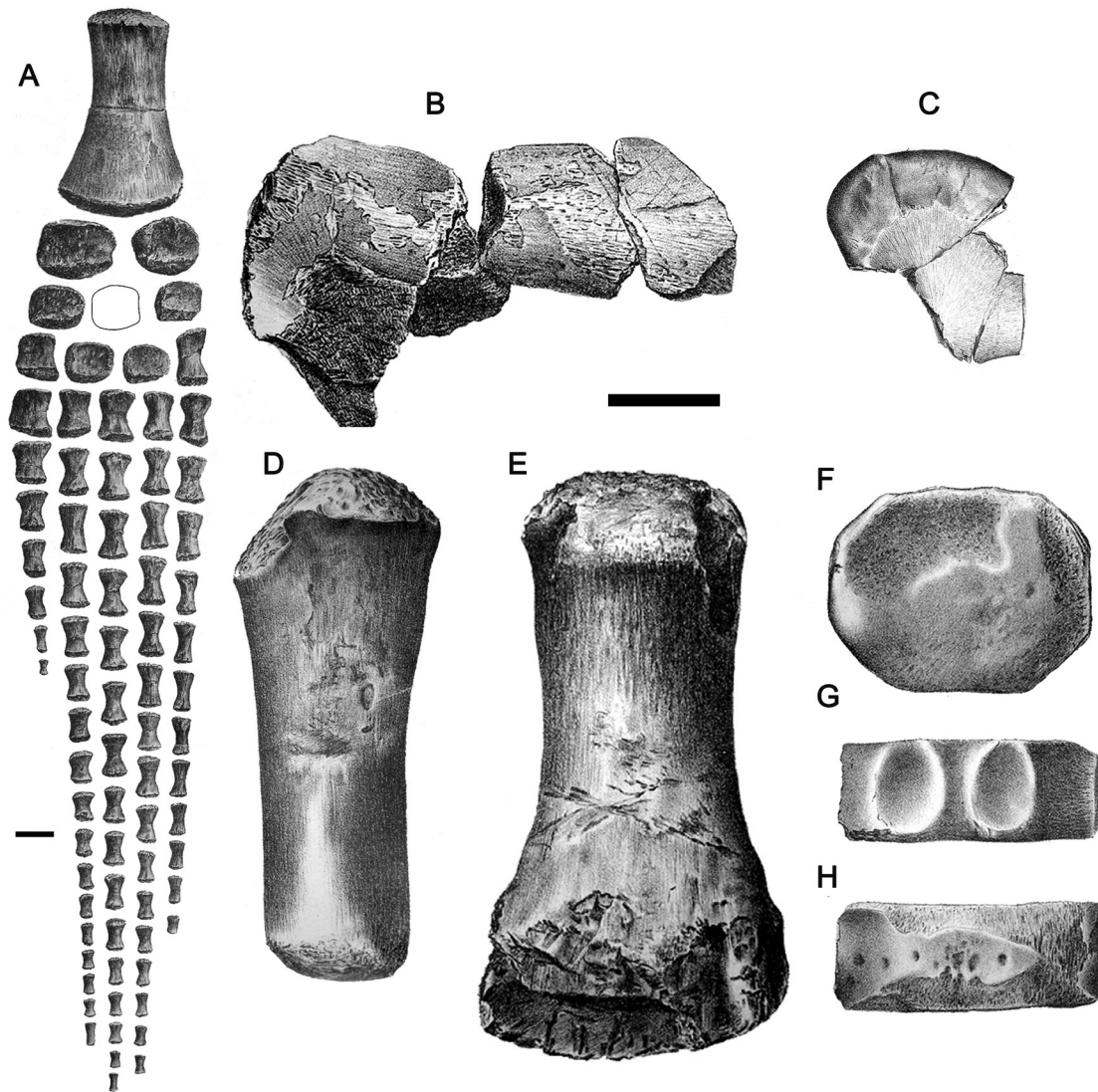


FIGURA 6. Material referido a '*Pliosaurus chilensis*' (Gay) por Steinmann *et al.* 1895. Elasmosauridae indet. A) Aleta articulada. Plesiosauria indet. B) fragmento de cintura indeterminada, C) pubis de individuo juvenil, D, E) propodios de individuos diferentes en vista axial y dorsal, respectivamente. *Aristonectes* sp. F) vértebra dorsal posterior en vista articular, G) vista dorsal, H) vista ventral. Modificado de Steinmann *et al.* 1895.

Barras de escala = 50 mm.

Gay sp. (textualmente como se indica en Steinmann *et al.* 1895). En adición al material de Gay (1848), Steinmann *et al.* (1895) refirieron a esta nueva combinación los siguientes elementos óseos:

Aleta articulada (Steinmann *et al.* 1895, lámina II, figura 1)

Este espécimen corresponde a una aleta muy bien preservada (Figura 6A), la que incluso conserva las falanges más distales. Considerando la forma masiva del propodio y sus facetas poco diferenciadas, es claro que el espécimen corresponde a un individuo juvenil. Existe un calco de este espécimen, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural (SGO.PV.120). La forma juvenil del propodio, las proporciones de largo/ancho de epipodios, y la distribución general de mesopodiales muestran afinidades a Elasmosauridae, sin embargo, no es posible asignarla a algún género. Se identifica aquí como Elasmosauridae indet.

Fragmento de cintura indeterminada (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 2)

Identificado originalmente como un isquiún, el resto se encuentra mal preservado, lo que impide comparaciones precisas (Figura 6B).

Pubis (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 1)

Pubis incompleto (Figura 6C), originalmente indicado como un coracoides. No preserva la porción acetabular ni sinfisial, sin embargo, su porción anterior muestra afinidades con algunos Elasmosauridae. El material es determinado en el presente trabajo como Plesiosauria indet.

Propodios (Steinmann *et al.* 1895, lámina II figuras 2 y 4)

Dos propodios (Figuras 6D, E), uno de ellos completo, y el otro con su porción distal ausente. Son determinados como Plesiosauria indet. de acuerdo a los mismos criterios anteriores.

Vértebra dorsal posterior (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 3)

Identificado originalmente como una vértebra cervical, en realidad corresponde a un centro caudal anterior (Figuras 6F-H) con una singular forma ‘octogonal’ (determinada por las dos facetas de las costillas, las dos facetas del arco neural, y la forma aplanada de la superficie ventral). Similares formas se han observado en elasmosauridos y particularmente en el género *Aristonectes* (Cabrera 1941, Gasparini *et al.* 2003, O’Gorman *et al.* 2012, Otero *et al.* 2012b). Por lo anterior, se determina como *Aristonectes* sp.

Falanges (Steinmann *et al.* 1895, lámina II, figura 3)

Se describieron originalmente 18 falanges, aparentemente articuladas. Estas no son diagnósticas. No han sido figuradas en este trabajo.

Cimoliasaurus sp.: En Steinmann *et al.* 1895.

(Figura 7)

Sinónimo—Elasmosauridae indet.

Deecke refirió a este género una única vértebra (cervical) (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 5) proveniente de la Isla Quiriquina, eludiendo una determinación específica, y notando su particular forma bilobada, muy semejante a algunas de las vértebras preservadas en el material tipo de ‘*Cimoliasaurus magnus*’ Leidy 1851 (*nomen dubium*). La forma bilobada es característica de Elasmosauridae (Bardet *et al.* 1999).

Cimoliasaurus andium Deecke: En Steinmann *et al.* 1895.

(Figuras 8A-G)

Sinónimos—aff. *Aristonectinae* indet.; Elasmosauridae indet.

Esta especie fue propuesta por Deecke para aquellos materiales que presentaban notorias diferencias a lo que él consideró como *Pliosaurus chilensis*. Los materiales referidos a esta especie fueron también recolectados desde la Isla Quiriquina. Su repositorio original indicado corresponde al Sammlung des Geologisch-Palaeontologischen, Instituts zu Strassburg and Naturhistorischen Museum zu Oldenburg, mientras que actualmente, parte de los materiales se encuentran almacenados sin numeración

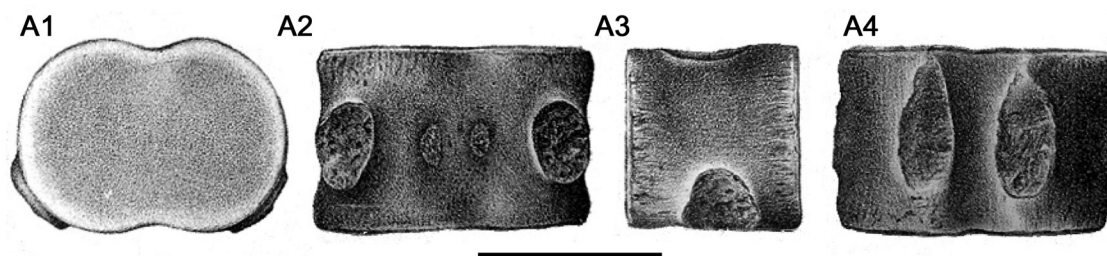


FIGURA 7. Material referido a '*Cimoliasaurus*' sp. por Steinmann *et al.* (1895): Elasmosauridae indet. A) vértebra cervical media en vista anterior, B) vista ventral, C) vista lateral izquierda, D) vista dorsal. Modificado de Steinmann *et al.* 1895. Barra de escala = 50 mm.

en el Geologisches und Mineralogisches Museum, Institut für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Alemania (S. Nielsen, comunicación personal 2011). Este taxón fue fundado sobre la base de los siguientes elementos anatómicos:

Propodio (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 6)

Este material (Figura 8A) fue originalmente considerado un húmero. Resulta difícil determinar si este corresponde a un húmero o bien a un fémur, razón por la cual es acá referido a un propodio indeterminado, el que muestra afinidades a propodios de aristonectinos como *Aristonectes quiriquinensis* (ver más adelante en el texto). Su ocurrencia aislada no permite asegurar una identificación genérica. Es aquí referido como aff. *Aristonectinae* indet.

Espinas neurales (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 9: lámina III, figura 5)

Este espécimen no es suficientemente informativo para ser determinado a nivel de familia (Figura 8B).

Costilla caudal (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figura 5)

Este espécimen no es suficientemente informativo para ser determinado a nivel de familia. No ha sido figurado en el presente trabajo.

Atlas-axis (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 4)

Este espécimen corresponde a un complejo atlas-axis incompleto (Figuras 8C y D), el que resulta difícil de interpretar, y en consecuencia no permite esclarecer sus relaciones genéricas. Se determina en el presente trabajo como *Elasmosauridae* indet.

Fragmento de costilla (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figura 6)

Este espécimen no es suficientemente informativo para ser determinado a nivel de familia. No ha sido figurado en el presente trabajo.

Secuencias vertebrales (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figuras 1-3)

Estas corresponden a tres secuencias, la más completa de ellas con seis centros caudales sucesivos (Figura 8E). Una segunda secuencia (Figura 8F) conserva dos centros caudales posteriores sucesivos, mientras que la última corresponde a tres centros caudales (Figuras 8G y H). Los materiales presentan afinidades a *Elasmosauridae*, y coinciden con complejos caudales de elasmosáuridos no aristonectinos. En particular el espécimen adulto de la Figura 8E representa un interesante material que posee arcos neurales desplazados sobre el centro inmediatamente anterior, lo cual es una característica inusual que puede poseer valor diagnóstico dentro de la familia (Otero *et al.* 2014a). Por lo anterior, este espécimen en particular debe ser mantenido en atención al momento de nuevos hallazgos de porciones caudales, ya que la especie '*andium*' puede ser potencialmente válida, sin embargo, sus relaciones a nivel de género no pueden establecerse por el momento. Es referido aquí como *Elasmosauridae* indet.

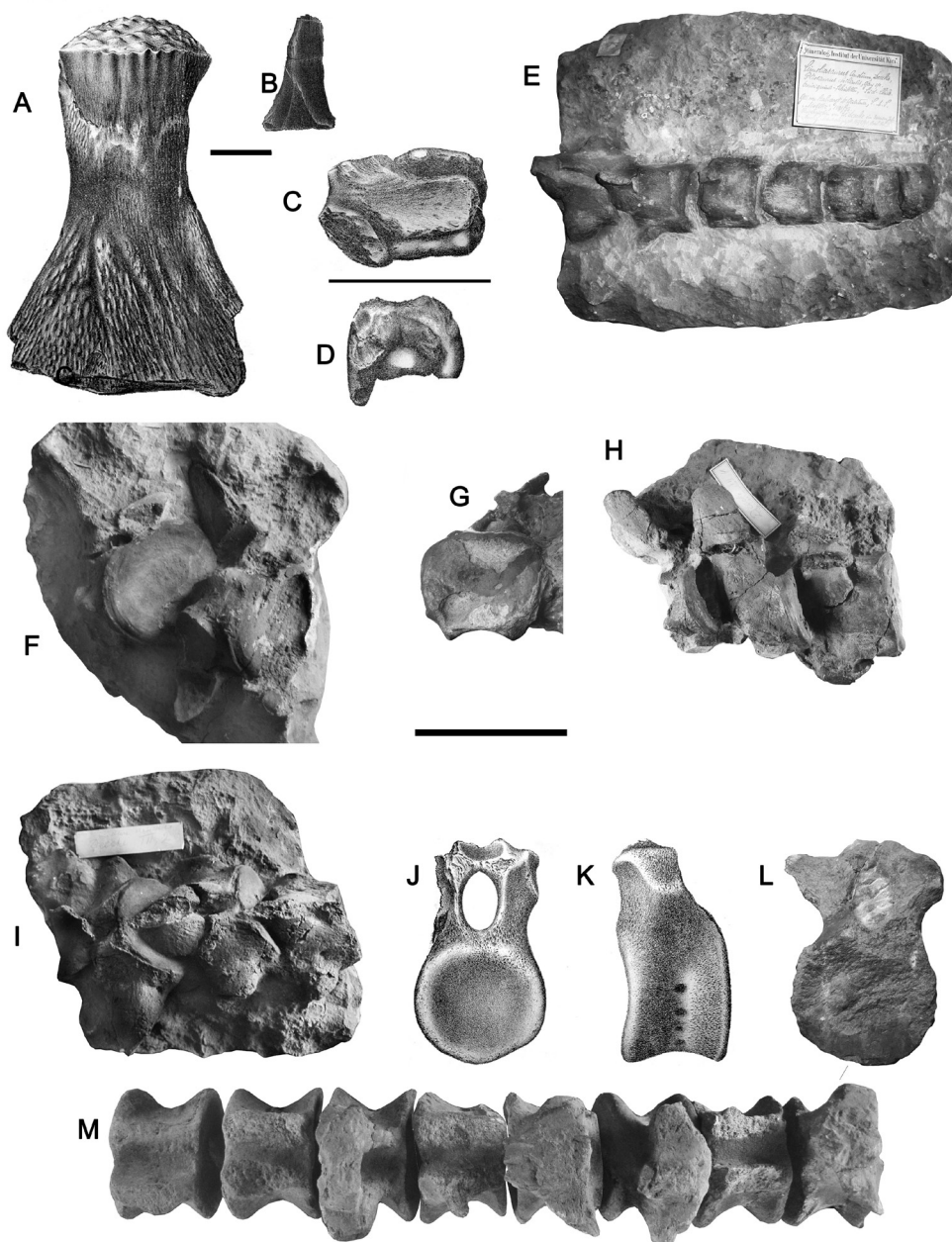


FIGURA 8. Material tipo de '*Cimoliasaurus andium*' Deecke: Elasmosauridae aff. Aristonectinae indet. A) Propodio. Plesiosauria indet. B) Espina neural. Elasmosauridae indet. C) Atlas-Axis en vista ventral (intercentro del atlas ausente). D) Vista anterior. Elasmosauridae indet. E) Secuencia vertebral caudal. Elasmosauridae indet. F) Vértebra caudales anteriores. G) Secuencia de tres vértebras caudales articuladas en vista articular, mostrando el centro posterior. H) Misma muestra en vista lateral izquierda. I) Tres vértebras caudales articuladas. J) Vértebra dorsal descrita por Steinmann *et al.* (1895, lámina I, figura 7), en vista articular. K) Vista lateral. L) Vista articular de la vértebra dorsal posterior de la secuencia descrita por Broili (1930), referida a '*Cimoliasaurus andium*' Deecke. H4) Vista dorsal de la misma secuencia articulada. A-D, J, K, modificado de Steinmann *et al.* 1895. E-I, L, M, fotografías gentileza de Sven Nielsen. Barras de escala = 50 mm.

Vértebras dorsales y caudales (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figura 4)

El material (Figura 8I) corresponde a una secuencia de tres centros articulados. De ellos sólo se figuraron el centro más anterior (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figura 4b), y el centro inmediatamente posterior a este (Steinmann *et al.* 1895, lámina III, figura 4a, c). La secuencia muestra que el centro más anterior posee tanto las facetas para las costillas, así como las facetas para los arcos hemales, mientras que el centro siguiente solo posee facetas para los arcos hemales. Esto permite distinguir que la vértebra central de la secuencia corresponde a la primera caudal. Los materiales presentan afinidades a Elasmosauridae.

Vértebra dorsal (Steinmann *et al.* 1895, lámina I, figura 7)

La vértebra figurada corresponde a un centro dorsal de contorno circular (Figuras 8J-L), con un reborde óseo en la cara articular. Muestra un arco neural de tamaño comparativo grande respecto al centro, junto a un canal neural amplio, de contorno oval. Las facetas de los procesos transversos son levemente más pequeñas que el canal neural. Ventralmente, muestra múltiples forámenes nutricios, así como una leve cintura medial del centro. El reborde óseo y las proporciones del centro/arco neural son similares a aquellos descritos en miembros de la familia Polycotyliidae (Salgado *et al.* 2007), sin embargo, la casi nula representación hasta ahora del grupo en el Cretácico Superior del Pacífico sureste sugiere indirectamente que los restos pueden pertenecer a una forma de elasmosáurido poco conocida. Este material es parte de una secuencia articulada preservando ocho centros (Figura 9M) y que fue posteriormente descrita en más detalle por Broili (1930), quien la refirió a '*Cimoliasaurus andium*' Deceke. No es posible asegurar sus afinidades a nivel de familia, y es mantenida por ahora como Plesiosauria indet.

"Pliosaurus" chilensis Gervais: En Colbert 1949

Esta inusual denominación genérica fue mencionada por Colbert (1949), quien comentó acerca de los plesiosaurios hallados en el Cretácico Superior de Chile. Este autor propuso este nombre, reconociendo la sinonimia con '*Plesiosaurus chilensis*' Gervais (en Gay 1848, según Colbert 1949), '*Cimoliasaurus chilensis*' Lydekker, y '*Pliosaurus chilensis*' Deceke 1895. En efecto, '*Pliosaurus*' no corresponde a ningún género debidamente fundado, y probablemente hace referencia a una pluralización apuntando a los distintos "pliosaurios" descritos a partir de materiales chilenos. Pese a lo anterior, Colbert hizo notar sus dudas respecto a referir el material de Chile al género *Pliosaurus* propiamente tal. Una fuente de confusión adicional se genera a partir de la afirmación de este autor, quien indicó que una de las vértebras en Steinmann *et al.* (1895, lámina I, figura 3) poseía afinidades a pliosaurios, mientras que los demás materiales mostraban afinidades a elasmosáuridos. La vértebra que Colbert mencionó probablemente corresponde a aquella presente en Steinmann *et al.* (1895, lámina I, figura 7) (ver 3.6.8).

Coelospondylus (Plesiosaurus) chilensis (Gay): En Cecioni 1955.
(Figura 9)

Sinónimo—Elasmosauridae indet.

Este género y especie fue propuesto por Cecioni (1955) sobre la base de un material proveniente de Cerro Castillo, Región de Magallanes, y recuperado desde niveles asignados por dicho autor al Campaniano tardío, sin embargo, el material no fue figurado. La identificación, según consta en Cecioni (1957) fue realizada por J. B. Reeside Jr. Es probable que el nombre del género sea una confusión a partir de *Plesiosaurus coelospondylus* (Owen 1865) en vista que no existe dentro de Plesiosauria el género *Coelospondylus* como tal. En la publicación original no se incluye el repositorio de los restos, y solamente se describe en forma somera que estos corresponden a una aleta articulada de plesiosaurio. Tanto esta descripción como la procedencia coinciden con lo indicado para el espécimen SGO.PV.123, depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago. Estos restos conservan además la numeración original de terreno, lo que permitió rastrear su numeración previa en ENAP (Empresa Nacional del Petróleo). Gracias a la gentileza de Fernando Escobar (Sipetrol), fue posible correlacionar dicha numeración con datos sobre su procedencia y recolector original, que en efecto, corresponde al material de Cecioni. El material preservado muestra afinidades con las extermidades de *Aristonectes quiriquinensis* (ver más adelante en el texto), sin

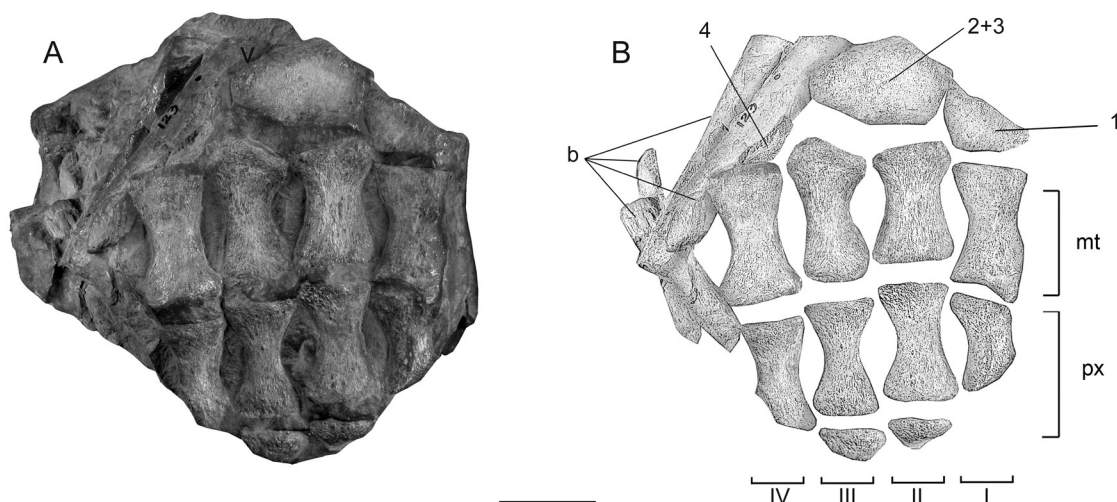


FIGURA 9: Material referido a '*Coelospondylus (Plesiosaurus) chilensis*' (Gay) por Cecioni (1955): Elasmosauridae indet. SGO.PV.123. Porción de extremidad indeterminada. A) Vista tentativa dorsal, B) Interpretación anatómica del material. Abreviaciones anatómicas: 1: carpal o tarsal distal 1, 2+3: carpal o tarsal distal 2+3, 4: carpal o tarsal distal 4, b: baculítidos (Ammonoidea), m: metapodiales, px: falanges. Los números romanos indican los respectivos dígitos. Barra de escala = 50 mm.

embargo, lo fragmentario del espécimen no permite identificaciones más significativas, razón por la cual es determinado aquí como Elasmosauridae indet.

Elasmosauridae indet.; Dolychorhynchopidae indet.; "Non Plesiosaurian": En Welles 1962.

Welles (1962) incluyó una breve síntesis de los registros de plesiosaurios de Sudamérica. Junto con comentar el estatus del material de Burmeister y Giebel (1861) y referirlo a Plesiosauridae indet. (*sensu* Williston 1925, non Plesiosauridae *sensu* Ketchum y Benson 2010), también revisó los taxa de la Formación Quiriquina. El material descrito por Gay (1848) fue referido a Elasmosauridae indet.; actualmente, al menos parte de dichos materiales pueden ser determinados a nivel de género (*Aristonectes* sp.). En el mismo trabajo, Welles consideró que la vértebra cervical posterior figurada por Gay (1848: Erpetología fósil N° 1, figuras 1-3) correspondía a un "pliosaurio" (*sensu lato*). También consideró que los materiales descritos por Broili (1930) poseían características afines a este grupo. Sobre la base de estas observaciones, el material fue referido como Dolychorhynchopidae indet. (Welles 1962: p.11, Gasparini y Goñi 1985). Actualmente, todos estos materiales pueden ser considerados como elasmosáuridos: las vértebras cervicales distintivamente cortas han sido asignadas a *Aristonectes* sp. (O'Gorman *et al.* 2012, Otero y O'Gorman 2013); por otro lado, los restos descritos por Broili (1930) presentan vértebras caudales distintivas y que pueden ser reconocidas en un esqueleto axial relativamente completo (SGO.PV.6506, más adelante) recuperado desde niveles medios de la Formación Quiriquina expuestos en Pelluhue, y que inequívocamente corresponde a un elasmosáurido al presentar vértebras cervicales bilobadas, las que son diagnósticas de esta familia (Bardet *et al.* 1999, Gasparini *et al.* 2003). Finalmente, Welles (1962) comentó sobre el diente referido por Philippi (1887) con dudas a *Plesiosaurus chilensis*? (Philippi 1887, lámina 55, figura 8), refiriéndolo con dudas a un mosasauroideo. El material corresponde a un diente rostral de *Ischyrrhiza chilensis* (Philippi) (Batomorphi, Sclerorhynchidae) (Suárez y Cappetta 2004).

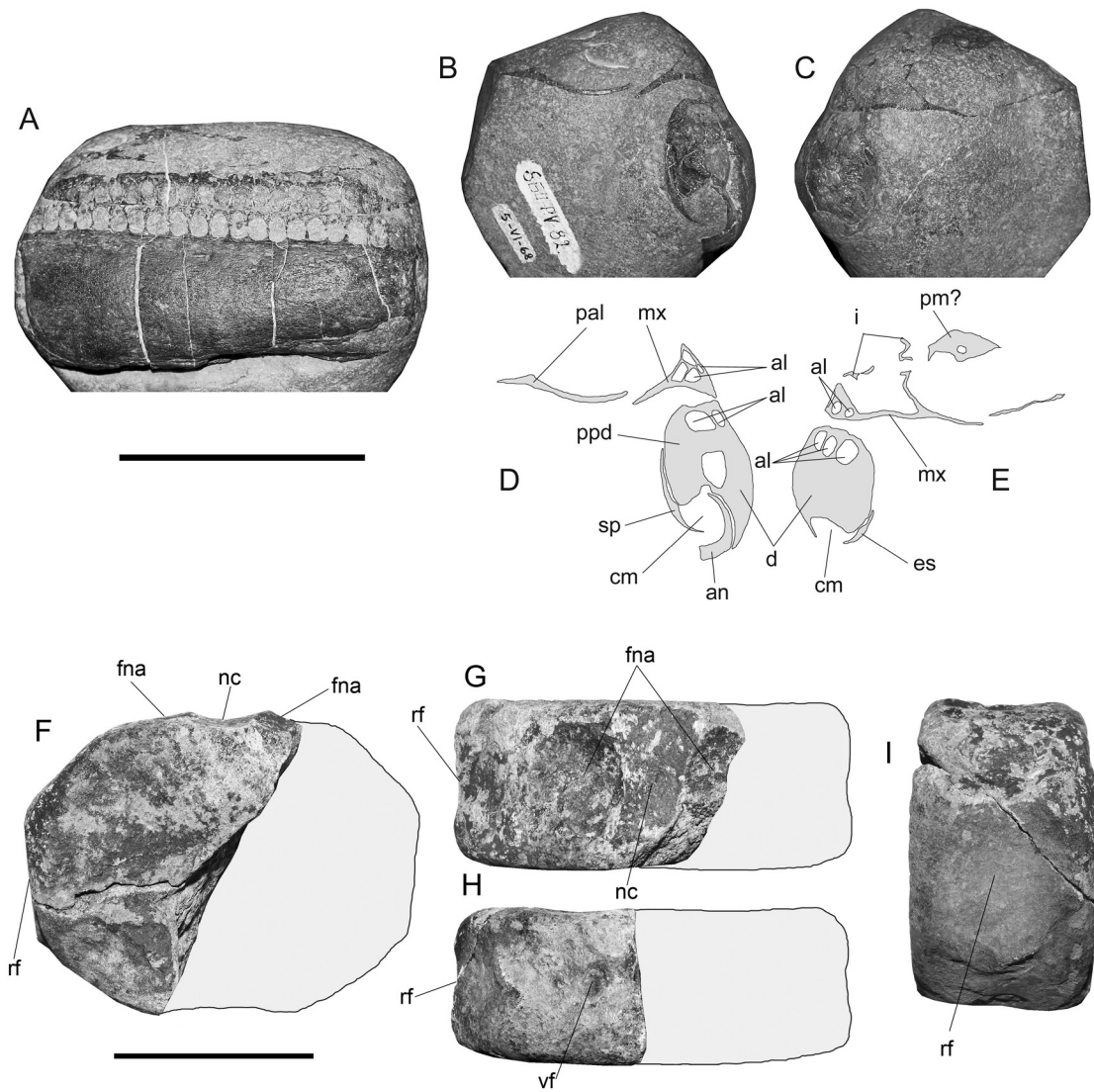


FIGURA 10. *Aristonectes* sp. SGO.PV.82. Material descrito originalmente por Casamiquela (1969) proveniente de la Isla Quiriquina, Región del Biobío (Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío). A), porción anterior de maxila derecha y dentario en vista lateral derecha, B) vista posterior, C) vista anterior, D) diagrama de vista posterior, E) diagrama de vista anterior. SGO.PV.6569. Vértebra caudal anterior incompleta. Cerro Castillo, Región de Magallanes. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. F) vista articular, G) vista dorsal, H) vista ventral, I) vista lateral. Abreviaciones anatómicas: al: alveolos, an: angular, cm: canal meckeliano, d: dentario, mx: maxilar, pal: palatino, pm?: premaxilar?, ppd: plato parodontal, es: esplénica. Barra de escala en A-E = 100 mm; F-I = 50 mm.

REGISTROS DE PLESIOSAURIOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE CHILE DESDE 1969 A LA FECHA

Chile central

Una nueva etapa en el conocimiento de los plesiosaurios del Cretácico Superior de Chile se inicia con Casamiquela (1969), quien realizó la primera determinación genérica sobre la base de elementos craneales suficientemente diagnósticos (SGO.PV.82). El espécimen en particular (Figura 10) corresponde a un rodado recuperado en las cercanías del faro norte en la Isla Quiriquina, el que preserva parte de una rama mandibular en oclusión con una porción craneal preorbital. La observación de sus secciones transversas permiten orientar el material, reconociendo que se trata de una rama mandibular derecha, próxima a la sínfisis, a juzgar por la presencia del esplenial visible en la sección distal pero no observado en la sección proximal. Dicho elemento ha sido observado en material bien preservado del género *Aristonectes* verificándose que este se extiende hasta pocos centímetros antes de la sínfisis sobre la superficie lingual de cada rama mandibular (Otero *et al.* 2014c). El material fue anteriormente referido por Gasparini *et al.* (2003) a *Aristonectes parvidens* Cabrera en circunstancias que el género era hasta la fecha monoespecífico. Dada la existencia de una segunda especie ahora en el Pacífico, y en vista de la ausencia de más elementos craneales diagnósticos, este espécimen (SGO.PV.82) es acá determinado como *Aristonectes* sp.

Tavera (1987) dio a conocer material articulado correspondiente a una extremidad posterior recuperada en el sector de Loanco-Faro Carranza, en la Región del Maule, y desde afloramientos equivalentes a los estratos superiores de la Formación Quiriquina (R.A.O., obs. pers. 2012). Esta presenta un propodio relativamente elongado, con una cabeza articular hemisférica similar a la descrita en la especie *Mauisaurus haasti* Hector, 1874, del Cretácico Superior de Nueva Zelanda. Esta característica ha sido considerada como distintiva de esta especie (Hector 1874, Welles 1962, Hiller *et al.* 2005, Martin *et al.* 2007, Otero *et al.* 2010a), sin embargo, reciente evidencia obtenida en Chile (espécimen SGO.PV.957) permite probar que esta morfología se encuentra presente en más de un taxón, y en consecuencia, debe ser rechazada como diagnóstica de *M. haasti*. Pese a ello, sí resulta diagnóstica de miembros australes de la familia Elasmosauridae que habitaron durante fines del Cretácico. En el caso particular del material descrito por Tavera (1987), el diagrama de los elementos epipodiales y mesopodiales (Figura 11) muestra algunas inconsistencias en su orden anatómico. Estos elementos, así como el fémur, resultan muy afines a aquellos observados en *Aristonectes quiriquinensis* (Otero *et al.* 2014c, véase más adelante), sin embargo, las dimensiones del fémur (280 mm de largo) son bastante inferiores a las del fémur de esta última especie, a la vez que muestra una morfología distintiva de individuos adultos (*i.e.*, capítulo bien desarrollado), lo que sugiere su pertenencia a un taxón emparentado, pero diferente. En adición, la ausencia de más elementos óseos y el conocimiento hasta ahora parcial de otros elasmosáuridos emparentados a las formas chilenas (*e.g.*, *Kaiwhekea katiki* Cruickshank y Fordyce, 2002, del Maastrichtiano de Nueva Zelanda), no permiten por el momento precisar el género. En consecuencia, este material es mantenido como *Aristonectinae* indet.

Castillo *et al.* (1992) dieron a conocer los primeros restos de plesiosaurios hallados al norte de Pelluhue, en la Región del Maule. Los restos recuperados incluyeron una interesante porción cervical que incluye el atlas-axis y las cinco cervicales sucesivas anteriores, además de un ilion (identificado entonces como un húmero), vértebras cervicales, un diente, además de mencionar una serie de materiales poscraneales no figurados. Los restos fueron originalmente determinados como *Plesiosauria* indet., sin embargo, el posterior re-estudio del material ha permitido reconocer que se trata de dos individuos articulados que fueron mezclados debido a una deficiente metodología de extracción. La separación de ambos especímenes ha considerado la identidad anatómica de los diferentes elementos, tamaño relativo de los elementos axiales, proporciones vertebrales, criterios de preservación y mineralización, entre otros. Como resultado, se han reconocido un espécimen de tamaño comparativamente mayor (SGO.PV.6506) (Figura 12A) correspondiente a un elasmosáurido regular (no aristonectino), cuyas características en la porción caudal (posible pigostilo en el adulto) coinciden con parte del material del hipodigma de '*C. andium*' Deecke, así como con el espécimen descrito por Broili (1930). A su vez, Otero *et al.* (2012a) describieron por primera vez el material recolectado por Landbeck (1862) y mencionado por Philippi en su obra de 1887, proveniente

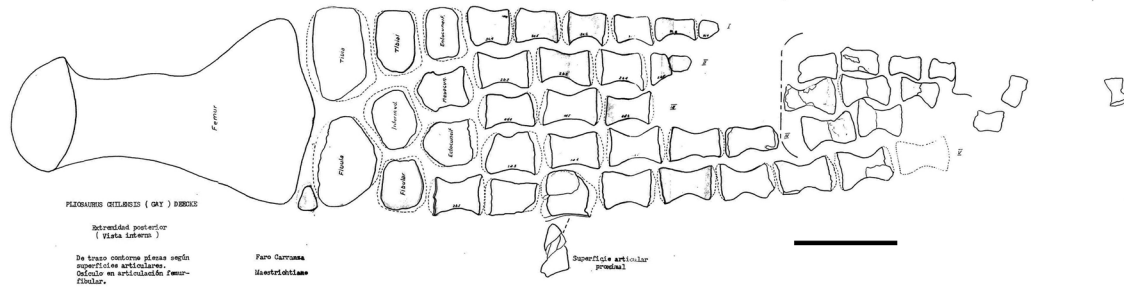


FIGURA 11. *Aristonectinae* indet. Diagrama original del espécimen descrito por Tavera (1987) recuperado desde Faro Carranza, Región del Maule (niveles superiores de la Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío). Los restos corresponden probablemente a un adulto, a juzgar por el marcado desarrollo de la cabeza articular. Modificado de Tavera 1987. Barra de escala = 100 mm.

de Algarrobo. Este consta de la porción del tronco de un esqueleto axial con algunas vértebras cervicales (SGO.PV.90), el que fue referido por estos autores a *Elasmosauridae* indet. (Figura 12A) y cuya edad fue asignada al Maastrichtiano temprano sobre la base de dataciones radioisotópicas (Suárez y Marquardt 2003). Los índices vertebrales de las vértebras cervicales del SGO.PV.90 muestran que corresponde a un elasmosáurido no aristonectino (Suazo y Otero 2014), sin embargo, no es posible asegurar su género.

El SGO.PV.90 proveniente del Maastrichtiano temprano de Algarrobo muestra gran afinidad morfológica con el SGO.PV.6506 hallado en Mariscadero, Pelluhue. Por otro lado, estos especímenes contrastan con una de las formas de elasmosáurido del Maastrichtiano tardío de la Formación Quiriquina.

En cuanto al segundo espécimen hallado en Pelluhue (SGO.PV.6507), este corresponde a un aristonectino con un atlas-axis que muestra gran afinidad con *Morturneria seymourensis* del Maastrichtiano tardío de Antártica (Figuras 13A-E), basado en las suturas del atlas-axis y en el tamaño más pequeño y similar al holotipo de esta última especie. Por el contrario, el atlas-axis de *A. parvidens* y *A. quiriquinensis* presentan diferentes contactos entre elementos y además son diferentes en su tamaño. Por lo anterior, el espécimen SGO.PV.6505 de Pelluhue es por el momento identificado como aff. *Morturneria* sp.

Un segundo hallazgo de material craneal (SGO.PV.957) referible al género *Aristonectes* y recuperado desde niveles superiores de la Formación Quiriquina expuestos en Cocholgué, fue dado a conocer por Suárez y Fritis (2002). Para ese momento, el material no pudo ser determinado a nivel de especie debido a su estado de preparación. Posteriormente, Suárez *et al.* (2003) realizaron la primera

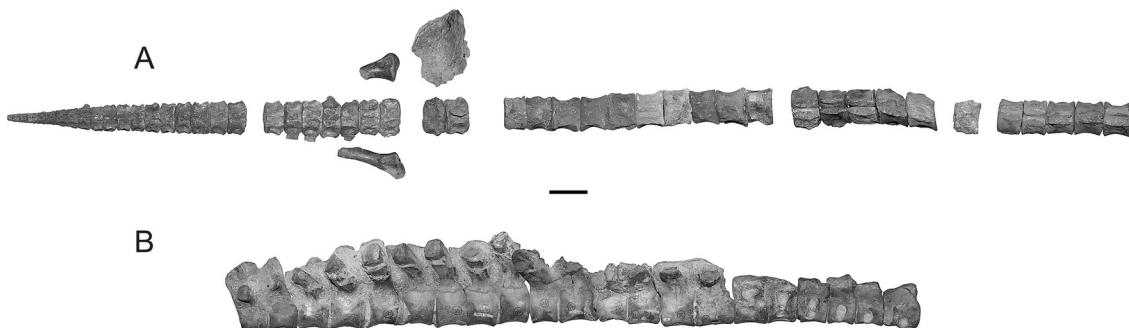


FIGURA 12. A) *Elasmosauridae* indet. SGO.PV.6506. Esqueleto poscraneal incompleto en vista dorsal. Pelluhue, Región del Maule. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. Barra de escala = 100 mm. B) *Elasmosauridae* indet. SGO.PV.90. Material mencionado por Philippi (1887) recuperado desde Algarrobo, Región de Valparaíso. Estratos de la Quebrada Municipalidad, Maastrichtiano temprano.

revisión de los vertebrados de la Formación Quiriquina, aspecto que no había sido abordado desde Wetzel (1930). En esta publicación, dichos autores señalaron la presencia de Elasmosauridae indet. en todas las unidades del Cretácico Superior chileno, señalando la presencia de dos formas diferentes. Además, se documentó la presencia del género *Aristonectes* en Cocholgüe y en la Isla Quiriquina (Casamiquela 1969; Suárez y Fritis 2002). Otero *et al.* (2010a) señalaron la presencia de elasmosáuridos provenientes de niveles superiores de la Formación Quiriquina expuestos en la isla homónima, los que presentan propodios (referidos a fémora por dichos autores) con la distintiva cabeza articular hemisférica, altamente similar a la considerada hasta entonces como diagnóstica de la especie *Mauisaurus haasti* Hector 1874. Debido a diferencias en el tamaño de los especímenes chilenos (SGO.PV.135 y SGO.PV.169) estos fueron referidos a *Mauisaurus* sp. También se dió a conocer un singular espécimen conformado por un coracoides aislado (SGO.PV.128) el que no presentaba una evidente fenestra cordiforme abierta en su porción posterior, y que fue referido a un posible polycotílido por Otero *et al.* (2010b), sin embargo, la posterior re-evaluación de este material permitió reconocer que el contorno del hueso es en realidad un artefacto de la erosión, razón

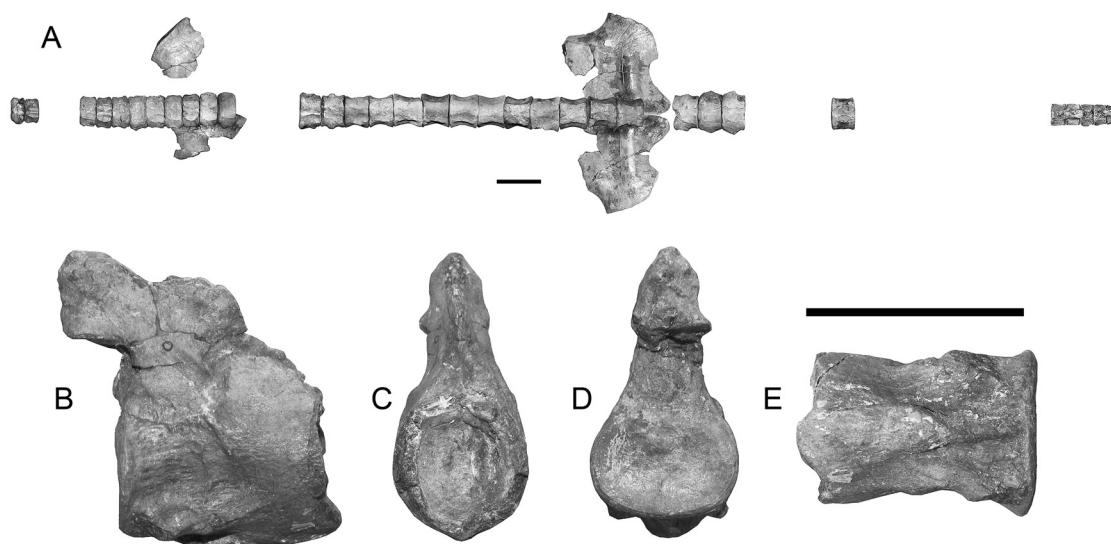


FIGURA 13. aff. *Morturneria* sp. SGO.PV.6507. A) esqueleto poscraneal incompleto en vista dorsal, B) detalle del atlas-axis en vista lateral derecha, C) vista anterior, D) vista posterior, E) vista ventral. Mariscadero, Pelluhue, Región del Maule. Niveles medios de la Formación Quiriquina, parte baja del Maastrichtiano tardío. Barra de escala en A = 100 mm; B-E = 50 mm.

por la que no es posible asegurar su pertenencia a dicha familia, aunque presenta proporciones distintas a los elasmosáuridos hasta ahora recuperados en la Formación Quiriquina.

Uno de los especímenes chilenos más informativos hasta ahora corresponde al esqueleto poscraneal de un elasmosáurido juvenil (SGO.PV.260), recuperado a fines de la década de los cincuenta por R. Casamiquela (*vide* Daniel Frassinetti) tentativamente desde niveles superiores de la Formación Quiriquina en la misma isla. Este material ha permitido un avance en la taxonomía de las formas campaniano-maastrichtianas del Pacífico sureste al proporcionar excelente material de comparación. Sobre la base de este espécimen, se realizaron análisis filogenéticos que permitieron proponer la existencia de una subfamilia, *Aristonectinae*, la que existió al menos durante el Campaniano-Maastrichtiano del hemisferio sur (Otero *et al.* 2012b) con representantes en Sudamérica (*Aristonectes parvidens* Cabrera, 1941 y otros especímenes chilenos), Nueva Zelanda (*Kaiwhekea katiki* Cruickshank y Fordyce, 2002) y Antártica (*Morturneria seymourensis* Chatterjee y Small, 1989), a la vez que podría tener representantes basales en Japón (*Futabasaurus suzukii* Sato *et al.*, 2006). Posteriormente, los índices de las vértebras cervicales fueron observados por José O'Gorman (Universidad de La Plata), quien reconoció la agrupación del espécimen

juvenil SGO.PV.260 junto a las formas juveniles de Antártica y Argentina referibles a *Aristonectes*. Sobre la base de dichos resultados, el espécimen SGO.PV.260 fue determinado como *Aristonectes* sp. (Otero y O’Gorman 2013), lo que permitió por primera vez conocer en detalle la morfología poscranial de este género, previamente conocido solo por su cráneo fragmentario, parte del cuello, una extremidad (posiblemente “composite” de varios miembros) y elementos caudales aislados (Gasparini *et al.* 2003).

Nuevo material fue recuperado en 2009 desde Cocholegüe mediante un trabajo conjunto entre la Universidad de Concepción y la Universidad de Heidelberg, Alemania. La procedencia del hallazgo, junto a correlaciones establecidas sobre la base del hallazgo de Suárez y Fritis (2002) indicaron la posible correspondencia del cráneo con el nuevo material. Esta fue verificada en terreno (R.A.O., y D.R.R.) en 2009, comprobándose que ambos hallazgos se encontraban separados por aproximadamente 1,5 m, además de estar en el mismo nivel estratigráfico, y en ausencia de otros restos de vertebrados que pudiesen indicar la presencia de más de un individuo. En adición, el cráneo y las vértebras cervicales del espécimen SGO.PV.957 de Suárez y Fritis (2002) eran complementarias al resto del cuello y poscráneo recientemente recuperado. Ambos hallazgos también fueron cotejados por Zulma Gasparini y José O’Gorman durante 2010, coincidiendo en la correspondencia de ambos hallazgos a un mismo individuo. Una vez reunido, tanto el cráneo como el poscráneo recién recuperado fueron preparados en dependencias del Museo Nacional de Historia Natural. Los nuevos elementos anatómicos del SGO.PV.957 permitieron reconocer características diagnósticas en el cuello y cintura pectoral, las que diferían de otros elasmosáuridos conocidos y que estaban también presentes en el espécimen juvenil SGO.PV.260. Finalmente, las características presentes en el cráneo del SGO.PV.957 permitieron distinguir a este espécimen del holotipo de *Aristonectes parvidens* Cabrera, recuperado en el Maastrichtiano tardío de Chubut, Argentina. Con toda esta nueva información, se contó por primera vez con dos especímenes relativamente completos y que permitieron evaluar los cambios morfológicos experimentados durante la ontogenia de esta especie así como el aspecto completo del cuerpo. La especie fue denominada *Aristonectes quiriquinensis* (Otero *et al.* 2014c) (Figuras 14 y 15), con ambos especímenes, fue además posible revisar el registro histórico desde tiempos del propio Claude Gay, concluyéndose que gran parte de los especímenes fragmentarios disponibles corresponden posiblemente al género *Aristonectes* o bien a formas estrechamente relacionadas (O’Gorman *et al.* 2012, Otero y O’Gorman 2013, Otero *et al.* 2014c). Esto ha permitido verificar que al menos durante el Maastrichtiano medio a tardío del Pacífico sureste, las formas predominantes corresponden a aristonectinos, los que se distinguen entre otras características, por poseer cráneos relativamente más grandes y cuellos largos pero reducidos en número de vértebras en comparación con los elasmosáuridos ‘regulares’ (de proporciones plesiomórficas). De este modo, los aristonectinos hoy pueden reconocerse por ser plesiosaurios elasmosáuridos de aspecto sustancialmente más robusto que las formas ‘regulares’ (*i.e.*, formas cretácicas del hemisferio norte) y que alcanzaron tamaños cercanos a los nueve metros, aunque elementos aislados claramente referibles a *Aristonectinae* señalan la presencia de individuos de tallas sustancialmente mayores. En particular, el esqueleto axial SGO.PV.91 (Figura 12C) proveniente de la Isla Quiriquina presenta centros dorsales de enormes dimensiones, con caras circulares y centros cortos. Las proporciones ventrales de estos centros dorsales han sido evaluadas mediante análisis gráfico bivariado, segregándose de elasmosáuridos regulares adultos y agrupándose con aristonectinos (Suazo y Otero 2014). Por otro lado, la nueva evidencia disponible permitió reconocer que el material anteriormente referido a *Mauisaurus* sp. por Otero *et al.* (2010a), corresponde en realidad a los propodios de *Aristonectes quiriquinensis* (Figuras 16L-P) y en consecuencia, no puede ser asegurada la presencia del género *Mauisaurus* en Chile, al menos sobre la base del capítulo hemisférico del fémur, el que también se encuentra presente en representantes del género *Aristonectes*. Del mismo modo, el material figurado por Tavera (1987) es también afín a la extremidad posterior de *Aristonectes*.

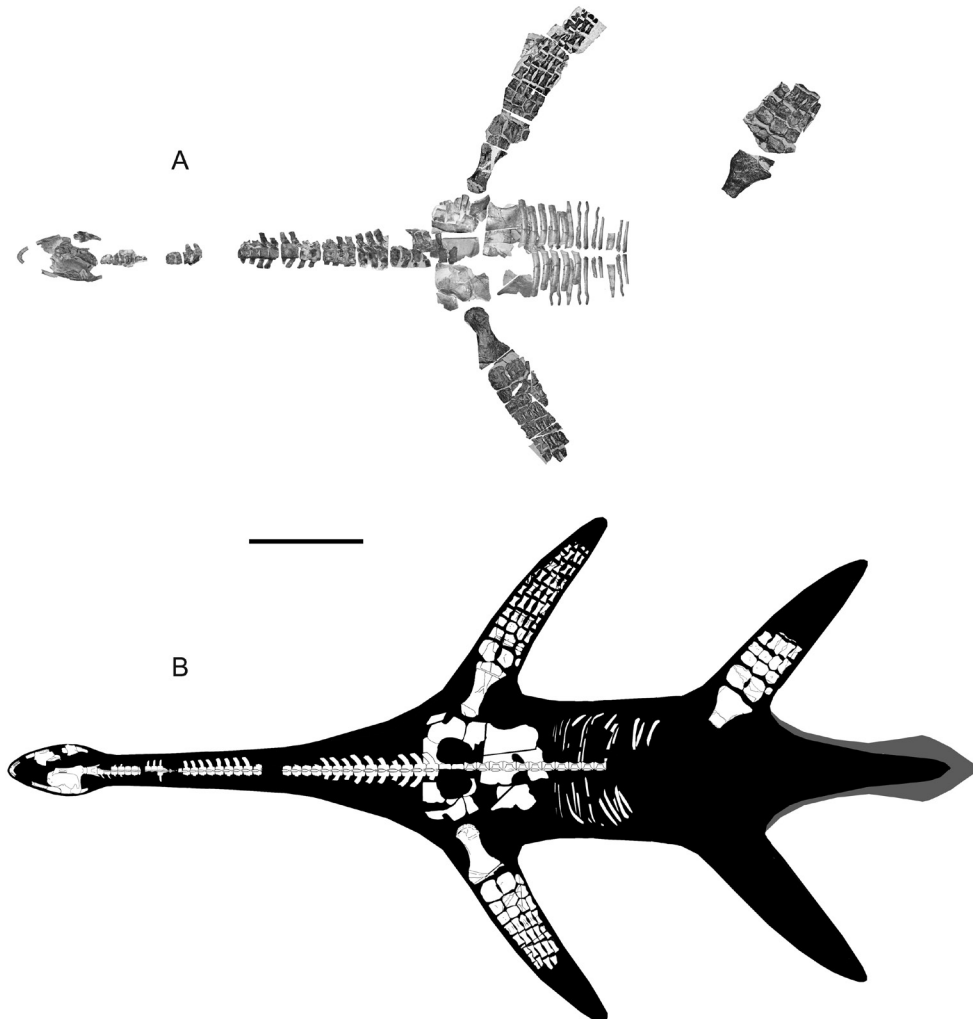


FIGURA 14. *Aristonectes quiriquinensis* Otero *et al.* 2014c. A) SGO.PV.957, holotipo, espécimen adulto. Cocholgüe, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. B) diagrama indicando las porciones preservadas y el contorno estimado del ejemplar completo sobre la base de las porciones adicionales preservadas en el espécimen referido SGO.PV.260. Barra de escala = 1 m.



FIGURA 15. *Aristonectes quiriquinensis* Otero *et al.* 2014c. SGO.PV.260. Especimen juvenil referido. Isla Quiriquina, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. Barra de escala = 500 mm.

Extremo sur de Chile

En adición al registro dado a conocer por Cecioni (1955) en la Región de Magallanes, y a los restos de Lago Parrillar referidos por Gasparini (1979) a Plesiosauria indet., han sido recuperados nuevos especímenes poscraneales en el último tiempo. Los primeros restos asociados y suficientemente diagnósticos a nivel de familia fueron recolectados en 2007 desde niveles superiores de Cerro Dorotea, en las cercanías de Puerto Natales. Este espécimen (SGO.PV.6648) fue determinado como Elasmosauridae indet. (Figura 17A) sobre la presencia de vértebras bilobadas (Otero *et al.* 2009). Su edad ha sido acotada mediante dataciones radioisotópicas que indican el Maastrichtiano tardío (Hervé *et al.* 2004). Un registro adicional proveniente del sector de Dumestre (SGO.PV.6580) al oeste de Puerto Natales, corresponde a un segundo elasmosáurido (Figuras 17B-F), probablemente un adulto de tamaño pequeño (Otero y Rubilar-Rogers 2010), el que presenta espinas neurales cervicales recurvadas anteriormente, así como un capítulo

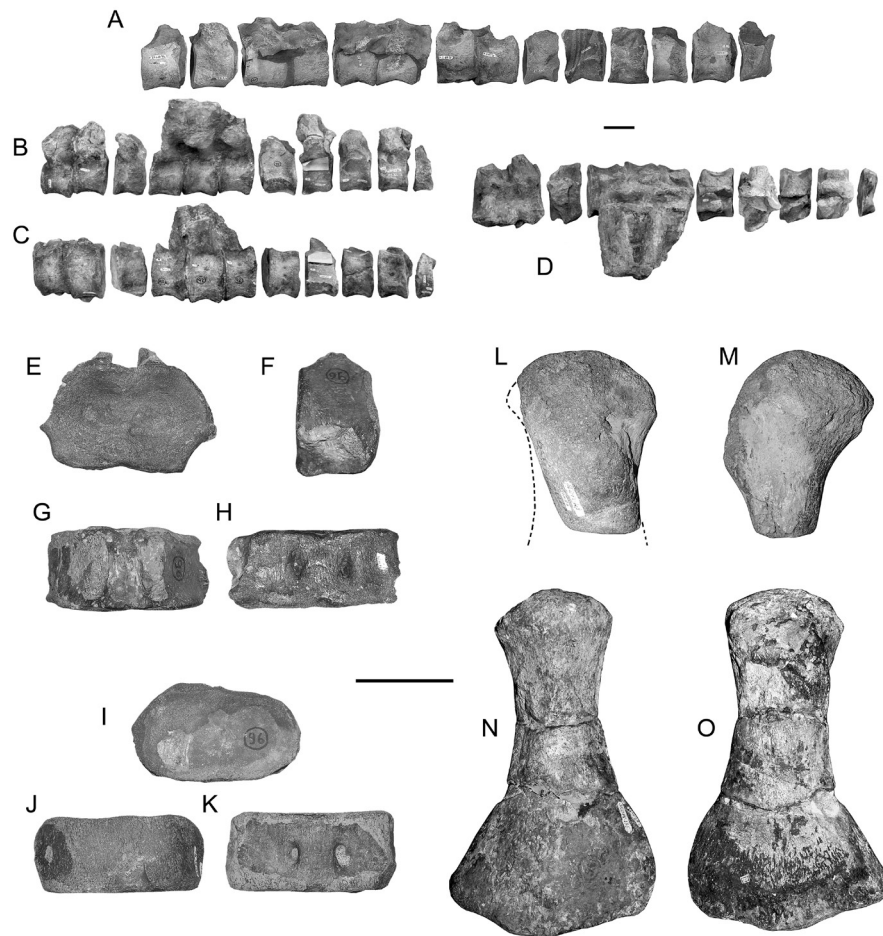


FIGURA 16. Aristonectinae indet. SGO.PV.91. Esqueleto axial dorsal preservando 14 vértebras sucesivas, excepto una. A) vista lateral derecha. SGO.PV.92. Esqueleto axial dorsal preservando 11 vértebras sucesivas y algunos arcos neurales. B) vista lateral derecha, C) vista ventral, D) vista dorsal. Aristonectinae indet. SGO.PV.96. Dos vértebras cervicales de un mismo individuo de gran tamaño. E, I) vistas articulares, F) vista lateral derecha, G, J) vistas dorsales, H, K) vistas ventrales. *Aristonectes quiriquinensis*. Porción proximal de húmero izquierdo (SGO.PV.169) y fémur izquierdo (SGO.PV.135). Isla Quiriquina, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. Anteriormente referidos a *Mauisaurus* sp. (Otero *et al.* 2010). L) húmero SGO.PV.169 en vista dorsal, M) húmero en vista posterior, N) fémur SGO.PV.135 en vista ventral, O) fémur en vista dorsal. Barras de escala = 100 mm.

hemisférico en el fémur, lo que permite referirlo a *Aristonectinae* indet. La edad del espécimen es algo más antigua que los restos de Cerro Dorotea, sin embargo, por el momento solo se refiere a Maastrichtiano indiferenciado a la espera de resultados radioisotópicos. Material adicional del mismo espécimen fue recolectado en 2013 y se encuentra actualmente en preparación y estudio. Ambos hallazgos se suman a los restos mencionados por Cecioni (1955) y a restos articulados de plesiosaurio indeterminado preservando una extremidad parcial y parte de una escápula, proveniente de niveles tentativamente asignables al Maastrichtiano temprano de la Formación Fuentes expuestas en Lago Parrillar (Ortiz *et al.* 2012, 2013). Finalmente, el elasmosáurido no aristonectino más austral de Sudamérica (Otero *et al.* 2013) ha sido reconocido mediante los restos provenientes de Lago Parrillar anteriormente mencionados por Gasparini (1979) (Figuras 18A-U). Materiales recuperados en varias campañas de terreno en la misma localidad muestran una notoria consistencia en tamaño y corresponden a elementos anatómicos complementarios, lo que sugiere que pertenecen a un único individuo. Independiente de esto, los restos incluyen vértebras cervicales bilobadas, rasgo distintivo de la familia Elasmosauridae (Bardet *et al.* 1999, Gasparini *et al.* 2003), además de un propodio inusualmente elongado y distalmente estrecho con respecto a los ya conocidos en elasmosáuridos, similar al presente en el espécimen CM Zfr 159 de Nueva Zelanda (Hiller *et al.* 2014). Durante enero de 2014 se realizaron nuevos hallazgos en Cerro Castillo y Sierra Baguales, los que corresponden a elasmosáuridos provenientes de los niveles superiores de la Formación Dorotea (RAO., com. pers. 2014) y que están en proceso de estudio. Entre ellos se encuentran restos asociados de elasmosáuridos regulares y el primer registro del género *Aristonectes* en el Maastrichtiano tardío de Magallanes.

A continuación se presenta una síntesis sistemática de los restos más significativos de plesiosaurios recuperados hasta la fecha en Chile.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Reptilia Linnaeus, 1758

Diapsida Osborn, 1903

Sauropterygia Owen, 1860

Plesiosauria de Blainville, 1835

Cryptoclididae Williston, 1925

Cryptoclididae indet.

(Figuras 4A-C)

Material— MUHNCAL.20172. Vértebra dorsal aislada. Cerritos Bayos, Calama, Región de Antofagasta. Formación Cerritos Bayos, Oxfordiano. Figura 4A. MUHNCAL.20146. Fragmento de probable dentario con cuatro dientes. Figuras 4B y C.

Descripción—MUHNCAL.20172: corresponde a una vértebra que preserva parte de los pedicelos del respectivo arco neural, los que se encuentran bien separados entre sí, lo que muestra que el arco neural es más ancho que el centro. Este último es subcircular en vista anterior, con caras articulares planas. MUHNCAL.20146: corresponde a un fragmento craneal con cuatro dientes en posición anatómica, expuestos en vista labial. Estos se encuentran parcialmente erosionados, sin embargo, al menos dos de ellos muestran un esmalte relativamente bien preservado, carente de estriaciones marcadas, mientras que en la cara lingual es posible notar la presencia de finas estrias al menos en la porción apical. Los alvéolos se encuentran mal preservados, sin embargo muestran un tejido bien diferenciado con respecto a la porción ósea a la que se encuentran adheridos, por ello se interpreta a esta última como parte del esplesial, lo que sugiere la presencia de un plato paradental del dentario en donde los dientes se encuentran aún ubicados.

Comentarios—Los dientes sin estriaciones labiales y estriaciones linguales, de tamaño pequeño, han sido descritos por Brown (1981) para algunos cryptoclídidos. Del mismo modo, la vértebra recuperada coincide con la forma y proporciones indicadas para el género *Cryptoclidus* (Brown 1981: figura 9.4). Sobre la base de estas comparaciones, el material Chileno es referido a *Cryptoclididae* indet.

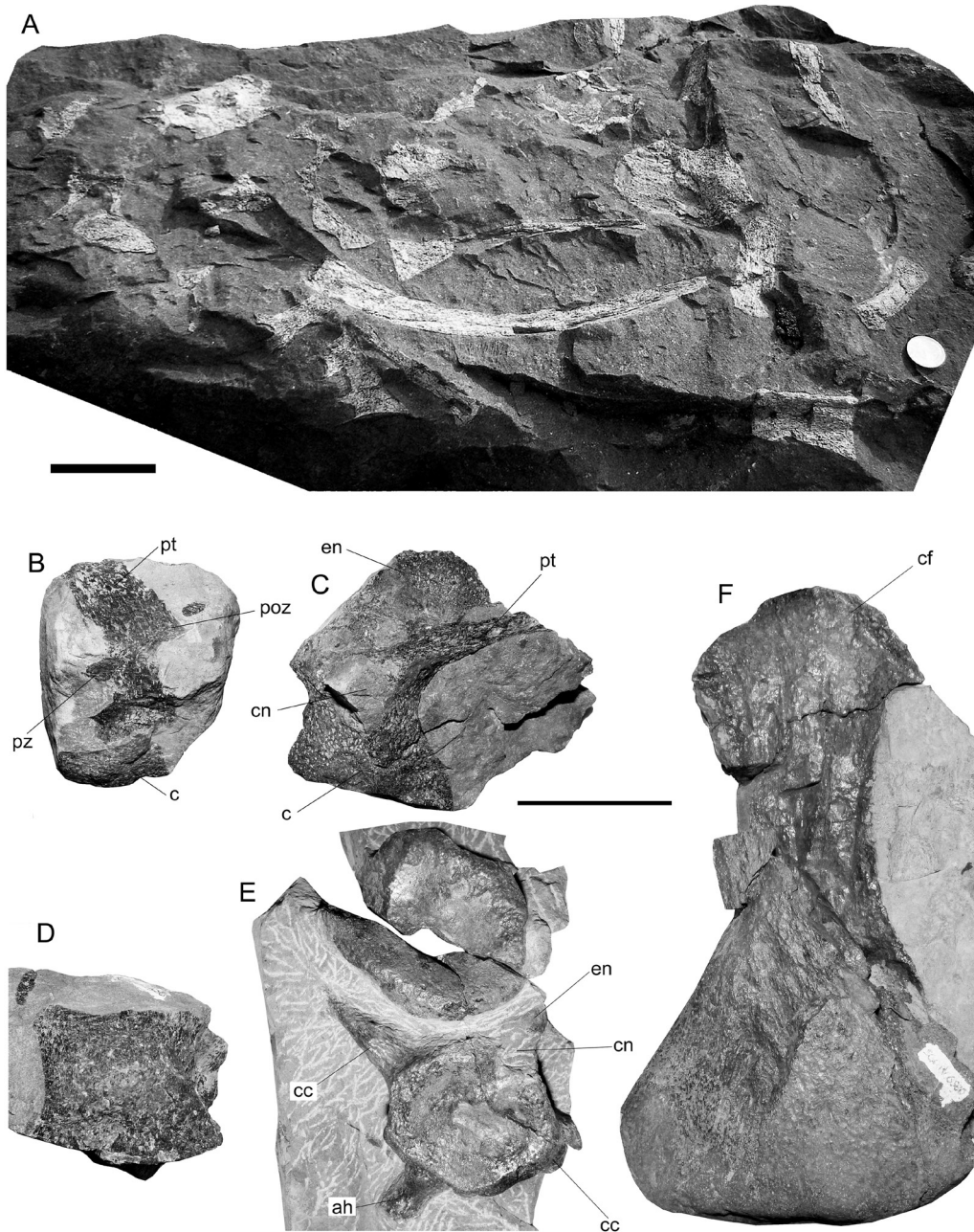


FIGURA 17. Especímenes recuperados en el extremo sur de Chile. Elasmosauridae indet. SGO.PV.6648. A) Restos asociados de un individuo juvenil. Cerro Dorotea, Puerto Natales. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. Aristonectinae indet. SGO.PV.6580. Restos asociados de un individuo adulto de tamaño pequeño. Dumestre, Puerto Natales. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. B) espina neural cervical y parte del centro respectivo, en vista lateral izquierda, C) vértebra dorsal en vista articular, D) otra vértebra dorsal en vista ventral, E) dos vértebras caudales asociadas, en vista articular, F) fémur izquierdo en vista distal, G) fémur izquierdo en vista dorsal, H) fémur izquierdo en vista posterior. Abreviaciones anatómicas: ah: arco hemal, c: centro vertebral, cc: costilla caudal, cf: cabeza femoral, cn: canal neural, en: espina neural, poz: postzygapófisis, pt: proceso transversal, pz: prezygapófisis. Barra de escala en A = 100 mm; B-F = 50 mm.

Elasmosauridae Cope, 1869

Elasmosauridae indet.

(Figuras 9, 12A-B, 17A, 18A-U)

Material—SGO.PV.123. Restos articulados de extremidad. Cerro Castillo, Región de Magallanes. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. Figuras 9A y B. SGO.PV.6506. Esqueleto axial incompleto, cintura pélvica parcial, elementos acropodiales y dentales aislados (espécimen ex-SGO.PV.325, *sic* Castillo *et al.* 1992). Pelluhue (Mariscadero), Región del Maule. niveles inferiores a medios de la Formación Quiriquina, parte baja del Maastrichtiano tardío. Figura 12A. SGO.PV.90. 21 centros vertebrales dorsales y cervicales. Algarrobo, Región de Valparaíso. Estratos de la Quebrada Municipalidad, Maastrichtiano temprano. Figura 12B. SGO.PV.6648. Restos poscraneales torácicos asociados. Puerto Natales, Región de Magallanes. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. Figura 17A. Restos asociados de un único individuo enlistado a continuación: SGO.PV.229-230. Dos centros cervicales anteriores; SGO.PV.221. Dos centros dorsales; SGO.PV.158. Vértebra cervical fragmentaria; SGO.PV.160. Vértebra cervical fragmentaria; SGO.PV.224. Propodio indeterminado y dos centros cervicales; SGO.PV.226. Metapodial aislado y fálange; SGO.PV.161. Mesopodial aislado; SGO.PV.159. Fragmento de epipodial (probablemente una ulna), un mesopodial y parte de un elemento pectoral(?); SGO.PV.222. Molde de dos centros indeterminados; SGO.PV.225. Fragmentos de huesos indeterminados; SGO.PV.227. Fragmento de un arco neural; SGO.PV.228. Fragmento de costilla. Margen norte de la Laguna Parrillar, Región de Magallanes. Formación Fuentes, Maastrichtiano inferior. Figuras 18A-U.

Descripción—SGO.PV.90: 21 centros vertebrales articulados, correspondientes a la porción dorsal-cervical. Este material fue originalmente mencionado, pero no figurado por Philippi (1887), señalando como recolector a L. Landbeck. Corresponde a un individuo juvenil a adulto, de talla mediana. Los nueve centros posteriores muestran una contorno articular subcircular, siendo casi tan anchas como altas, pero más anchas que largas. Estos centros preservan sus respectivos procesos transversos, los cuales se encuentran orientados en sentido posterior, y también preservan parte de sus espinas neurales, sin embargo las zigapofisis anteriores no son visibles. Los centros cervicales son platicélicos, presentan una depresión central en su parte ventral (dumb-bell shape), siendo más anchos que altos y más altos que largos. No preservan las espinas neurales ni las costillas cervicales, siendo visibles sólo sus facetas. SGO.PV.6506: Este espécimen presenta vértebras cervicales con arcos neurales bien fusionados, mientras que los elementos caudales aun no presentan fusión neurocentral, hemal, o fusión de las costillas. En consecuencia, es considerado un sub-adulto. Posee presencia de vértebras caudales bilobadas con VLI promedio = 90. También posee centros caudales distintivos con dos quillas ventrales y caras anficélicas, mientras que el extremo caudal tiene centros con cuatro facetas dorsales para la inserción del arco neural entre dos centros sucesivos. En adición, presenta un ilion distintivo, considerado único con respecto a cualquier forma conocida en la PBW. SGO.PV.123: extremidad articulada que conserva seis falanges con diferente preservación, cuatro metapodiales, y fragmentos de tres mesopodiales. Ningún metapodial se encuentra desplazado hacia la fila de mesopodiales, lo que indica que los dígitos preservados corresponden a I, II, III y IV respectivamente. También se preserva una parte importante de los mesopodiales distales medial y central, y una pequeña porción del mesopodial distal lateral. La forma de las falanges es regularmente larga, con forma de carrete, mostrando una cintura medial y superficies articulares redondeadas y bien desarrolladas. SGO.PV.158-161, SGO.PV.221-222, SGO.PV.224-230: Restos de un único espécimen entre los que destaca la presencia de vértebras cervicales bilobadas con VLI (*sensu* Welles 1952) entre 82-132, lo que lo agrupa con formas de cuellos extremos como las del hemisferio norte. Además, posee un propodio inusualmente elongado y parte de un arco neural que denota una faceta para la costilla inusualmente grácil. SGO.PV.6648: Bloque que conserva siete centros vertebrales, arcos neurales y al menos seis costillas asociadas, los que se encuentran pobremente preservados debido a su exposición y a los efectos de la intemperización. El conjunto de

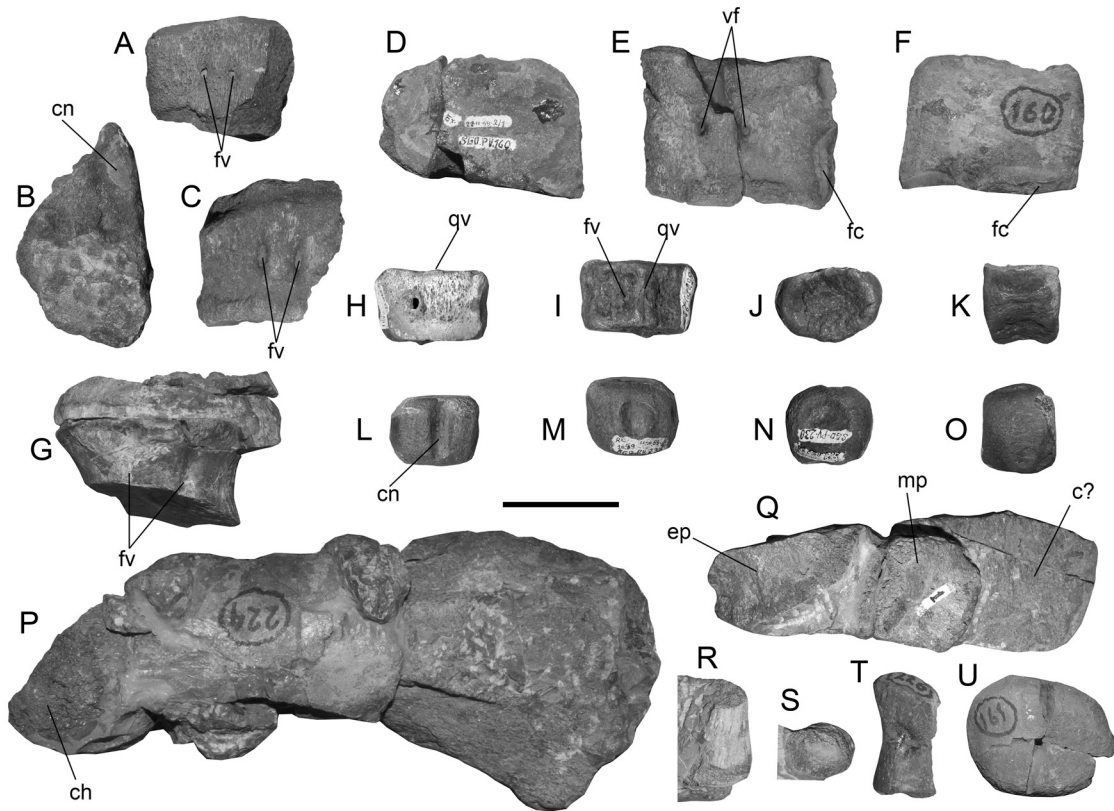


FIGURA 18. Elasmosauridae indet. Restos de un probable único espécimen de elasmosáurido no aristonectino. Margen norte de Laguna Parrillar, Región de Magallanes. Formación Fuentes, Maastrichtiano temprano. A) SGO.PV.224, centro cervical medial en vista ventral, B) SGO.PV.158, centro cervical y parte de su arco neural en vista articular, C) mismo en vista ventral, D) SGO.PV.160, centro cervical posterior en vista articular, E) mismo en vista ventral, F) mismo en vista lateral izquierda, G) SGO.PV.221, fragmento de centro dorsal en vista ventral, H, L) SGO.PV.229, centros cervicales anteriores en vista dorsal, I, M) mismo en vista ventral, J, N) mismo en vista articular posterior, K, O) mismo en vista lateral derecha, P) SGO.PV.224, propodio indeterminado, posiblemente un húmero, en vista dorso-ventral, Q) SGO.PV.159. Epipodio postaxial, mesopodial postaxial, y parte de cintura indeterminada, R) SGO.PV.159, falange preservada en el mismo bloque en la superficie opuesta, S) falange vista en sección, T) SGO.PV.226. Metapodial V, U) SGO.PV.161, mesopodial indeterminado. Abreviaciones anatómicas: ch: cabeza articular del húmero, cn: canal neural, ep: epipodial, fc: facetas de costillas, fv: foramen ventral, mp: metapodial, qv: quilla ventral. Barra de escala = 50 mm.

vértebras permite constatar la presencia de dos foraminas en la superficie ventral de los centros. También permite observar que las vértebras poseen caras articulares planas y una depresión central en la superficie ventral de los centros. El material preserva algunas suturas entre arcos neurales y centros, las que son bien marcadas y están separadas por efectos tafonómicos.

Comentarios—SGO.PV.6506 representa un tipo de elasmosáuridos con características morfológicas distintivas que permiten relacionarlo a parte del hipodigma de '*C. andium*' Deecke, así como al espécimen descrito por Broili (1930) (Otero *et al.* 2014c). Del mismo modo, coincide en tamaño, proporciones vertebrales y características generales, con el espécimen SGO.PV.90 proveniente de Algarrobo. Dada su preservación fragmentaria, no puede ser referido a ningún género o especie, y en consecuencia es mantenido como un elasmosáurido no-aristonectino aún indeterminado. A su vez, SGO.PV.6648 y el conjunto SGO.PV.158-230 poseen características similares, y probablemente representen taxa estrechamente relacionados.

Aristonectinae (O'Keefe y Street 2009), *sensu* Otero *et al.* 2012b

Género *Morturneria* (Chatterjee y Small 1989) Enmend. Chatterjee y Creisler 1994

Especie tipo—*Turneria seymourensis* (Chatterjee y Small 1989). Isla Seymour, Antártica.

Formación López de Bertodano, Maastrichtiano tardío.

aff. *Morturneria* sp.
(Figuras 13A-E)

Material—SGO.PV.6507. Esqueleto axial que preserva el atlas-axis, cinco cervicales anteriores sucesivas, cuatro cervicales posteriores, la sección axial dorsal casi completa, y parte articulada de la porción caudal, además de ambos coracoides y parte de la cintura pélvica (espécimen ex-SGO.PV.325, *sic* Castillo *et al.* 1992). Pelluhue (Mariscadero), Región del Maule. niveles inferiores a medios de la Formación Quiriquina, parte baja del Maastrichtiano tardío. Figuras 13A-E.

Descripción—SGO.PV.6507 presenta un atlas-axis con la sutura del arco del axis internada ventralmente sobre el axis y atlas parcialmente expuesto lateralmente, similar al holotipo de *Morturneria seymourensis*. Vértebras cervicales bilobadas con VLI promedio = 81,6. Centros dorsales con caras articulares circulares y arcos neurales más estrechos que el centro. Vértebras caudales anteriores ovales. Coracoides con proceso ventral cónico y fenestra cordiforme amplia. Ilion distalmente masivo. Ambos pubis se encuentran incompletos.

Comentarios—La configuración de las suturas del complejo atlas-axis es similar a las de *Morturneria seymourensis* Chatterjee y Small 1989, mientras que difiere de aquellas observadas en representantes del género *Aristonectes* (Gasparini *et al.* 2003, Otero *et al.* 2014c). En adición, este espécimen adulto posee una talla muy inferior a las de adultos del género *Aristonectes*, indicando su pertenencia a un taxón diferente de aristonectino.

Género *Aristonectes* Cabrera, 1941

Especie tipo—*Aristonectes parvidens* Cabrera 1941. Chubut, Argentina. Formación Paso del Sapo, Maastrichtiano tardío.

Aristonectes sp.
(Figuras 10A-I)

Material—SGO.PV.82. Fragmento de rostro y porción sinfisial de mandíbula. Isla Quiriquina, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. Figuras 10A-E. SGO.PV.6569. Vértebra caudal anterior incompleta. Cerro Castillo, Región de Magallanes. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. Figuras 10F-I.

Descripción—SGO.PV.82: El material comprende la parte anterior del rostro y la sínfisis mandibular, ambas en posición oclusal y preservada en un mismo rodado. La mandíbula muestra un aspecto robusto, con algunos forámenes en su parte dorsal y al menos 21 alvéolos dentales, todos de tamaños similares y orientados en sentido subhorizontal. La porción rostral conserva al menos 18 alvéolos, cuyo tamaño también es coincidente con los observados en la mandíbula. SGO.PV.6569: Vértebra caudal anterior, la cual conserva la mitad del centro. El fragmento permite apreciar la presencia de superficies planas entre facetas de costillas y pedicelos neurales, las que en total son ocho por simetría del centro. En adición, el centro mismo es más corto que alto y más ancho que alto.

Comentarios—La porción rostral preservada en el espécimen SGO.PV.82 no permite comparaciones directas con el holotipo de *Aristonectes parvidens* Cabrera 1941, ni con la especie chilena (Otero *et al.* 2014c). Por esta razón es determinado sólo a nivel de género. A su vez, SGO.PV.6569 presenta un contorno articular considerado diagnóstico del género *Aristonectes* (O'Gorman *et al.* 2012; Otero y O'Gorman 2013).

Aristonectes quiriquinensis Otero *et al.*, 2014c
(Figuras 14, 15, 16L-P)

Material—SGO.PV.957 (holotipo). Esqueleto semiarticulado incluyendo el cráneo, gran parte del cuello, cintura pectoral, parte del tronco, ambas extremidades anteriores y una extremidad posterior. Cocholgüe, Región del Biobío. Niveles superiores de la Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. Figuras 14A y B. SGO.PV.260. Esqueleto poscranial casi completo. Figura 15. SGO.PV.169. Porción proximal de húmero. Figuras 16L y M. SGO.PV.135. Fémur izquierdo completo. Figura 16O y P. Isla Quiriquina, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío.

Descripción—SGO.PV.957: Cráneo de aspecto aplanado, con más de 50 dientes homodontos en el dentario. Cuello con aproximadamente 45 vértebras con espinas neurales y costillas cervicales inclinadas anteriormente. Coracoides con fenestra cordiforme abierta y secundariamente cerrada en su margen posteromedial con contacto de ambos coracoides en el adulto. Extremidades anteriores muy elongadas. Húmero con cabeza articular hemisférica. Radio y ulna más largos que anchos, ambos lunados. Húmeros y fémora con capitulo hemisférico. SGO.PV.260: Idénticas características cervicales que el espécimen SGO.PV.957. Coracoides sin contacto posterior debido en el estado juvenil. Propodios con cabezas articulares/capitulos prominentes pero aun no hemisféricos, debido al estado juvenil. Pelvis poco diferenciada. Extremo caudal único, con una masa caudal previa a un último elemento reducido, con ausencia de arcos hemale en los últimos centros, costillas caudales elongadas y recurvadas caudalmente, y espinas neurales con extremo dorsal inusualmente plano. SGO.PV.135: Fémur completo, de forma grácil, con su porción distal conservando el espesor de la diáfisis, y deprimiéndose hacia sus bordes anterior y posterior. El capitulum muestra una forma hemisférica y está bien diferenciado de la diáfisis, mientras que el trochanter también se encuentra claramente desarrollado dorsalmente. SGO.PV.169: Muy similar a SGO.PV.135, sin embargo sólo preserva la porción proximal, estando tanto la cabeza articular como la tuberosidad disminuidos por efecto de la erosión. Muestra un tamaño proporcionalmente mayor que SGO.PV.135.

Comentarios—Las características craneales del SGO.PV.957 incluyen la presencia de una espina mentoniana en la sínfisis, ausencia de una fosa digástrica, ausencia de dientes en el dentario por más de 13 cm desde el coronoides (contra 6,5 cm en *Aristonectes parvidens*) y una proporción cráneo/cervicales diferentes a las de *Aristonectes parvidens*, el cual presenta un cráneo comparativamente más grande (Otero *et al.* 2014c). El espécimen juvenil SGO.PV.260 ha permitido conocer la porción poscranial no preservada en el holotipo SGO.PV.957, a la vez que ha proporcionado valiosa información para comprender los cambios osteológicos de esta especie durante el crecimiento. Los especímenes SGO.PV.135 y SGO.PV.169 fueron anteriormente referidos por Otero *et al.* (2010a) al género *Mauisaurus* sobre la base de la presencia de un capitulo hemisférico en el fémur. El holotipo de *Aristonectes quiriquinensis* (SGO.PV.957) ha permitido comparar directamente los propodios SGO.PV.135 y 169, habiendo perfecta coincidencia entre la porción de fémur del SGO.PV.957 y la porción proximal del húmero del mismo. Debido a esto, se enmenda la asignación taxonómica del SGO.PV.135 y SGO.PV.169 a *Aristonectes quiriquinensis*.

Aristonectinae indet.
(Figuras 16A-K)

Material—SGO.PV.91. Esqueleto axial dorsal preservando 14 vértebras sucesivas, excepto una, todas con su porción dorsal erosionada. Figura 16A. SGO.PV.92. Esqueleto axial dorsal preservando 11 vértebras sucesivas y algunos arcos neurales. Figuras 16B-D. SGO.PV.96. dos vértebras cervicales de un mismo individuo de gran tamaño. Figuras 16E-K. Isla Quiriquina, Región del Biobío. Formación Quiriquina, Maastrichtiano tardío. SGO.PV.6580. Restos poscraniales asociados. Dumestre, Puerto Natales. Formación Dorotea, Maastrichtiano tardío. Figuras 17B-F.

Descripción—SGO.PV.91 y SGO.PV.92: Corresponden a vértebras de grandes dimensiones, con caras articulares circulares a ovales, escasa constricción medial, y centros distintivamente cortos. Presentan varios pares de foraminas ventrales, de tamaño variable. Los arcos neurales preservados en SGO.PV.92 son

robustos y se extienden en dirección horizontal, condición también observada en SGO.PV.260. SGO.PV.96: Vértebras cervicales bilobadas, de gran tamaño, con VLI promedio = 55. Presentan un aspecto más ancho que alto, y más alto que largo, con facetas de las costillas de sección oval. Los pedicelos del arco neural se encuentran bien fusionados, indicando un estado adulto. SGO.PV.6580: presenta un propodio que es de forma aplanada, cuyo extremo distal es expandido en sentido axial y además posee una superficie dorsal con múltiples puntuaciones. Su extremo proximal posee un capítulo bien separado de la diáfisis, de forma hemisférica. El arco neural dorsal preserva el contorno del canal neural cuyo tamaño es discreto, y parte del contorno del centro, denotando que este último es notoriamente mayor que el arco mismo. Los centros vertebrales caudales posteriores muestran un contorno articular de forma octogonal, consistente también con la forma de los centros equivalentes del espécimen SGO.PV.260. Las vértebras dorsales y caudales tienen costillas y arcos neurales bien fusionados, lo que indica que el individuo corresponde a un adulto.

Comentarios—Tanto en SGO.PV.91 como en SGO.PV.92, el largo de todos los centros es similar a las vértebras más cortas observadas en aristonectinos, particularmente en el espécimen SGO.PV.260. Del mismo modo, las caras articulares circulares ovoides a circulares se asemejan a aquellas observadas en aristonectinos (Otero *et al.* 2012b: figura 4B). Finalmente, el análisis gráfico bivariado de las proporciones vertebrales dorsales ha permitido agrupar ambos especímenes con aristonectinos, a la vez que se segregan de otros elasmosáuridos (Suazo y Otero 2014). Lo fragmentario de ambos especímenes no permite identificarlos a nivel de género. Resulta notable el gran tamaño de ambos, sugiriendo tamaños corporales sobre 12 m basados en el cuerpo conocido de *A. quiriquinensis*. A su vez, las vértebras del espécimen SGO.PV.96 son sustancialmente mayores en tamaño que aquellas del espécimen adulto joven SGO.PV.957, lo que sugiere su posible pertenencia a una especie diferente, aun escasamente representada en el registro fósil chileno. Por otro lado, las características morfológicas del espécimen coinciden en parte con elementos diagnósticos de Aristonectinae (Otero *et al.* 2012b). En adición a esto, mediante análisis gráfico bivariado de las proporciones vertebrales dorsales, SGO.PV.96 ha sido agrupado con otros aristonectinos (Suazo y Otero 2014). Finalmente, para el espécimen SGO.PV.6580, su tamaño adulto resulta de talla inferior al juvenil SGO.PV.260, lo que indica su probable correspondencia a un taxón diferente, aun indeterminado.

PALEOBIOGEOGRAFÍA

Al comparar el registro chileno durante el Cretácico Superior con aquellos del resto de la PBW, se verifican algunos patrones interesantes. El registro contemporáneo en Antártica muestra la presencia de aristonectinos desde el Campaniano tardío hasta el Maastrichtiano tardío (Chatterjee y Small 1989, O’Gorman *et al.* 2012, Otero *et al.* 2014b), los cuales también estarían presentes en Nueva Zelanda en parte del mismo lapso (Cruickshank y Fordyce 2002). Durante el Maastrichtiano temprano se han reconocido tanto en Chile central (Algarrobo) como en Magallanes (Lago Parrillar), formas de elasmosáuridos regulares, las que también se encuentran presentes durante la parte baja del Maastrichtiano tardío, representados por uno de los hallazgos en Pelluhue.

A su vez, los registros sudamericanos de aristonectinos se encuentran por el momento restringidos exclusivamente al Maastrichtiano tardío, sugiriendo un recambio de fauna en el Pacífico durante el Maastrichtiano. En cuanto a otros grupos de plesiosaurios, los polycotílicos son conocidos en el Maastrichtiano de Argentina (Salgado *et al.* 2007, O’Gorman y Gasparini 2013), el Coniaciano de Antártica (D’Angelo *et al.* 2010), y el Campaniano-Maastrichtiano de Nueva Zelanda (Welles y Gregg 1971), mientras que en Chile, hasta el momento estos últimos se encontrarían completamente ausentes, junto con elasmosáuridos de cuellos extremos como *Elasmosaurus platyrurus* Cope. A su vez, los aristonectinos son sin duda las formas más abundantes durante el Maastrichtiano tardío de Chile central, mientras que durante el mismo lapso en el extremo sur de Chile, los registros de elasmosáuridos no aristonectinos (formas regulares) aparecen con una abundancia comparativamente mayor a la detectada en Chile central; a su vez, los aristonectinos estarían representados por una diversidad que incluye al propio género *Aristonectes*, así como también una forma enana aún poco conocida.

CONCLUSIONES

El registro de plesiosaurios en Chile cuenta con hallazgos desde el Jurásico Inferior hasta fines del Cretácico. Las formas jurásicas son por el momento fragmentarias y poco informativas en términos taxonómicos, destacando la presencia de plesiosauroideos en el Jurásico Medio de Copiapó, Región de Atacama, y plesiosaurios cryptoclíidos indeterminados en el Oxfordiano de Cerritos Bayos, Región de Antofagasta. Existe una gran brecha en el registro durante el Cretácico Inferior en donde sólo se conocen restos de reptiles marinos indeterminados (eventualmente plesiosaurios) en niveles de edad aptiana-albiana de la Región de Aysén.

El registro más rico de plesiosaurios en Chile proviene de rocas del Cretácico Superior del centro y extremo sur del país. Se cuenta con varios hallazgos desde el siglo XIX que han sido determinados como diferentes taxa, los cuales pueden hoy ser reconocidos como hipodigmas conformados en varios casos por múltiples individuos con diferente estadio ontogenético. De este modo, los taxa históricos '*Plesiosaurus chilensis*' Gay 1848, '*Cimoliasaurus chilensis*' (Gay) (Lydekker 1889), '*Pliosaurus chilensis*' (Gay) (Steinmann *et al.* 1895), '*Cimoliasaurus*' sp. (Steinmann *et al.* 1895), '*Cimoliasaurus andium*' Deecke (Steinmann *et al.* 1895), y '*Coelospondylus (Plesiosaurus) chilensis*' (Gay) (Cecioni 1955), incluyen entre sus materiales especímenes referibles a *Aristonectes* sp., *Aristonectinae* indet., *Elasmosauridae* indet., y *Plesiosauria* indet., siendo la única excepción el complejo caudal descrito entre los materiales tipo de *C. andium* Deecke, el cual puede constituir eventualmente una forma nueva aún escasamente conocida en el Cretácico Superior del Pacífico sureste.

Durante el Maastrichtiano temprano se han reconocido elasmosáuridos indeterminados (formas regulares) en la localidad de Algarrobo, Región de Valparaíso, como también en Laguna Parrillar, Región de Magallanes. El registro de plesiosaurios en el Maastrichtiano tardío incluye elasmosáuridos regulares aún indeterminados en la Región de Magallanes, así como un hasta ahora único registro del género *Aristonectes* y una forma aristonectina enana, aún indeterminada.

Durante la parte baja del Maastrichtiano tardío se han hallado especímenes asociados e informativos en la localidad de Pelluhue, Región del Maule, en donde se ha reconocido la presencia de una forma distintiva de elasmosáurido no aristonectino, referible al mismo taxón incluido en el hipodigma de '*C. andium*' (centros caudales descritos por Steinmann *et al.* 1895) o a una forma estrechamente emparentada. En directa asociación al espécimen de Pelluhue se se ha reconocido un aristonectino con afinidades a la forma antártica *Morturneria seymourensis* Chatterjee y Small 1989.

Por otro lado, se ha reconocido la especie *Aristonectes quiriquinensis* Otero *et al.* 2014c proveniente de la parte más alta del Maastrichtiano y hallado en la Región del Biobío. De esta especie se conocen dos esqueletos relativamente completos (holotipo adulto y referido juvenil), así como múltiples especímenes fragmentarios referibles a la misma. En adición, restos fragmentarios tanto referibles al género *Aristonectes*, como a aristonectinos indeterminados, corresponden a las formas más abundantes en el Maastrichtiano tardío de Chile central. Entre estos destacan muestras de tallas ampliamente superiores a *Aristonectes quiriquinensis* y que eventualmente pudiesen representar una especie diferente. Junto con esto, en menor frecuencia se han recuperado restos de elasmosáuridos regulares en rocas contemporáneas del centro de Chile.

En síntesis, el registro a lo largo del Pacífico durante fines del Cretácico muestra una predominancia de elasmosáuridos regulares durante el Maastrichtiano temprano, los cuales habrían sido reemplazados por aristonectinos, estos últimos constituyendo la forma más abundante en Chile central durante el Maastrichtiano tardío. En dicho lapso, se conoce en Chile central una especie (*A. quiriquinensis*) y al menos otras dos formas diferentes (una afin a *Morturneria seymourensis* y otra gigante), a las que se suma un cuarto morfotipo diferente y correspondiente a un taxón enano, hasta ahora solo hallado en Magallanes en rocas contemporáneas. En Chile central también han sido hallados elasmosáuridos regulares, los que representan el grupo de plesiosaurios más escasos, sin embargo, la diversidad ahora reconocida en Magallanes durante el Maastrichtiano tardío, muestra una abundancia compartida entre elasmosáuridos

regulares y aristonectinos. Se encontrarían hasta ahora ausentes en el registro Maastrichtiano del Pacífico, aquellos elasmosáuridos de cuellos extremos (*e.g.*, *Elasmosaurus platyurus*) y los polycotílidos.

De esta forma, el registro en Chile durante el Cretácico Superior es de alta relevancia para comprender las relaciones biogeográficas de los diferentes taxa que habitaron el hemisferio sur a fines del Cretácico, mostrando afinidades a nivel de familia y subfamilia con taxa hallados en Argentina, Antártica y Nueva Zelanda, y a la vez mostrando que los plesiosaurios alcanzaron en este entorno una alta diversidad y formas muy especializadas poco antes de su extinción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la constructiva discusión con el Dr. José O'Gorman (Universidad de La Plata, Argentina) en el conocimiento de las formas australes. Especiales agradecimientos al Dr. Marcelo Reguero (Universidad de La Plata, Argentina), Dr. R. Ewan Fordyce (University of Otago, Dunedin, Nueva Zelanda), Dr. Paul Scofield, Dr. Cor Vink y Dr. Norton Hiller (Canterbury Museum, Christchurch, Nueva Zelanda), Antony Kusabs (Museo Te Papa Tongarewa, Wellington, Nueva Zelanda), Marianna Terezow y John Simes (GNS, Lower Hutt, Nueva Zelanda) por el acceso a los materiales de plesiosaurios del Cretácico Superior de Argentina y Nueva Zelanda, respectivamente, los que han sido fundamentales para comprender la diversidad Chilena. Un gran agradecimiento al Sr. Osvaldo Rojas (Museo de Historia Natural y Cultural del Desierto de Atacama) por facilitar el acceso a especímenes provenientes de Cerritos Bayos. A la Dra. Zulma Gasparini (Universidad de La Plata, Argentina) por la revisión crítica de una primera versión de este manuscrito y por todos los comentarios que han ayudado a mejorarlo. Se agradece a los proyectos Anillo Antártico ART-04 y ACT-105 (Conicyt, Chile) por financiar la recolección e investigación de parte de los materiales acá presentados. Se agradece póstumamente al Sr. Daniel Frassinetti (Museo Nacional de Historia Natural, Santiago) por su colaboración al comienzo de esta investigación, referente a los catálogos originales y otras referencias. Este trabajo está dedicado a la memoria de Don Ernesto Pérez D'Angelo, quien desinteresadamente apoyó y ayudó personalmente con nuestra primera contribución sobre elasmosáuridos de Magallanes, en el año 2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKKER, R.
1993 Plesiosaur extinction cycles. Events that mark the beginning, middle and end of the Cretaceous, en: W. G. E. CALDWELL y E.G. KAUFFMAN (eds.), Evolution of the Western Interior Basin Geological Survey of Canada, Special Paper 39, 641–664.
- BARDET, N., P. GODEFROIT y J. SCIAU
1999 A new elasmosaurid plesiosaur from the Lower Jurassic of southern France. *Palaeontology* 42: 927–952.
- BELL, C.M. y M. SUÁREZ
1997 The Lower Cretaceous Apeleg Formation of the Aisen Basin, southern Chile. Tidal sandbar deposits of an epicontinental sea. *Revista Geológica de Chile* 24: 203–225.
- BENSON, R.B.J. y P. DRUCKENMILLER
2014 Faunal turnover of marine tetrapods during the Jurassic–Cretaceous transition. *Biological Reviews* 89: 1–23.
- BIESE, W.
1961 El Jurásico de Cerritos Bayos. Instituto de Geología, publicación n° 19, Universidad de Chile. 61 p.
- BIRÓ-BAGÓCZKY, L.
1982 Revisión y redefinición de los 'Estratos de Quiriquina', Campaniano-Maastrichtiano, en su localidad tipo, en la Isla Quiriquina, 36°37' Lat. Sur, Chile, Sudamérica, con un perfil complementario en Cocholgué. En: Actas del III Congreso Geológico Chileno. Concepción, A29–A64.
- BLAKE, C.C.
1862 *Plesiosaurus* from Chile. *The Geologist*, p. 110.
- BROILI, F.
1930 Plesiosaurierreste von der Insel Quiriquina. *Neues Jahrbuch Mineralogie Geologie Paläontologie Beilage-Band (B)* 63: 497–514.
- BROWN, D.S.
1981 The English Late Jurassic Plesiosauroidea (Reptilia) and review of the phylogeny and classification of the Plesiosauria. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology* 4: 225–234.
- BURMEISTER, H. y C. GIEBEL
1861 Die Versteinerungen von Juntas im Thal des Rio Copiapo. *Abhandlungen der Naturforschenden Gessellschaft zu Halle* 6: 122–132.

- CABRERA, A.
1941 Un Plesiosaurio nuevo del Cretáceo del Chubut. *Revista del Museo de La Plata* 2: 113–130.
- CASAMIQUELA, R.
1969 La presencia en Chile del género *Aristonectes* Cabrera (Plesiosauria), del Maestrichtiense del Chubut, Argentina. Edad y carácter de la transgresión 'Rocaense'. En: *Actas de las IV Jornadas Geológicas Argentinas*. Mendoza, 199–213.
- CASTILLO, J., J. CANTO y P. ALVAREZ
1992 Nuevo registro de Plesiosauria para el Cretácico Superior en la localidad de Mariscadero, VII Región, Chile. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural* 323: 28–35.
- CECIONI, G.
1955 Distribuzione verticale di alcune Kossmaticeratidae della Patagonia cilena. *Bolettino della Società Geológica Italiana* 74: 141–148.
- CECIONI, G.
1957 Età della flora del Cerro Guido e stratigrafia del Departamento Ultima Esperanza, provincia di Magellano, Cile. *Bolletino della Società Geológica Italiana* 76: 1–16.
- CECIONI, G.
1980 Darwin's Navidad embayment, Santiago Region, Chile, as a model of the southeastern Pacific Shelf. *Journal of Petroleum Geology* 2: 309–321.
- CHATTERJEE, S. y B.S. CREISLER
1994 *Alwalkeria* (Theropoda) and *Morturneria* (Plesiosauria), new names for preoccupied *Walkeria* Chatterjee, 1987 and *Turneria* Chatterjee and Small, 1989. *Journal of Vertebrate Paleontology* 14: 142.
- CHATTERJEE, S. y B.J. SMALL
1989 New plesiosaurs from the Upper Cretaceous of Antarctica, en: J. A. CRAME (ed.), *Origins and Evolution of the Antarctic Biota*, pp. 197–215; Special Publication of the Geological Society 47 (Londres).
- CHONG, G. y Z. GASPARINI
1976 Los vertebrados mesozoicos de Chile y su valor geo-paleontológico. En: *Actas del VI Congreso Geológico Argentino*. Bahía Blanca, 45–67.
- CHONG, G.
1973 Reconocimiento geológico del área Catalina-Sierra de Varas y estratigrafía del Jurásico del Profeta. Tesis de Pregrado, Departamento de Geología, Universidad de Chile, 294 pp.
- COLBERT, E.
1949 A new Cretaceous Plesiosaur from Venezuela. *American Museum Novitates* 1420: 1–22.
- COPE, E.D.
1869 On the reptilian orders, Phytonomorpha and Streptosauria. *Proceedings of the Boston Society of Natural History* 12: 250–266.
- CRUICKSHANK, A.R. y R.E. FORDYCE
2002 A new marine reptile (Sauropterygia) from New Zealand: further evidence for a Late Cretaceous austral radiation of cryptocleidid plesiosaurs. *Palaeontology* 45: 557–575.
- D'ANGELO, J., F. NOVAS, J. LIRIO y M. ISASI
2008 Primer registro de Polycotylidae (Sauropterygia, Plesiosauroida) del Cretácico Superior de Antártida. En: *Actas del III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados*. Neuquén, 72.
- DE BLAINVILLE, H.M.D.
1835 Description de quelques espèces de reptiles de la Californie précédé de l'analyse d'un système général d'erpétologie et d'amphibiologie. *Nouvelles Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Série 3*, 4: 233–296.
- DRUCKENMILLER, P.S. y A.P. RUSSELL
2008 A phylogeny of Plesiosauria (Sauropterygia) and its bearing on the systematic status of *Leptocleidus* Andrews, 1922. *Zootaxa* 1863: 1–120.
- ENCINAS, A., W. STINNESBECK y V.A. VALENCIA
2014 Primera datación radiométrica (U-Pb, LA-ICP-MS, en zircones detríticos) de la Formación Punta Topocalma: observaciones sobre la sedimentación marina durante el Cretácico Tardío en Chile Central. *Andean Geology* 41: 436–445.
- GANA, P., R. WALL, R. y A. GUTIÉRREZ
1996 Mapa Geológico del área de Valparaíso-Curacaví, Región de Valparaíso y Región Metropolitana. Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas Geológicos N° 1. 20 p. Escala 1:100.000. Santiago.

- GASPARINI, Z.
1979 Comentarios críticos sobre los vertebrados mesozoicos de Chile. En: Actas del II Congreso Geológico Chileno. Arica, H15–H32.
- GASPARINI, Z., N. BARDET, J.E. MARTIN y M. FERNÁNDEZ
2003 The elasmosaurid plesiosaur *Aristonectes* Cabrera from the latest Cretaceous of South America and Antarctica. *Journal of Vertebrate Paleontology* 23: 104–115.
- GASPARINI, Z. y G. CHONG
1977 *Metriorhynchus casamiquelai* n. sp. (Crocodylia, Thalattosuchia), a marine crocodile from the Jurassic (Callovian) of Chile, South America. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 153: 341–360.
- GASPARINI, Z. y R. GOÑI
1985 Los plesiosaurios cretácicos de América del Sur y del continente antártico. En: Actas del VIII Congreso Brasileiro de Paleontología, Coletanea de Trabalhos Paleontológicos, Serie Geologie. Río de Janeiro, 27: 55–63.
- GASPARINI, Z. y L. SPALLETTI
1993 First Callovian plesiosaurs from the Neuquén Basin, Argentina. *Ameghiniana* 30: 245–254.
- GAUTHIER, J.A.
1994 The diversification of the amniotes. En: Prothero, D (ed.) *Major Features of Vertebrate Evolution: Short Courses in Paleontology*. Paleontological Society, pp. 129–159.
- GAY, C.
1847 *Historia Física y Política de Chile. Zoología, Tomo Primero*. Imprenta Maulde y Renou, París. 495 pp.
- GAY, C.
1848 *Historia Física y Política de Chile. Zoología, Tomo Segundo*. Imprenta Maulde y Renou, París. 371 pp.
- GAY, C.
1854 *Historia Física y Política de Chile. Zoología 3-4*. Imprenta Maulde y Renou: 371 p. París.
- HAMPE, O.
1992 Ein großwüchsiger Pliosauride (Reptilia: Plesiosauria) aus der Unterkreide (oberes Aptium) von Kolumbien. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 145: 1–32.
- HAMPE, O.
2005 Considerations on a *Brachauchenius* skeleton (Pliosauroida) from the lower Paja Formation (late Barremian) of Villa de Leyva area (Colombia). *Fossil Record* 8: 37–51.
- HECTOR, J.
1874 On the fossil reptiles of New Zealand. *Transactions of the New Zealand Institute* 6: 333–358.
- HERVÉ, F., E. GODOY, C. MPODOZIS y M. FANNING
2004 Monitoring magmatism of the Patagonian batholith through the U-Pb SHRIMP dating of detrital zircons in sedimentary units of the Magallanes Basin, en: J. CARCIONE, F. DONDA y E. LODOLO (eds.), *International Symposium on the Geology and Geophysics of the Southernmost Andes, the Scotia Arc and the Antarctic Peninsula*, Actas, pp. 04–06. y *Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata* 45: 113–117 (Buenos Aires).
- HILLER, N., J.P. O’GORMAN y R.A. OTERO
2014. A new elasmosaurid plesiosaur from the lower Maastrichtian of North Canterbury, New Zealand. *Cretaceous Research* 50: 27–37.
- HILLER, N., A. MANNERING, C. JONES y A. CRUICKSHANK
2005 The nature of *Mauisaurus haasti* Hector, 1874 (Reptilia: Plesiosauria). *Journal of Vertebrate Paleontology* 25: 588–601.
- HOFFSTETTER, R., H. FUENZALIDA y C. CECIONI
1957 *Lexique Stratigraphique International, Amérique Latine, Chili*. Centre National de la Recherche Scientifique. 444 p.
- KATZ, H.
1963 Revision of Cretaceous stratigraphy in Patagonian Cordillera of Última Esperanza, Magallanes province, Chile. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 47: 506–524.
- KEAR, B.P., N.I. SCHROEDER y M.S.Y. LEE
2006 An archaic crested plesiosaur in opal from the Lower Cretaceous high-latitude deposits of Australia. *Biology Letters* 2: 615–619.

- KEAR, B.P.
2006a Plesiosaur remains from Cretaceous high-latitude non-marine deposits in southeastern Australia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 26: 196–199.
- KEAR, B.P.
2006b Marine reptiles from the Lower Cretaceous of south Australia: elements of a high-latitude cold-water assemblage. *Palaeontology* 49: 837–856.
- KEAR, B.P.
2007 Taxonomic clarification of the Australian elasmosaurid genus *Eromangasaurus*, with reference to other austral elasmosaur taxa. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27: 241–246.
- KETCHUM, H.F. y R.B.J. BENSON
2010 Global interrelationships of Plesiosauria (Reptilia, Sauropterygia) and the pivotal role of taxon sampling in determining the outcome of phylogenetic analyses. *Biological Reviews* 85: 361–392.
- LEIDY, J.
1851 Descriptions of a number of fossil reptilian and mammalian remains. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 5: 325–327.
- LINNAEUS, C.
1758 *Systema Naturae*, Ed. X. (*Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Tomus I. Editio decima, reformata.) Holmiae. *Systema Naturae editio 10 i–ii*. p1–824.
- LIU, J., O. RIEPPEL, D-Y. JIANG, J.C. AITCHISON, R. MOTANI, Q. Y. ZHANG, C-Y. ZHOU, y Y-Y. SUN
2011 A new pachypleurosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the lower Middle Triassic of southwestern China and the phylogenetic relationships of Chinese pachypleurosaur. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31: 292–302.
- LYDEKKER, R.
1889 *Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum* 23: 307 pp.
- MARTIN, J., F. SAWYER, M. REGUERO y J. CASE
2007 Occurrence of a young elasmosaurid plesiosaur skeleton from the Late Cretaceous (Maastrichtian) of Antarctica, en: A. K. COOPER y C.R. RAYMOND et al. (eds.), *Antarctica: A Keystone in a Changing World—Online Proceedings of the 10th ISAES, USGS Open-File Report 2007-1047, Short Research Paper 66: 1–4* (California).
- O’GORMAN, J.P., Z. GASPARINI y L. SALGADO
2012 Postcranial morphology of *Aristonectes* Cabrera, 1941 (Plesiosauria, Elasmosauridae) from the Upper Cretaceous of Patagonia and Antarctica. *Antarctic Science* 25: 71–82.
- O’GORMAN, J.P. y Z. GASPARINI
2013 Revision of *Sulcusuchus erraini* (Sauropterygia, Polycotylidae) from the Upper Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Alcheringa* 37: 163–176.
- O’KEEFE, F.R.
2001 A cladistic analysis and taxonomic revision of the Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Acta Zoologica Fennica* 213: 1–63.
- O’KEEFE, F.R. y H.P. STREET
2009 Osteology of the cryptocleidoid plesiosaur *Tatenectes laramiensis*, with comments on the taxonomic status of the Cimoliasauridae. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29: 48–57.
- ORTIZ, H., H. MANSILLA, D. MONECINO, T. JUJIHARA y M. LEPPE
2012 Primer reporte de Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia) en estratos del Cretácico Superior en la Reserva Nacional Laguna Parrillar, Península Brunswick, Región de Magallanes y Antártica Chilena. En: *Actas del III Simposio Paleontología en Chile*. Punta Arenas, 135–138.
- ORTIZ, H., H. MANSILLA, L. MANRÍQUEZ y M. LEPPE
2013 Registro de los plesiosaurios más australes de América. Sistemática, paleoambiente y estratigrafía. En: *VII Congreso Latinoamericano de Ciencia Antártica*. La Serena, 183–186.
- OSBORN, H.F.
1903 The reptilian subclasses Diapsida and Synapsida and the early history of the Diaptosauria. *Memoirs of the American Museum of Natural History* 1: 451–507.
- OTERO, R.A., M.E. SUÁREZ y J.P. LE ROUX
2009 First record of Elasmosaurid Plesiosaurs (Sauropterygia: Plesiosauria) in upper levels of the Dorotea Formation, Late Cretaceous (Maastrichtian), Puerto Natales, Chilean Patagonia. *Paleontological Note, Andean Geology* 36: 342–350.

- OTERO, R.A. y D. RUBILAR-ROGERS
2010 Nuevos restos de plesiosaurios elasmosáuridos del Cretácico Superior (Maastrichtiano) de Puerto Natales, Región de Magallanes, con comentarios sobre la procedencia estratigráfica de los registros previos en el área. En: Actas del II Simposio Paleontología en Chile. Concepción, 56.
- OTERO, R.A. y S. SOTO-ACUÑA
2010 Posible presencia de plesiosaurios cryptoclídidos (Sauropterygia; Plesiosauroidea; Cryptoclididae) en el Jurásico Medio-Superior (Caloviano-Oxfordiano) del norte de Chile. En: Actas del II Simposio Paleontología en Chile. Concepción, 55.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA y D. RUBILAR-ROGERS
2010a Presence of *Mauisaurus* Hector (Plesiosauroidea, Elasmosauridae) in the Late Cretaceous (Maastrichtian) of central Chile. Acta Paleontologica Polonica 55: 361–364.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA, D. RUBILAR-ROGERS y M.E. SUÁREZ
2010b La discutida presencia de pliosauroideos en Chile (Sauropterygia; Pliosauroida): evidencias del clado en el Cretácico Superior de la Región del Biobío. En: Actas del II Simposio Paleontología en Chile. Concepción, 57.
- OTERO, R. A., J.F. PARHAM, S. SOTO-ACUÑA, P. JIMÉNEZ-HUIDOBRO y RUBILAR-ROGERS, D.
2012a Marine reptiles from Late Cretaceous (early Maastrichtian) deposits in Algarrobo, central Chile. Cretaceous Research 35: 124–132.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA y D. RUBILAR-ROGERS
2012b. A postcranial skeleton of an elasmosaurid plesiosaur from the Maastrichtian of central Chile, with comments on the affinities of Late Cretaceous plesiosauroids from the Weddellian Biogeographic Province. Cretaceous Research 37: 88–99.
- OTERO, R.A. y J.P. O’GORMAN
2013 Identification of the first postcranial skeleton of *Aristonectes* Cabrera (Plesiosauroidea, Elasmosauridae) from the upper Maastrichtian of the south-eastern Pacific, based on a bivariate-graphic method. Cretaceous Research 41: 86–89.
- OTERO, R.A. S. SOTO-ACUÑA, R. YURY-YÁÑEZ y D. RUBILAR-ROGERS
2013 Southernmost occurrence of an elasmosaurid plesiosaur in the Late Cretaceous of South America (Magallanes Basin). Geosur - Bollettino di Geofisica teorica ed applicata (Supplement B) 54: 334-336.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA, A.O. VARGAS y D. RUBILAR-ROGERS
2014a A postcranial skeleton of a non-aristonectine plesiosaur (Elasmosauridae) from the Upper Cretaceous of central Chile, with taxonomical comments about the hypodigm of the historical species ‘*Cimoliasaurus andium*’ Deecke. Cretaceous Research 50: 318–331.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA, A.O. VARGAS, D. RUBILAR-ROGERS, R.E. YURY-YÁÑEZ y C. GUTSTEIN
2014b Additions to the diversity of elasmosaurid plesiosaurs from the Upper Cretaceous of Antarctica. Gondwana Research 26: 772–784.
- OTERO, R.A., S. SOTO-ACUÑA, F.R. O’KEEFE, J.P. O’GORMAN, W. STINNESBECK, M.E. SUÁREZ, D. RUBILAR-ROGERS, C. SALAZAR y L.A. QUINZIO
2014c *Aristonectes quiriquinensis* sp. nov., a new highly derived elasmosaurid from the upper Maastrichtian of central Chile. Journal of Vertebrate Paleontology 34: 100–125.
- OWEN, R.
1860 On the orders of fossil and recent Reptilia and their distribution in time. Report of the British Association for the Advancement of Science 29: 153–166.
- OWEN, R.
1865 A monograph of the fossil Reptilia of the Liassic formations. Part I, Sauropterygia. Palaeontographical Society Monographs 17: 1–40.
- PÉREZ D’A., E. y R. REYES
1978 Las trigonias del Cretácico Superior de Chile y su valor cronoestratigráfico. Instituto de Investigaciones Geológicas (Chile), Boletín N° 34. 74 pp.
- PHILIPPI, R.A.
1887 Los Fósiles Terciarios i Cuaternarios de Chile. F.A. Brockhaus, Leipzig, 236 pp.
- RIEPEL, O.
1994 Osteology of *Simosaurus gaillardoti* and the Relationships of Stem-Group Sauropterygia. Fieldiana, Geology Series 28: 1–85.

- RIEPEL, O.
1998 The Status of the Sauropterygian Reptile Genera *Ceresiosaurus*, *Lariosaurus*, and *Silvestrosaurus* from the Middle Triassic of Europe. *Fieldiana, Geology Series* 38: 1–46.
- SALAZAR, C., W. STINNESBECK y L.A. QUINZIO
2010 Ammonites from the Maastrichtian (Upper Cretaceous) Quiriquina Formation in central Chile. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 257: 181–236.
- SALGADO, L., A. PARRAS y Z. GASPARINI
2007 Un plesiosaurio de cuello corto (Plesiosauroidea, Polycotylidae) del Cretácico Superior del norte de Patagonia. *Ameghiniana* 44: 349–358.
- SATO, T., Y. HASEGAWA y M. MANABE
2006 A new elasmosaurid plesiosaur from the Upper Cretaceous of Fukushima, Japan. *Palaeontology* 49: 467–484.
- SMITH, A.S.
2003 Cladistic analysis of the Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). Master of Science thesis, University of Bristol. 91 pp.
- STEINMANN, G., W. DEECKE y W. MÖRICKE
1895 Das Alter und die Fauna der Quiriquina-Schichten in Chile. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Paleontologie* 63: 497–514.
- STINNESBECK, W.
1986 Zu den Faunistischen und Palökologischen Verhältnissen in der Quiriquina Formation (Maastrichtium) Zentral-Chiles. *Palaeontographica (A)* 194: 99–237.
- STINNESBECK, W.
1996 Ammonite extinctions and environmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in central Chile, en: N. MACLEOD y G. KELLER (eds.), *The Cretaceous-Tertiary Boundary Mass Extinction: Biotic and Environmental Events*, pp. 289–302; Norton Press (New York).
- STINNESBECK, W., C. IFRIM y C. SALAZAR
2012 The last Cretaceous ammonites in Latin America. *Acta Paleontologica Polonica* 57: 717–728.
- SUÁREZ, M.E. y O. FRITIS
2002 Nuevo registro de *Aristonectes* sp. (Plesiosauroidea *incertae sedis*) del Cretácico Tardío de la Formación Quiriquina, Cocholgüe, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 73: 87–93.
- SUÁREZ, M.E. y C. MARQUARDT
2003 Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranchios del Mesozoico y Cenozoico de Chile. En: *Actas X Congreso Geológico Chileno*. Concepción, 9.
- SUÁREZ, M.E. y H. CAPPETTA
2004 Sclerorhynchid teeth (Neoselachii, Sclerorhynchidae) from the Late Cretaceous of the Quiriquina Formation, central Chile. *Revista Geológica de Chile* 31: 89–103.
- SUÁREZ, M. E., L.A. QUINZIO, O. FRITIS y R. BONILLA
2003 Aportes al conocimiento de los vertebrados marinos de la Formación Quiriquina. En: *Actas X Congreso Geológico Chileno*. Concepción, 7.
- SUAZO, F. y R.A. OTERO
2014 Análisis gráfico bivariado de proporciones vertebrales dorsales en plesiosaurios elasmosáuridos del Cretácico Superior de Chile y Norteamérica: su valor diagnóstico para la identificación de aristonectinos adultos de gran tamaño. En: *Actas del IV Simposio Paleontología en Chile*. Valdivia, 39.
- TAVERA, J.
1981 *Ichthyosaurus* de la Formación Lautaro, en el área de Manflas, Región de Atacama, Chile. *Comunicaciones (Departamento de Geología, Universidad de Chile)* 33: 1–16.
- TAVERA, J.
1987 Noticia sobre hallazgo de una extremidad de *Pliosaurus chilensis* Gay en la localidad para la Formación Quiriquina de Faro Carranza (latitud 35°36'). *Monografía del Departamento de Geología, Universidad de Chile*. 18 pp.
- VON HUENE, F.
1927 Beitrag zur Kenntnis mariner mesozoischer Wirbeltiere in Argentinien. *Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, B 1927: 22–29.
- WELLES, S.P.
1952 A review of the North American Cretaceous elasmosaurs. *University of California Publications in Geological Sciences* 29: 46–144.

WELLES, S.P.

1962 A new species of elasmosaur from the Aptian of Colombia and the review of the Cretaceous plesiosaurs. University of California Publications in Geological Sciences 44: 1–96.

WELLES, S.P. y D.P. GREGG

1971 Late Cretaceous marine reptiles of New Zealand. Records of the Canterbury Museum 9:1–111.

WETZEL, W.

1930 Die Quiriquina-Schichten als Sediment und paläontologischen archiv. Palaeontographica 73: 49–106.

WILLISTON, S.W.

1925 The osteology of reptiles. Harvard University Press. 324 pp.

YURY-YÁÑEZ, R., S. SOTO-ACUÑA, R.A. OTERO, O. ROJAS y A.O. VARGAS

2013 New Upper Jurassic marine vertebrates from a bonebed in the Atacama Desert, northern Chile. En: 73^o Meeting of the Society of Vertebrate Paleontology. Los Angeles, 242.

ZINSMEISTER, W.J.

1979 Biogeographic significance of the Late Mesozoic and Early Tertiary molluscan faunas of Seymour Island (Antarctic Peninsula) to the final breakup of Gondwanaland, en J. GRAY y A. BOUCOT (eds), Historical biogeography, plate tectonics, and changing environment, pp. 349–355, Proceedings of the Annual Biological Colloquium and Selected Paper 37; Oregon State University Press (Corvallis).