

# PINGÜINOS (AVES, SPHENISCIDAE) EN COQUIMBO (MIOCENO MEDIO- PLIOCENO TARDÍO), CHILE Y SU VINCULACIÓN CON LAS CORRIENTES OCEÁNICAS

*Carolina ACOSTA HOSPITALECHE*<sup>1</sup>, *Jhoann CANTO*<sup>2</sup>, *Claudia P. TAMBUSSI*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CONICET. División Paleontología Vertebrados. Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900. La Plata, Argentina. acostacar@museum.fcnym.unlp.edu.ar, tambussi@museum.fcnym.unlp.edu.ar

<sup>2</sup> Sección Paleontología. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago. Chile. jcanto@paleontologica.org

Acosta Hospitaleche, C., Canto, J. & Tambussi, C.P. 2006. Pingüinos (Aves, Spheniscidae) en Coquimbo (Mioceno Medio-Plioceno Tardío), Chile, y su vinculación con las corrientes oceánicas. [Penguins (Aves, Spheniscidae) in Coquimbo (Middle Miocene-Late Pliocene), Chile, and their relationship with the Ocean currents.] *Revista Española de Paleontología*, **21** (2), 115-121. ISSN 0213-6937.

## ABSTRACT

Two remains of penguins (Spheniscidae) coming from the Coquimbo Formation (Middle Miocene-Late Pliocene) cropping out in “La Cantera” (close to Coquimbo city), in the IV Región, Chile are described. They are added to the previously few vertebrates remains known from the area and constitute the first fossil bird from the locality. The specimens correspond to forms exclusively distributed on the South American coasts and apparently more related to modern penguin faunas than those of the high latitudes. The habits and environmental requirements of living penguins (related to temperate-cold currents) allow us to infer that, at the moment of deposition of the Coquimbo Formation, the influence of the cold Humboldt ocean current would have existed already. Coincidentally, a prolonged cool episode was noticed at about 15-12 My on the Pacific ocean, when Unit 2 (one of the 13 Units previously recognized) of the Coquimbo Formation would have been deposited.

**Key words:** Aves, Spheniscidae, Middle Miocene – Late Pliocene, Coquimbo, Chile, ocean currents.

## RESUMEN

Dos restos de pingüinos (Spheniscidae) procedentes de la Formación Coquimbo (Mioceno Medio- Plioceno Tardío) expuesta en “La Cantera” (cerca de la ciudad de Coquimbo), en el sector sur-oriente (IV Región de Chile) son descritos en este trabajo. Éstos se suman a los escasos vertebrados ya exhumados en el área y constituyen las primeras aves registradas para esta localidad. Corresponden a formas exclusivas de las costas de América del Sur y aparentemente más relacionadas con los pingüinos modernos que a las formas de altas latitudes. Los hábitos de vida y los requerimientos ambientales de los pingüinos vivos (asociados a corrientes templadas frías) permiten inferir que en el momento de la sedimentación de la Formación Coquimbo, ya habría existido la influencia de la corriente fría de Humboldt. Coincidentemente, se reconoce un prolongado episodio frío hacia los ca. 15-12 Ma, en las aguas de la costa pacífica, momento en el cual se habría depositado la Unidad 2 (una de las 13 unidades previamente reconocidas) de la Formación Coquimbo.

**Palabras claves:** Aves, Spheniscidae, Mioceno Tardío-Plioceno Temprano, Coquimbo, Chile, corrientes oceánicas.

## INTRODUCCIÓN

Las aves cenozoicas de América del Sur se conocen a través de elementos aislados y en su mayoría fragmentarios (Tambussi & Noriega, 1996). Son excepcionales los casos

en los que se han logrado rescatar esqueletos completos o articulados. El caso de los pingüinos es singular, en tanto que conforman densas acumulaciones óseas, constituidas por numerosos especímenes de edad y entidades taxonómicas distintas. Son así, las aves terciarias más abundan-

tes y mejor conocidas, aunque con un panorama sistemático complejo y no siempre consensuado. Al respecto, y a partir de la revisión y estudio de un conjunto de alrededor de 800 restos de la Patagonia, Acosta Hospitaleche (2004) propone un esquema clasificatorio que integra los taxones fósiles y actuales, y que se sigue en el siguiente trabajo (Acosta Hospitaleche & Tambussi, 2004). Estos restos provienen de las formaciones San Julián (Eoceno Tardío-Oligoceno Temprano), Chenque, Monte León y Gaiman (Mioceno Temprano) y de la Formación Puerto Madryn (Mioceno Tardío temprano) (Cozzuol *et al.*, 1993; Acosta Hospitaleche, 2004), que afloran al norte del paralelo S50° y hasta el paralelo S42°. Adicionalmente, puede mencionarse la ocurrencia de un supuesto pingüino del Eoceno tardío de la Formación Leticia (Tierra del Fuego), dado a conocer por Clarke *et al.* (2003) como un Pansphenisciformes cuyas afinidades son aún inciertas.

Aunque menos abundantes, también han sido coleccionados restos de pingüinos en los sedimentos del Eoceno Tardío- Oligoceno Temprano de la Formación Otuma, del Mioceno Medio de la Formación Pisco (Stucchi, 2002; Stucchi *et al.*, 2003) y de la Formación Chilcatay de Perú (Acosta Hospitaleche & Stucchi, 2005). Todas estas formaciones corresponden a sedimentos marinos aflorantes entre 13° y 14° de latitud sur.

El tercer sector para el cual se han dado a conocer restos de pingüinos corresponde a la costa pacífica de Chile, con una ubicación latitudinal considerablemente más baja que las de las formaciones atlánticas. Hasta ahora se conocen restos de pingüinos provenientes del Mioceno Medio-Plioceno de la Formación Bahía Inglesa (Walsh & Hume, 2001; Acosta Hospitaleche *et al.*, 2002; Acosta Hospitaleche & Canto, 2005). La mayor parte de las especies reconocidas en esa Formación, han sido asignadas a dos subfamilias fósiles distintas (en el sentido de Simpson, 1946): los “Palaeospheniscinae” y los “Paraptenodytinae”, ambas de exclusiva distribución sudamericana. Un pequeño número de especímenes restantes ha sido asignado a la subfamilia que incluye a todos los pingüinos vivos, los “Spheniscinae”, e incluso corresponderían a especies de géneros con representantes actuales (Walsh & Hume, 2001; Acosta Hospitaleche *et al.*, 2002). Emslie & Guerra Correa (2003) reportan la presencia de pingüinos más modernos (Plioceno Tardío) en la Formación Mejillones (Ferraris & Biase, 1978) del área de Península Mejillones, que también corresponderían a géneros con representantes actuales.

Dada la poca cantidad de hallazgos de aves y de vertebrados fósiles en general procedentes de Chile, resulta de suma importancia dar a conocer los adelantos en esta área de la investigación.

En este trabajo se estudian los primeros restos de aves exhumados en una localidad fosilífera de la cual sólo se habían recuperado hasta el momento peces y cetáceos (Canto *et al.*, 2002). Se trata de la Formación Coquimbo, aflorante en la IV región de Chile, en la localidad de La Cantera



**Figura 1.** Ubicación de la localidad La Cantera, IV Región de Coquimbo, donde afloran los sedimentos de la Formación Coquimbo, portadores de los materiales estudiados.

*Location of the La Cantera Locality, IV Región de Coquimbo, where sediments of the Coquimbo Formation crop out, from where the materials here studied were collected.*

(S 29°58', O 71°18'), al sur de la Ciudad de Coquimbo (Fig. 1) y de edad Mioceno Tardío- Plioceno Tardío (Le Roux *et al.*, 2004, 2005).

Estos nuevos datos permitirán comparar la composición avifaunística de las distintas localidades de Chile e ir completando el panorama sobre las aves fósiles marinas de América del Sur.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los restos estudiados en este trabajo se encuentran depositados en el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), de Santiago, Chile, bajo los números SGO-PV 1004 y SGO-PV 1005 y fueron colectados por uno de los autores (JC). Las descripciones siguen la terminología propuesta por Baumel &

taxones	Materiales (húmeros)
<i>Palaeospheniscus bergi</i> Moreno & Mercerat, 1891	MLP 20-491, MLP 20-519, MACN 11047 (dos restos), MEF- PV 1366.
<i>Palaeospheniscus patagonicus</i> Moreno & Mercerat, 1891	MLP 20-14, MLP 20-44, MLP 20-50, MLP 20-68, MLP 20-69, MLP 20-528, MLP 20-530, MLP 20-541, MLP 20-549, MLP 20-550, MLP 20-560, MLP 71-II-10-1, MEF-PV 1366 (dos restos), SGO-PV 0987, SGO-PV 0988 (epífisis distal) .
<i>Palaeospheniscus biloculata</i> (Simpson, 1970)	MLP 20-565, MLP 77-XII-22-1, MEF-PV 1729.
<i>Palaeospheniscus</i> sp.	SGO-PV 0980, SGO-PV 0981 (epífisis distal), SGO-PV 0991 (sin la epífisis proximal), SGO-PV 1031, SGO-PV 0992, SGO-PV 0992.
<i>Paraptenodytes antarcticus</i> (Moreno & Mercerat, 1891)	AMNH 3338 (calco MEF), SGO-PV 0983 (diáfisis y epífisis proximal).
<i>Paraptenodytes robustus</i> Ameghino, 1895	MLP 89-XII-25-1, MACN 11041 = MLP M-610 (epífisis proximal), MACN 11032 = MLP M-602, MACN 11032 (MLP M-603), MLP M-616 (epífisis proximal).
<i>Arthrodytes andrewsi</i> (Ameghino, 1901)	MLP M-606.

**Tabla 1.** Materiales de comparación empleados en la determinación sistemática de los restos bajo estudio.  
*Comparison materials used in the systematic determination of the remains under study.*

Witmer (1993). Los materiales de comparación (Tabla 1) pertenecen a las colecciones de la División Paleontología de Vertebrados y División Vertebrados del Museo de La Plata (MLP) de la Ciudad de La Plata, del Museo Nacional de Historia Natural “Bernardino Rivadavia” (MACN) de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Museo Paleontológico “Egidio Feruglio” de Trelew (incluyendo un calcotipo del American Museum of Natural History-AMNH-), Argentina, y la colección de Paleontología Vertebrados (SGO-PV) del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de Santiago, Chile.

La ubicación del yacimiento fue georreferenciada con GPS Garmin II Plus con el Datum WG84.

## SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Orden SPHENISCIFORMES Sharpe, 1891  
Familia **Spheniscidae** Bonaparte, 1831

### **Spheniscidae** cf. *Palaeospheniscus* Moreno & Mercerat, 1891

Fig. 2

**Material.** SGO-PV 1004, húmero derecho con la epífisis proximal fragmentada.

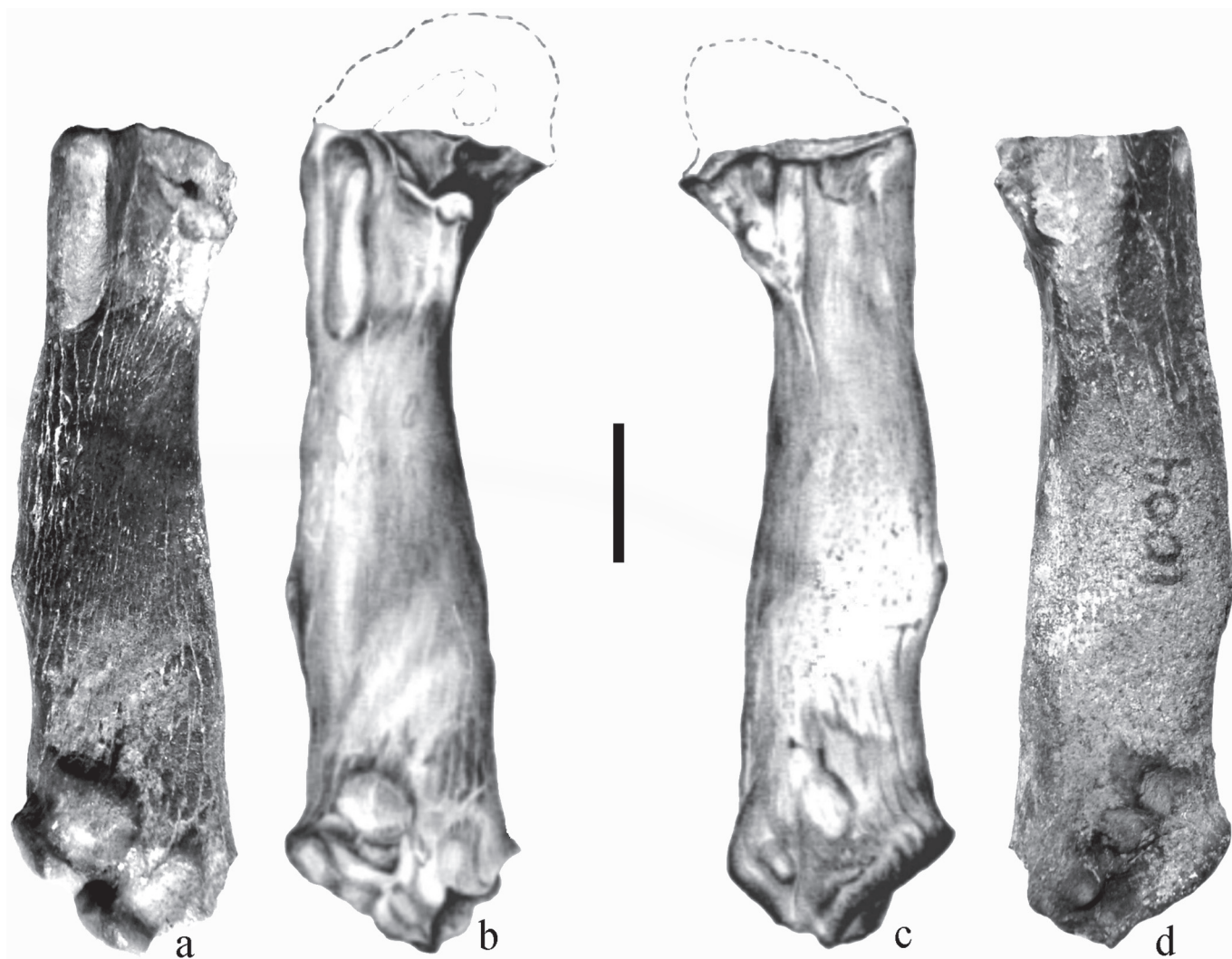
**Descripción.** El material corresponde a un ejemplar de tamaño medio de la talla de los pingüinos de Humboldt. La diáfisis es recta, no sigmoidea y con un *angulus preaxialis* presente. Un *crus dorsale fossa* divide la *fossa tricipitalis* en dos porciones, regiones que se encuentran fragmentadas en este material. La presencia de una fosa bipartida y de una diáfisis recta con un ángulo preaxial pequeño son caracteres que indican fuertes semejanzas con el género *Palaeospheniscus* Moreno & Mercerat, 1891, aunque lamentablemente no resulta posible su fehaciente asignación sistemática debido al estado de preservación del material.

### **Spheniscidae** indet.

Fig. 3

**Material.** SGO-PV 1005, fragmento de sinsacro.

**Descripción.** El material SGO-PV 1005 procedente de Coquimbo es asignado sin dudas a un Spheniscidae. Desafortunadamente, los sinsacros de los Spheniscidae no presentan caracteres diagnósticos que permitan su identificación sistemática por debajo del nivel familiar.



**Figura 2.** Spheniscidae cf. *Palaeospheniscus* Moreno & Mercerat, 1891, húmero derecho con la epífisis proximal fragmentada (SGO-PV 1004): **a** y **b**, vista craneal; **c** y **d**, vista caudal. Escala: 10 mm.

*Spheniscidae* cf. *Palaeospheniscus* Moreno & Mercerat, 1891, right humerus with the proximal end broken (SGO- PV 1004): **a** and **b**, cranial view; **c** and **d**, caudal view. Scale bar: 10 mm.

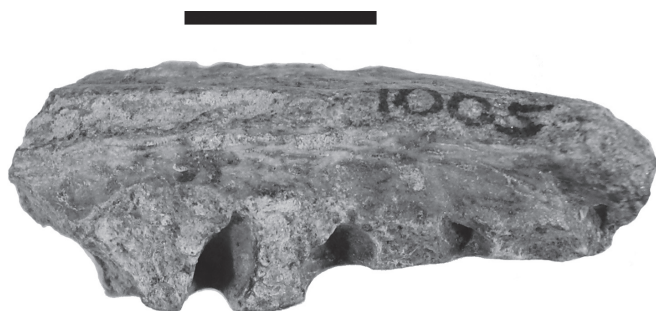
## CONTEXTO GEOLÓGICO

Los sedimentos portadores de los restos aquí presentados fueron asignados a la Formación Coquimbo descrita por Moscoso *et al.* (1982). Esta unidad marina se extiende en la zona costera de Chile, entre los 28° y 30° latitud Sur.

Su litología está definida por sedimentos compuestos en su parte inferior por areniscas amarillas de grano medio a grueso, limosas y en parte consolidadas en forma mediana y con intercalaciones de coquinas. Estas últimas se presentan en bancos de 0,40 a 2 metros con una condición bien cementada. También se observan conglomerados en la parte superior compuestos por clastos y bolones, situación que se evidencia en la composición de los estratos del área de los materiales fósiles.

Las capas fosilíferas se localizan en un banco de conglomerados que contiene restos de invertebrados en estado altamente fragmentario, asociados a depósitos de cantos rodados. Por su parte, los vertebrados provenientes de esta unidad, corresponden en su totalidad a restos aislados en general muy mal preservados de peces y cetáceos misti-cetos y odontocetos (Moscoso *et al.*, 1982).

La edad de los sedimentos portadores ha sido estimada a partir de distintas evidencias. En la Hoja Vallenar y parte norte de La Serena, se indica una edad Mioceno–Plioceno *sensu lato* (Moscoso *et al.*, 1982). Tradicionalmente, fue referida al Plioceno de acuerdo con el contenido de macrofósiles (Brüggen, 1950; Herm, 1969; De Vries, 1997). Sin embargo, los microfósiles recuperados en esta Formación y estudiados por Covacevich & Frassinetti (1990) indican una edad más antigua, Mioceno Medio temprano.



**Figura 3.** Spheniscidae indet., fragmento de sinsacro (SGO-PV 1005), vista laterodorsal. Escala: 10 mm.  
*Spheniscidae indet., fragment of synsacrum (SGO-PV 1005), laterodorsal view. Scale bar: 10 mm.*

Recientemente, Le Roux *et al.* (2005) han dividido a la Formación Coquimbo en trece unidades de acuerdo a su contenido faunístico y sus características litológicas. Muestras de macro y microfósiles procedentes de la unidad 2 indican una antigüedad  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de 14,6 Ma correspondientes al Langhiano para los sedimentos cercanos a la base de la formación. Se ha calculado para la unidad 13, que conforma el techo de la secuencia, una edad máxima de Estroncio de 2 Ma, asignando los estratos al Mioceno Medio- Plioceno Tardío (Le Roux *et al.*, 2005). Este panorama es levemente diferente al que habrían llegado estos mismos autores un año antes (Le Roux *et al.*, 2004), a partir de la presencia del bivalvo *Chorus blainvillei* (d'Orbigny, 1842), que les permitía ampliar el rango cronológico de esta secuencia, situándola entre el Mioceno Tardío y Plioceno Tardío.

## RESULTADOS

La morfología esquelética de los dos materiales aquí estudiados, corresponde indudablemente a la de los Spheniscidae. Esto permite establecer la presencia de pingüinos en el Mioceno Medio- Plioceno Tardío de la IV Región de Coquimbo. Habrían correspondido a pingüinos de pequeño a mediano tamaño, de menor talla que los pingüinos de Humboldt que habitan el área actualmente.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los "Paleospheniscinae", grupo al cual pertenece el húmero estudiado, se encuentran representados por cuatro especies agrupadas en dos géneros que de menor a mayor tamaño son: *Eretiscus tonni* (Simpson, 1981), *Palaeospheniscus bergi* Moreno & Mercerat, 1891, *P. patagonicus* Moreno & Mercerat, 1891 y *P. biloculata* (Simpson, 1970). El área de distribución hasta ahora conocida del grupo abarca la Patagonia y las costas de

Chile y Perú. El húmero SGO-PV 1004 correspondería a un pingüino de la talla de *P. bergi*, conocido hasta ahora únicamente para el Mioceno Temprano de la Formación Gaiman, provincia del Chubut, Argentina.

El hallazgo de estos dos únicos ejemplares de pingüinos en los niveles estudiados, sugiere que no se habrían desarrollado colonias en el sector de Coquimbo ya que los depósitos de colonias reproductivas suelen ser áreas con una gran abundancia de materiales. En tal caso, los restos habrían sido depositados luego de ser arrastrados por las corrientes hasta estas playas desde zonas de alta productividad fosilífera como las numerosas playas mio-pliocenas ubicadas solo 2° latitudinales más al norte, en los alrededores de Bahía Inglesa.

Los restos presentados en este trabajo corresponden a especies exclusivas de las costas de América del Sur. Este conjunto faunístico se habría desarrollado a partir del Mioceno más temprano y estaría más estrechamente relacionada con las especies modernas que con las formas de gran porte habitantes de las altas latitudes.

A pesar del estado fragmentario del material, resulta indudable que se trataría de formas típicamente sudamericanas asignables a los "Palaeospheniscinae" (en el sentido de Simpson, 1946). Esto brinda una serie de argumentos que permiten suponer que en el momento de la sedimentación de la Formación Coquimbo, ya habría existido la influencia de una corriente fría.



**Figura 4.** Proto-Corriente de Humboldt. Datos extraídos de Keller *et al.* (1997) y Scotese (2002).  
*Humboldt Proto-current. Data from Keller et al. (1997) and Scotese (2002).*

Por un lado, la estrecha relación filogenética de los "Palaeospheniscinae" con los pingüinos modernos (Acosta Hospitaleche *et al.*, en prensa) nos inclina a pensar en similares requerimientos ecológicos y que vivirían asociados a corrientes templado frías.

Por otro lado, un prolongado episodio frío hacia los ca. 15-12 Ma es reconocido para la costa pacífica (Tsuchi, 2002), momento en el cual se habría depositado la Unidad 2 de la Formación Coquimbo. Hartley & Chong (2002), basados en los estudios sedimentológicos de la Región de Atacama, afirman que desde hace unos 6 Ma, funcionaba la corriente de Humboldt. La presencia de una corriente de aguas frías es inclusive reconocida por Hartley *et al.* (2005) desde el Cenozoico temprano y posiblemente habría estado instaurada desde antes. Coincidentemente, una corriente de aguas frías, posiblemente ancestral a la de Humboldt (Fig. 4) es registrada desde fines del Cretácico en la costa oeste de Sudamérica (Keller *et al.*, 1997).

Resulta oportuno mencionar que a pesar de que en el Mioceno se reconocen pulsos cálidos a escala global (Tsuchi, 2002), no existen evidencias en la Formación Coquimbo de la influencia de los mismos (Frassinetti, com. pers. a JC). Aguas con temperaturas más frías durante el Mioceno Medio ya habían sido identificadas a partir de la malacofauna para el centro y sur de Chile, contrastando con las condiciones cálidas del Mioceno Temprano (De Vries & Frassinetti, 2003). En este contexto, las condiciones ambientales del área de Coquimbo hacia el Mioceno Medio-Plioceno Tardío serían coincidentes con los requerimientos ecológicos de los linajes modernos de pingüinos a los que pertenecen las especies aquí reportadas.

Si bien hasta ahora los descubrimientos han sido escasos, resultan sumamente significativos en tanto dan cuenta de la potencialidad fosilífera del área. Además, resultan importantes en las reconstrucciones paleoambientales, al aportar nuevos datos acerca de la presencia de corrientes oceánicas de aguas frías en las costas pacíficas en el momento en que fueron depositados los sedimentos portadores.

## AGRADECIMIENTOS

Al Museo Regional de La Serena, Chile, por su apoyo, a la empresa Inmobiliaria Familiar por su financiamiento y al Consejo de Monumentos Nacionales por su colaboración. A Daniel Frassinetti del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (Chile) por sus valiosos aportes. Sergio Hillebrandt realizó las ilustraciones y Hernan Núñez las fotografías. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por su apoyo constante a CPT y CAH.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Hospitaleche, C. 2004. *Los pingüinos (Aves, Sphenisciformes) fósiles de Patagonia. Sistemática, biogeografía*

- y evolución. Tesis doctoral (Inédita), Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 321 pp.
- Acosta Hospitaleche, C. & Canto, J. 2005. Primer registro de cráneos de *Palaeospheniscus* (Aves, Spheniscidae), procedentes de la Formación Bahía Inglesa (Mioceno Medio-Tardío), Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **78**, 489-495.
- Acosta Hospitaleche, C. & Stucchi, M. 2005. Nuevos restos terciarios de Spheniscidae (Aves, Sphenisciformes) procedentes de la costa del Perú. *Revista de la Sociedad Española de Paleontología*, **20**, 1-5.
- Acosta Hospitaleche, C. & Tambussi, C. 2004. Systematic revision of the South American fossil penguins. *Abstracts 6<sup>th</sup> International Meeting of the Society of Avian Paleontology and Evolution*, Quillán, France, 3.
- Acosta Hospitaleche, C. & Tambussi, C. 2004. Fossil Penguins from South America. *V International Penguin Conference*. Abstracts Book, Tierra del Fuego, 48.
- Acosta Hospitaleche, C., Fritis, O., Tambussi, C. & Quinzio, A. 2002. Nuevos restos de pingüinos (Aves: Spheniscidae) en la Formación Bahía Inglesa (Mioceno superior - Plioceno inferior) de Chile. *Actas 1<sup>o</sup> Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados*, Santiago de Chile, 16.
- Acosta Hospitaleche, C., Tambussi, C., Donato, M. & Cozzuol, M. (en prensa). A new miocene penguin from Patagonia and a phylogenetic analysis of living and fossil species. *Acta Paleontologica Polonica*.
- Ameghino, F. 1895. Sur les oiseaux fossiles de Patagonie. *Boletín del Instituto Geográfico de Argentina*, **15**, 501-602.
- Ameghino, F. 1901. L'âge des formations sédimentaires de Patagonie. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, **51**, 20-39, 65-91.
- Baumel, J. & Witmer, L.M. 1993. Osteologia. In: *Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium* (Eds J. J. Baumel, A. S. King, A. M. Lucas, J.E. Breazile & H.E. Evans). Nuthall Ornithological Club, Cambridge, Massachusetts, 45-132.
- Brüggen, J. 1950. *Fundamentos de la Geología de Chile*. Instituto Geográfico Militar, Santiago (Chile), 374 pp.
- Canto, J., Crovetto, A. & Covacevich, V. 2002. Hallazgo de *Pliopontos* sp. (Cetacea: Pontoporiidae) en el Neógeno de Chile. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*, **350**, 28-37.
- Clarke, J. A., Olivero, E. B. & Puerta, P. 2003. Description of the earliest fossil penguin from South America and first Palaeogene vertebrate locality of Tierra del Fuego, Argentina. *American Museum Novitates*, **3423**, 1-18.
- Covacevich, V. & Frassinetti, D. 1990. La fauna de Lo Abarca: Hito biocronoestratigráfico y paleoclimático en el Terciario superior marino de Chile central. *II Simposio sobre el Terciario de Chile (Universidad de Concepción)*, *Actas*, 51-71.
- Cozzuol, M. A., Tambussi, C. & Noriega, J. 1993. Un pingüino (Aves: Spheniscidae) de la Formación Puerto Madryn (Mioceno Medio) en Península Valdés, Chubut, Argentina, con importantes implicancias filogenéticas. *Ameghiniana*, **30**, 327-328.

- De Vries, T. 1997. A Review of the genus *Chorus* Gray, 1847 (Gastropoda: Muricidae) from Western South America. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, **30**, 125-145.
- De Vries, T. & Frassinetti, D. 2003. Range extensions and biogeographic implications of Chilean Neogene mollusks found in Peru. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **52**, 119-135.
- D'Orbigny, A. 1842. *Voyage dans l'Amérique meridionale*. P. Bertrand, París, 188 pp.
- Emslie, S. D. & Guerra Correa, C. 2003. A new species of penguin (Spheniscidae: *Spheniscus*) and other birds from the late Pliocene of Chile. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **116**, 308-316.
- Ferraris, F. & Di Biase, F. 1978. *Hoja Antofagasta*. SERNA-GEOMIN, Carta Geológica de Chile, **30**, 48 pp.
- Hartley, A. & Chong, G. 2002. Late Pliocene age for the Atacama Desert: Implications for the desertification of western South America. *Geology*, **30**, 43-46.
- Hartley, A., Chong, G., Houston, J. & Mather, A. 2005. 150 million years of climatic stability: evidence from the Atacama Desert, northern Chile. *Journal of the Geological Society*, **162**, 421-424
- Herm, D. 1969. Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung Der Mollusken-Faunen. *Zitteliana*, **2**, 159.
- Keller, G., Adatte, T., Hollis, C., Ordoñez, M., Zambrano, I., Jimenez, N., Stinnesbeck, W., Aleman, A. & Hale Erlich, W. 1997. The Cretaceous/Tertiary boundary event in Ecuador: reduced biotic effects due to eastern boundary current setting. *Marine Micropaleontology*, **31**, 97-133.
- Le Roux, J.P., Gómez, C., Fenner, J. & Middleton, H. 2004. Sedimentological processes in a scarp-controlled rocky shoreline to upper continental slope environment, as revealed by unusual sedimentary features in the Neogene Coquimbo Formation, north-central Chile. *Sedimentary Geology*, **165**, 67-92.
- Le Roux, J. P., Gómez, C., Venegas, C., Fenner, J., Middleton, H., Marchant, M., Buchbinder, B., Frassinetti, D., Marquardt, C., Gregory-Wodzicki, K.M. & Lavenu, A. 2005. Neogene-Quaternary coastal and offshore sedimentation in north central Chile: Record of sea-level changes and implications for Andean tectonism. *Journal of South American Earth Sciences*, **19**, 83-98.
- Moreno, F.P. & Mercerat, A. 1891. Catálogo de los pájaros fósiles de la República Argentina conservados en el Museo de La Plata. *Anales del Museo de La Plata (Paleontología Argentina)*, **1**, 7-71
- Moscoso, R., Nasi, C. & Salinas, P. 1982. Geología de la Hoja Vallenar y parte norte de La Serena, Regiones de Atacama y Coquimbo. Servicio Nacional de Geología y Minería, *Carta Geológica de Chile*, **55**, p.100, 1 mapa 1:250.000.
- Scotese, C. R. 2002. PALEOMAP website. <http://www.scotese.com>
- Simpson, G.G. 1946. Fossil penguins. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, **87**, 1-100.
- Simpson, G.G. 1970. Miocene penguin from Victoria, Australia, and Chubut, Argentina. *Memoirs of the Natural History Museum. Victoria*, **31**, 17-24.
- Simpson, G.G. 1981. Notes on some fossil penguins, including a new genus from Patagonia. *Ameghiniana*, **18**, 266- 272.
- Stucchi, M. 2002. Una nueva especie de *Spheniscus* (Aves: Spheniscidae) de la Formación Pisco, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, **94**, 19-26.
- Stucchi, M., Urbina, M. & Giraldo, A. 2003. Una nueva especie de Spheniscidae del Mioceno tardío de la Formación Pisco, Perú. *Bulletin Institut Français d'Etudes Andines*, **32**, 361-375.
- Tambussi, C.P. & Noriega, J.I. 1996. Summary of the Avian Fossil Record from Southern South America. In: Contributions of southern South America to vertebrate Paleontology (Ed. G. Arratia). *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, **30**, 245-264.
- Tsuchi, R. 2002. Neogene evolution of surface marine climate in the Pacific and notes on related events. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, **19**, 260-270
- Walsh, S.A. & Hume, J.P. 2001. A new Neogene marine avian assemblage from North-Central Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **21**, 484-491.

Manuscrito recibido: 31 de Agosto, 2005

Manuscrito aceptado: 15 de Septiembre, 2006