

UNA NUEVA ESPECIE DE *SPHENISCUS* (AVES: SPHENISCIDAE) DE LA FORMACIÓN PISCO, PERÚ

Marcelo STUCCHI

*Departamento de Paleontología de Vertebrados, Museo de Historia Natural.
Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Lima - Perú). E-mail: marstuc@yahoo.com*

RESUMEN

Se describen elementos craneales y post-craneales atribuibles a una nueva especie del género *Spheniscus*, procedentes del Mioceno tardío y Plioceno temprano de la Formación Pisco, en la costa centro - sur del Perú. Esta nueva especie se caracteriza por su gran tamaño y por tener un rostrum ancho hacia su parte anterior y curvo dorsoventralmente; más largo en proporción al neurocráneo que las especies vivientes y ligeramente menor al de *S. megaramphus*. Finalmente, se discute brevemente sobre el valor adaptativo de los caracteres observados.

ABSTRACT

Skulls and postcranial elements of a new *Spheniscus* species are described from the late Miocene and early Pliocene of the Pisco Formation, on the south-central coast of Peru. This new species is characterized by its great size and its broad anterior rostrum with a dorsoventral curve; relatively longer neurocranium than that found in extant species; and its slightly smaller size than in the *S. megaramphus*. The adaptative value of observed characters is briefly discussed.

INTRODUCCIÓN

El registro fósil de los Sphenisciformes se remonta al Paleoceno tardío (55 Ma) de la Antártida (Tambussi *et al.* 2002), registrándose también en el Eoceno tardío de Nueva Zelanda y de la Isla Vicecomodoro Marambio (Antártida) (45-35 Ma) (Myrcha *et al.* 2002), con géneros sin especies vivientes.

Los géneros actuales recién aparecen en el Mioceno tardío de la Fm. Pisco (Muizon y DeVries 1985) y de la Fm. Bahía Inglesa de Chile (Walsh y Hume 2001), referidos al género *Spheniscus*. Recientemente, Stucchi *et al.* (en revisión) han propuesto la primera especie de este género para la Fm. Pisco, proveniente del nivel Montemar (Mioceno tardío). Este pingüino se caracterizó por su gran talla y pico proporcionalmente largo, en comparación con las demás especies del género.

Del Plioceno tardío de la Provincia de El Cabo (Sudáfrica) proviene *Spheniscus predemersus*, una especie de pequeño tamaño y posible antecesora de *S. demersus* (Simpson 1971). Finalmente, del Plioceno tardío de Nueva Zelanda están citados los géneros *Aptenodytes* y *Pygoscelis* (Simpson 1976), este último también conocido en el Mioceno tardío - Plioceno temprano de Chile (Acosta *et al.* 2002), por un cráneo ligeramente mayor que las especies actuales (*Obs. pers.*).

Hallazgos realizados en los distintos niveles de la Fm. Pisco, permiten reconocer una nueva especie del género *Spheniscus*, sobre la base de elementos craneales y post-craneales provenientes de los niveles Sacaco Sur, Montemar y Aguada de Lomas.

GEOLOGÍA

La Formación Pisco (fig. 1) es una secuencia sedimentaria marina que se extiende en la zona centro - sur de la costa peruana (Muizon y DeVries 1985). Para la misma Marocco y Muizon (1988) han identificado seis niveles de vertebrados de distintas antigüedades: Sacaco (3 Ma), Sacaco Sur (5 Ma), Montemar (6 Ma), Aguada de Lomas (7 - 8 Ma), El Jahuay (9 Ma) y Cerro La Bruja (12-14 Ma).

Según estos autores, el paleoambiente corresponde a las proximidades de la orilla marina, pudiéndose dividir en tres zonas: a) playa poco agitada, que habría sido una zona aislada del mar abierto (niveles Sacaco, Sacaco sur, Montemar y Cerro La Bruja); b) zona de arrecifes, que habría estado expuesta a la corriente pero donde la agitación del agua decrecía rápidamente conforme se alejaba de la orilla (niveles Sacaco sur y Montemar); y c) zona de playa agitada (niveles Aguada de Lomas y El Jahuay). En las zonas del nivel Montemar



Fig. 1: Mapa de la Formación Pisco (Muizon y DeVries 1985)

también se encuentran islotes, roqueríos y la probable presencia de pequeñas lagunas entre las rocas y la orilla (DeVries *com. pers.* 2003).

Asimismo, en estos niveles fosilíferos se ha reportado varios grupos de vertebrados, tales como peces (seláceos y teleosteos), reptiles (cocodrilos y quelonios), aves y mamíferos (focas, otáridos, sirénidos, edentados y cetáceos) (Muizon 1978; Muizon y DeVries 1985; Muizon y Domning 1985).

Las familias de aves reportadas son: Spheniscidae, Phalacrocoracidae, Sulidae, Scolopacidae, Procellariidae, Pelagornithidae (Muizon y DeVries 1985), Laridae (Muizon 1981), Vulturidae (Stucchi 2002), Diomedidae y otros aún no identificados (*Obs. pers.*).

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Orden Sphenisciformes Sharpe, 1891
 Familia Spheniscidae Bonaparte, 1831
 Género *Spheniscus* Moehring, 1758
***Spheniscus urbinai* sp. nov.**
 (Figuras 2 - 7)

Etimología

En reconocimiento al Sr. Mario Urbina por su valioso aporte a la Paleontología de Vertebrados del Perú.

Holotipo

MUSM 401: Mitad derecha del cráneo sin la punta

del rostrum y mandíbula incompleta. Húmeros, coracoides, radio izquierdo, fémur derecho sin porción distal, tibiotarso derecho sin porción proximal, sinsacro, pelvis, esternón, vértebras cervicales y torácicas (16), tarsometatarsos y falanges.

Paratipos

MUSM 402: Tibiotarso, fémur, rótula, húmero, coracoides (todos derechos), escápulas, esternón, ulnas, radios, carpometacarpo izquierdo.

MUSM 403: Cráneo sin palatinos, barras yugales, pterigoides, cuadrado. Rostrum sin porción anterior.

MUSM 269: Cráneo sin pterigoides y barras yugales. Mandíbula.

MUSM 404: Rostrum.

MUSM 405: Rostrum.

Procedencia geográfica y estratigráfica

Los especímenes MUSM 401, 402, 403 y 269 proceden del nivel Sacaco Sur (5 Ma - Plioceno temprano). MUSM 404 procede del nivel Montemar (6 Ma - Mioceno tardío) y MUSM 405 del nivel Aguada de Lomas (7 Ma - Mioceno tardío).

Todos colectados por Mario Urbina entre 1995 y 2000. El material pertenece a la Colección del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural, Universidad de San Marcos (Lima, Perú).

Material de comparación

MUSM 175, 362, 363, 364 y 365: Holotipo y paratipos de *S. megaramphus*. 50 cráneos y 3 esqueletos de la especie actual *Spheniscus humboldti*, 2 cráneos de *S. magellanicus*, 2 esqueletos de *S. mendiculus* y 1 esqueleto de *S. demersus*.

El material de *S. megaramphus* y de las especies *S. humboldti* (Sh 1-53) y *S. magellanicus* (Sm 1 y 2) pertenece a la Colección del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural, Universidad de San Marcos (Lima, Perú).

El material de *S. mendiculus* pertenece al Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ 1218, QCAZ 1223) y el de *S. demersus* al South African Museum de Ciudad El Cabo (Zo 58106).

Diagnosis

Representante del género *Spheniscus* un 25% más grande que las especies actuales y de tamaño similar a *S. megaramphus*. Se diferencia de todas las especies del género sólo a nivel craneal. Posee el rostrum más ancho en su base, más alto y curvo dorsoventralmente, ligeramente más corto que el de *S. megaramphus*. Al igual que las actuales, se diferencia de *S. megaramphus* por tener un articular largo y mandíbula curva.

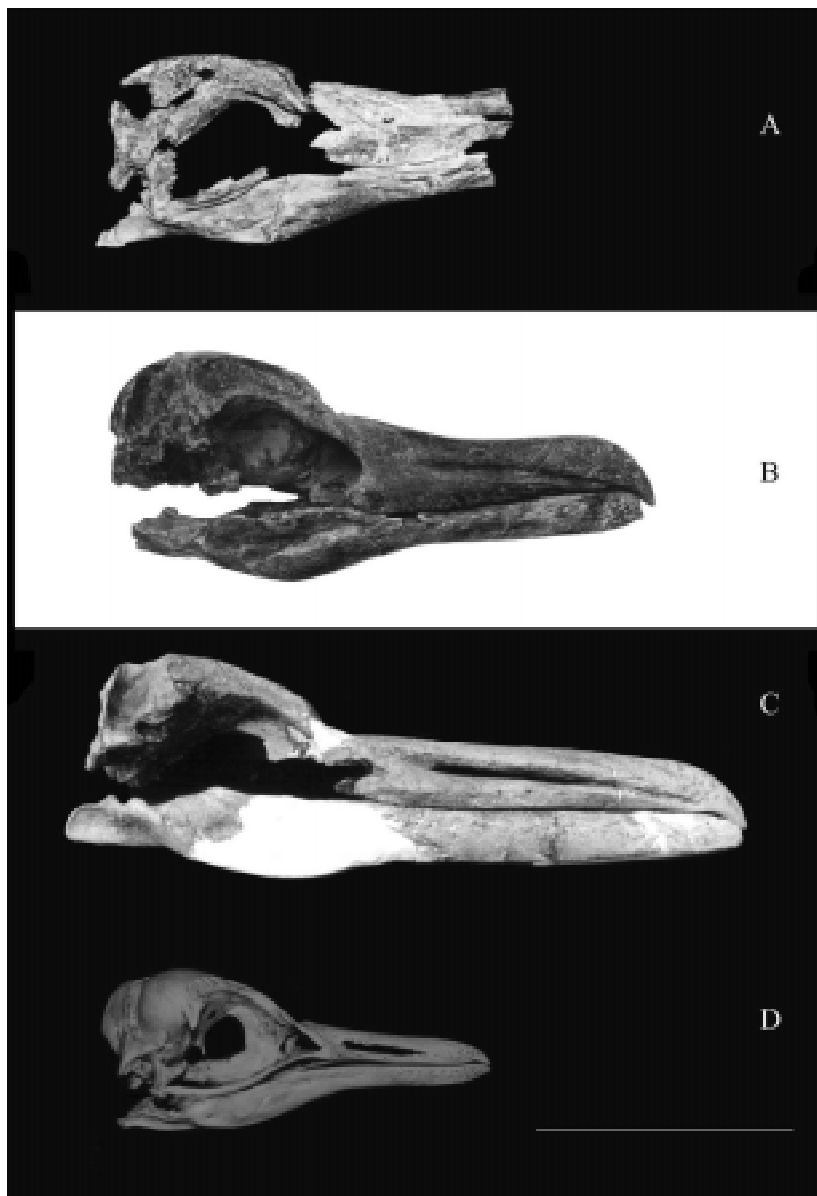


Fig. 2: Vista lateral de cráneos de A: Holotipo de *S. urbinai* MUSM 401; B: Paratipo de *S. urbinai* MUSM 269; C: Holotipo de *S. megaramphus* MUSM 175 y *S. mendiculus*. QCAZ 1218. La escala indica 100 mm.

DESCRIPCIÓN

El Rostrum

El rostrum en relación al neurocráneo es un 40% mayor, a diferencia de las especies actuales del género, donde ambos son casi del mismo tamaño. Presenta otras dos características que lo diferencian claramente de las especies actuales y de *S. megaramphus*: (1) en vista lateral (Fig. 2) se aprecia que es curvo dorsoventralmente y mucho más alto; y (2) la base del mismo es más ancha, como se aprecia en vista dorsal (Fig. 3). En vista ventral, se puede observar el paladar esquizognato, típico del género.

El neurocráneo

La disposición de todas las partes del neurocráneo de *S. urbinai* (incluyendo el cuadrado) es equivalente a las observadas en las especies actuales

manteniendo las mismas proporciones, un 25% más grandes (índice 2, Tabla 1). Los frontales (Fig. 3) son muy reducidos en comparación con la mayoría de especímenes de las especies actuales, en especial a la altura de las órbitas. Forman un techo craneano de superficie lisa y abovedado, como el observado en la mayoría de los ejemplares de las especies actuales y los paratipos de *S. megaramphus* (Stucchi *et al.* en revisión). Se aprecia claramente la cresta sagital, el domo cerebelar y las crestas post-temporales a sus lados, de la misma forma que en las especies actuales.

La mandíbula

Los dentarios de *S. urbinai* mantienen la misma disposición de las especies vivientes, a diferencia de *S. megaramphus* que lo presenta recto dorsalmente (Fig. 2). Al igual que en las especies actuales, la región articular presenta dos procesos: post-articular e interno, siendo el primero de estos muy largo (Fig. 2).

TABLA 1.
COMPARACIÓN ENTRE LAS MEDIDAS E ÍNDICES DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *Spheniscus*

	Medidas	S. urbinai	S. megaramphus	S. humboldti			S. magellanicus	S. mendiculus	
		MUSM 269	MUSM 175	Max.	Min.	Prom.			
1	Longitud Cráneo	75.2	77.9	63	55.1	59.3	61	51.1	1
2	Longitud Pico	123.2	146.3	77.4	64.5	71.6	63.5	57.3	2
3	Altura Cráneo	45.3	40.7	34.4	31.1	32.6	32.8	27.8	3
4	Ancho Opistóicos	58.0	58.7	42.1	35.4	39.5	40.4	33.4	4
5	Ancho Post-orbitarios	~73.5	73.9	53.1	46.4	49.7	50.7	40.8	5
6	Ancho Frontal	4.2	7.7	12.4	6.1	8.6	5.5	7.9	6
7	Ancho Interorbitario	20.4	20.6	15.5	12.3	14	12.4	10.6	7
8	Ancho fronto-nasal	35.7	34.7	26.1	20.4	22.8	23	17.3	8
9	Ancho P. M. basitemporal	~29.7	29.6	21.9	18.2	20.1	19.2	16.9	9
10	Ancho Cóndilo occipital	x	8.9	7.7	5.9	6.7	7	5	10
11	Alto Cóndilo occipital	x	6.8	4.7	3.4	3.9	4.1	2.9	11
12	Ancho Foramen magnum	15	13.5	12.7	7.8	11	11.2	10.1	12
13	Alto Foramen magnum	15.1	14.2	17	9.5	10.6	11.1	8.7	13
14	Ancho Cuadrado	22.1	x	12.9	10.1	11.5	10.9	8.9	14
15	Alto Cuadrado	23.3	x	18.8	15.8	17.3	18.6	14	15
16	Ancho Cresta Sagital	5.6	7.8	7.1	0.9	3	2.1	8.9	16
17	Tamaño Fosa Orbitaria	15.2	49.1	34.4	29	31.9	33.7	27.2	17
18	Alto P. Coronoides	25.2	x	15.3	11.3	13.6	13.4	9.1	18
19	Tamaño Articular	~31	29.2	23	18.8	21.2	22.1	27.3	19
Índices									
1	2/1	1.6	1.9	1.3	1.1	1.2	1.04	1.1	1
2	1/5	1.02	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	2
3	2/5	1.7	2.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	3
4	19/5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.7	4

TABLA 1:

Todas las medidas son en milímetros. *S. humboldti*, n=50. *S. magellanicus* y *S. mendiculus*, n=2.

Sólo para *S. humboldti*: la medida N° 2 correspondiente a la longitud del pico, fue hecha con la presencia de la ranfoteca siguiendo el criterio utilizado para medir pingüinos vivos (Zavalaga y Paredes 1997:104-105). La medida en los fósiles y las otras especies actuales se hace desde la sutura fronto-nasal. Bajo este mismo principio, la longitud del pico es 3 mm menor que el promedio indicado. Este valor fue obtenido con n=36.

Índice 3: Grado de elongación del pico:

Valor para *A. patagonica* = 2.4

Índice 4: Movilidad mandibular: Valor para *A. patagonica* = 0.36 (Según Zusi 1975:67)

Explicación de algunas medidas

- 6. se mide a 15 mm de la sutura Fronto-nasal.
- 7. se mide a la misma altura que la medida anterior.
- 14. en el área que contacta con el articular
- 17. desde el proceso pre-orbitario hasta el límite anterior del proceso post-orbitario.

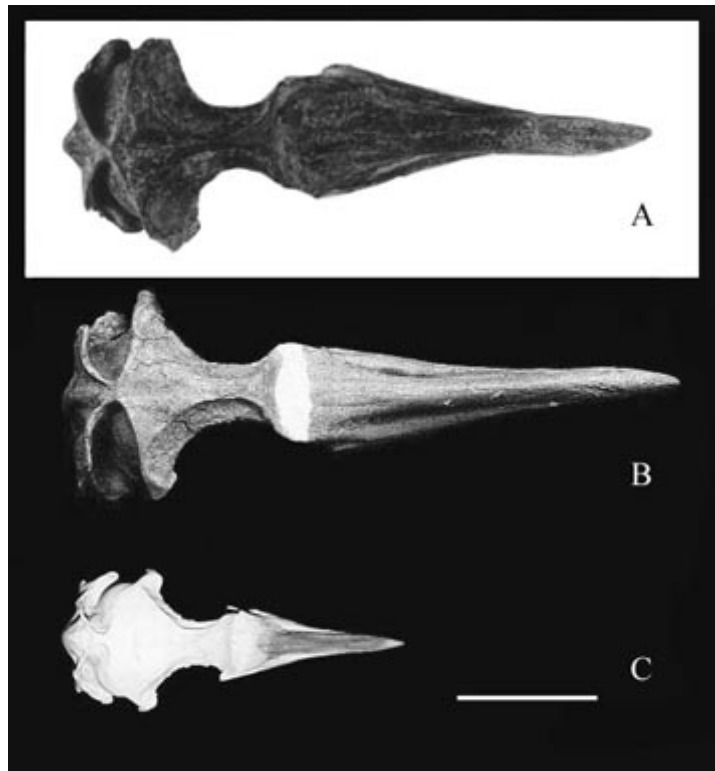


Fig. 3: Vista dorsal de cráneos de A: *S. urbinai* MUSM 269; B: *S. megaramphus* MUSM 175 y *S. humboldti*. Escala indica 50 mm.

Fig. 4: tarsometatarso de *S. urbinai* MUSM 401. Escala indica 50 mm.



Fig. 5: Pelvis de *S. urbinai* MUSM 401. Escala indica 50 mm.



Huesos post-craneales

Se analizó los siguientes huesos: Húmero, ulna, radio, carpometacarpo, coracoides, esternón, escápula, vértebras (cervicales y torácicas), pelvis, sinsacro, fémur, tibiotarso, tarsometatarso y falanges. No se encontró ninguna diferencia morfológica con las especies actuales del género. Asimismo, cada uno de estos elementos mantiene las mismas proporciones que *S. humboldti*, con dimensiones un 25 - 35% mayores. Ver Figuras 4, 5, 6 y 7, y las medidas de cada uno en la Tabla 2. La Tabla 3 muestra que el índice de elongación del tarsometatarso (*sensu* Myrcha *et al.* 2002) mantiene el mismo valor que las especies actuales del género, diferenciándose sólo por su mayor tamaño.

DISCUSIÓN

Determinación del género y la especie

El género *Spheniscus* está definido por los siguientes caracteres (*sensu* Zusi 1975):

- (1) presencia de un proceso postarticular muy grande, con su superficie marcadamente cóncava entre éste y el proceso articular interno.
- (2) presencia de una cresta sagital en la línea media del cráneo, donde se encuentran (o casi se encuentran) las dos fosas temporales. Compartido con los géneros fósiles *Parapterodytes* y *Marplesornis*.
- (3) barra yugal ligeramente curva; (4) maxila con borde tomial vertical; (5) fenestra ilioestática igual o más grande que la fenestra acetabular en vista lateral. Compartidos con el género *Eudyptula*.
- (6) proceso postarticular angosto en vista dorsal y más pequeño que la superficie articular; (7) borde tomial de la mandíbula superior aproximadamente al mismo nivel del plato basitemporal; (8) Músculo aductor mandibular externo ocupando la mayor parte de la superficie lateral de la mandíbula; (9) Coracoides con fenestra; (10) foramen proximal interno del tarsometatarso abierto medialmente en la superficie interna de la cresta calcaneal. Compartidos con los géneros *Eudyptula*, *Eudyptes* y *Megadyptes*.
- (11) índice de movilidad mandibular mayor a 0.45 a diferencia del resto de géneros (índice 3, Tabla 1).

Fig. 6: Húmeros de *S. urbinai* MUSM 401 y *S. humboldti* Sh 53. Escala indica 50 mm.

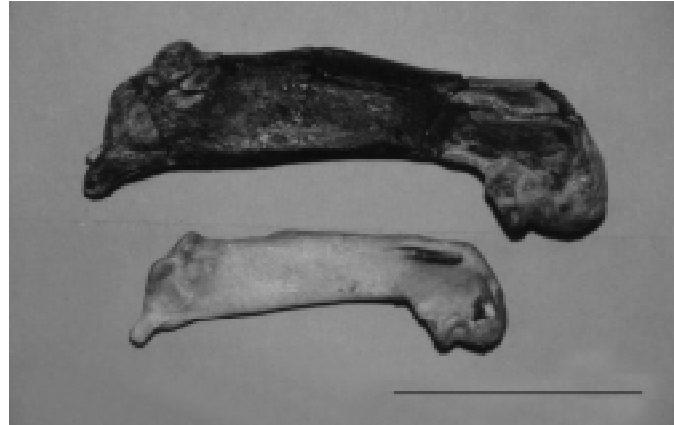


Fig. 7: Coracoides de *S. urbinai* MUSM 401 y *S. humboldti* Sh 53. Escala indica 50 mm.

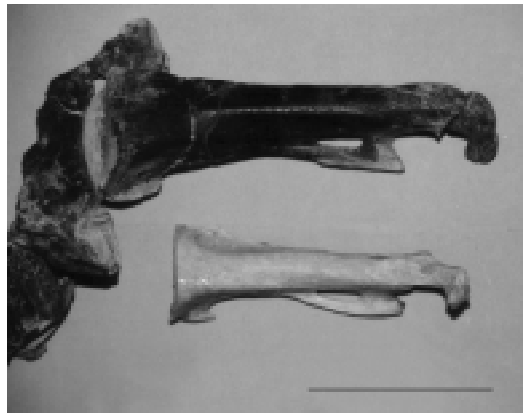


TABLA 2.
COMPARACIÓN ENTRE ELEMENTOS POST-CRANEALES *Spheniscus urbinai* Y *S. humboldti*

Medidas	<i>S. urbinai</i>		<i>S. humboldti</i>
	MUSM 401	MUSM 402	
Húmero: (1) longitud máxima	102,7	106,5	74,5
(2) ancho proximal	30,5	32,4	21,6
(3) ancho distal	32,8	34,5	25,4
Ulna: longitud	x	76,2	52,8
Radio: longitud	68,9	74,1	50,6
Carpometacarpo: longitud	x	64,7	41,0
Fémur: (1) longitud	x	116,7	76,8
(2) ancho proximal	24,6	25,3	17,3
(3) ancho distal	x	27	16,1
Tibiotarso: (1) longitud	x	167	117,8
(2) ancho distal	23,3	23,4	14,9
Tarsometatarso: (1) Longitud de la eminencia intercondylaris al surco de la troclea III	47,7	x	53,7
(2) Longitud de la eminencia intercondylaris al borde medial de la troclea III	48,7	x	34,5
(3) Ancho proximal	24,9	x	16,8
(4) Ancho medial	22,6	x	16,7
(5) Ancho distal	30,4	x	20,1
(6) Ancho máximo de la troclea III	8,4	x	7,3
(7) Ancho dorso-palmar de la troclea III	12,5	x	7,6
(8) Ancho dorso-palmar	7,5	x	5,8
Coracoides: (1) longitud	107,8	110,5	77,0
(2) ancho distal	35,2	x	23,2

Medidas del tarsometatarso de Myrcha *et al.* 2002: 12

TABLA 3
LONGITUD DEL TARSOMETATARSO CONTRA ÍNDICE DE ELONGACIÓN (EI).

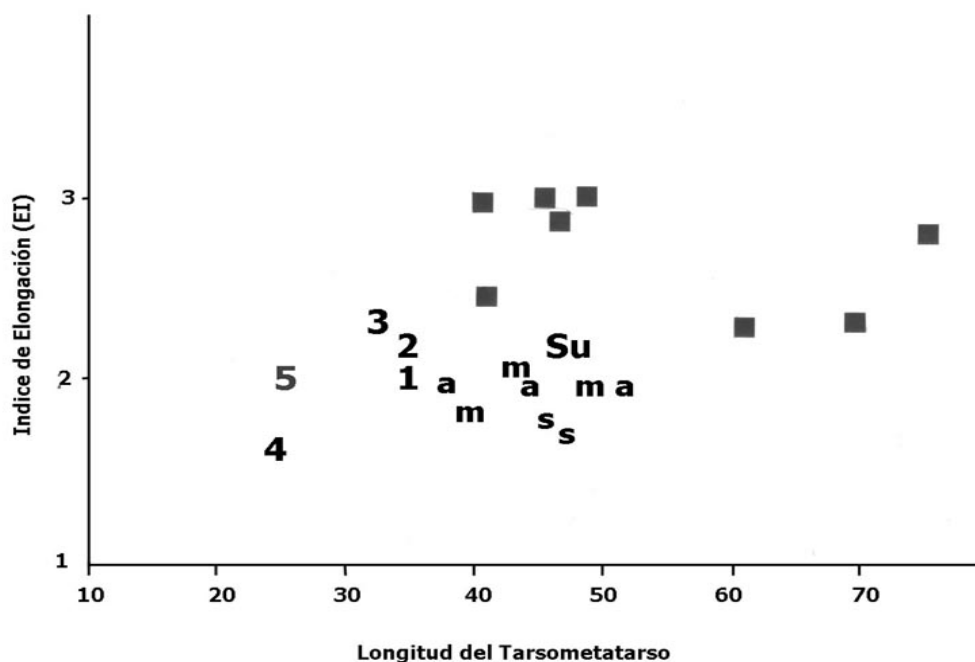
Las medidas son en milímetros. Modificado de Myrcha *et al.* 2002:39.

1: *S. humboldti* (n=3) 2: *S. humboldti* (n=2); 3: *S. demersus* (n=8); 4: *S. magellanicus* (n=4); 5: *S. mendiculus* (n=1); Su: *S. urbinai* (MUSM 401); a: *S. sp.* del nivel Aguada de Lomas (Fm.Pisco); m: *S. sp.* del nivel Montemar; s: *S. sp.* del nivel Sacaco Sur. Los cuadrados oscuros indican las especies de Spheniscidae del Eoceno de isla Seymour (Antártida) (Myrcha *et al.* 2002). *S.urbinae* coincide en ubicación con *Archaeospheniscus wimani*, que no se ha ilustrado (Myrcha *et al.* 2002). EI esta definido por la relación entre el largo (medida 1, Tabla 2) y el ancho medial (medida 4).

1: Sh51, Sh52 y Sh53

2, 3 y 4: Myrcha *et al.* 2002

5: QCAZ 1218



Todos los caracteres citados son verificables en *S. urbinai*. Si bien el octavo carácter no se puede apreciar directamente, se observa con claridad la marca de la inserción del músculo en la mandíbula (Fig.2). Esto, junto con el gran tamaño y profundidad de las fosas temporales, sugiere un grado de desarrollo comparable al de las especies actuales del género.

Para la definición de especie, las marcadas diferencias con *S. megaramphus* a nivel del rostrum y mandíbula, no dejan dudas de la identidad específica de *S. urbinai*. Se descarta la posibilidad de que se trate de *S. predemersus*, ya que este presenta dimensiones mucho menores para los pocos elementos post-craneales descritos, a las que muestra *S. urbinai* (Tabla 2). El material reportado por Walsh y Hume (2001) como cf. *Spheniscus* sp. para la formación Bahía Inglesa (Chile) podría ser coespecífico con *S. urbinai*, debido a la gran similitud de los elementos post-craneales. Sin embargo, se debe tomar en cuenta lo explicado por estos mismos autores cuando manifiestan que se debe tener cuidado al describir elementos post-craneales de Spheniscidae. Zusi (1975:64) explica que algunas características son variables dentro de las especies tal que un espécimen de un género puede parecerlo de otro en una o más características, por lo que no se debe confiar en caracteres aislados.

Características morfológicas

Al igual que los miembros del género, en base a los índices propuestos por Zusi (1975:67), se puede deducir que *S. urbinai* también estuvo adaptado a la captura de presas de gran tamaño, probablemente en la misma proporción que *S. megaramphus*; aunque este tenía el pico ciertamente más largo, *S. urbinai* lo tenía más robusto y “ganchudo”. Si bien su grado de elongación (índice n°3) es menor que en *S. megaramphus* y *A. patagonica*, es mayor que en los actuales. La movilidad mandibular (índice n°4) se mantiene similar en todas las especies del género.

Finalmente, es difícil precisar que relación hubo entre esta especie y su contemporánea *S. megaramphus*, pues hace falta un estudio más profundo en los yacimientos de donde provienen. Será necesario contar con elementos post-craneales de *S. megaramphus* asociados al cráneo para poder diferenciar ambas especies, ya que entre los elementos aislados, no es posible hacerlo (ver Tabla 3 y Discusión de *S. megaramphus* en Stucchi *et al.* En revisión).

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a los señores Ana María y

Santiago E. Stucchi; Mario Urbina, Carlos Zavalaga, Judith Figueroa, Luis Coloma, Thomas DeVries, Martín Chávez, Richard Zusi, Piotr Jadwiszczak, Rodolfo Salas y Paulina Viteri, por su apoyo en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

ACOSTA 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. *1º Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Santiago de Chile*

MAROCCO R. & MUIZON C. DE (1988).- Los Vertebrados del Neógeno de la Costa Sur del Perú. *Bull. Inst. Fr. Et. And.* XVII, N°2 pp. 105-117. Lima, Perú.

MUIZON C. DE (1978).- *Arctocephalus (Hydractos) lomasiensis* subgen. Nov. et sp. nov, un nouvel Otariidae du Miopliocène de Sacaco (Pèrou). *Bull. Int. Fr. Et. And.*, 7(34): 169 - 188

MUIZON C. DE (1981).- Les Vertèbres fossiles de la Formation Pisco (Perou). Première Partie: deux nouveaux Monachinae (Phocidae: Mammalia) du Pliocene Inferior de Sud-Sacaco. *Trav. Inst. Fr. Et. Andines*, 22, pp. 1-160. En: *Recherches sur les grandes Civilisations*, Mém. 6. ADPF. Ed., Paris

MUIZON C. DE & DEVRIES T. (1985).- Geology and paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco area (Peru). *Geologische Rundschau* 74/3: 547-563. Stuttgart

MUIZON C. DE & DOMNING D. (1985).- The first records of fossil sirenians in the southeastern Pacific Ocean. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris*, 4º ser., 7

MYRCHA A., JADWISZCZAK P., TAMBUSSI C.,

NORIEGA J., GAZDZICKIA., TATURA. & DEL VALLE R. (2002).- Taxonomic revisión of Eocene Antarctic penguins based on Tarsometatarsal Morphology. *Polish Polar Research* Vol. 21, N° 1

SIMPSON G. G. (1971).- Fossil Penguin from the Late Cenozoic of South Africa. *Science* Vol. 171, pp. 1144 - 1145

SIMPSON G. G. (1976).- Penguins Past and Present, Here and There. *Yale University Press. New Haven London.*

STUCCHI M. (2002).- Presencia de Vulturidae (Aves: Ciconiiformes) en el Mioceno superior de la Formación Pisco, Perú. *1º Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Santiago de Chile.*

STUCCHI M., URBINA M. & GIRALDO A. (en revisión).- Una Nueva especie de Spheniscidae del Mioceno tardío de la Formación Pisco, Perú. *Bull. Inst. Fr. Et. And.*

TAMBUSSI C., REGUERO M., MARENSSI S. & SANTILLANA S. (2002).- The earliest know penguin and the evolution of Spheniscid size. *1º Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados. Santiago de Chile.*

WALSH S. & HUME J. (2001).- A new neogene marine avian assemblage from north-central Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21(3): 484 - 491

ZAVALAGA C. & PAREDES R. (1997).- Sex determination of adult Humboldt Penguins using morphometric characters. *Journal of Field Ornithology* 68 (1): 102 - 112

ZUSI R. (1975).- An interpretation of skull structure in penguins. En: *The Biology of Penguins. Edit. B. Stonehouse*, pp. 59-84. Macmillan, London.