

LOS PINGÜINOS DE LA FORMACIÓN PISCO (NEÓGENO), PERÚ

M. Stucchi

Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad–AICB, Lima, Perú. estuki@gmail.com

Palabras clave: Pingüinos, Sphenisciformes, Spheniscidae, Formación Pisco, Mioceno-Plioceno, Perú.

INTRODUCCIÓN

Los pingüinos (Sphenisciformes) son aves marinas no voladoras del hemisferio sur especializadas en nado y buceo. Restos de Sphenisciformes primitivos del Eoceno de Nueva Zelanda y la Antártida (e.g. Marples, 1952; Tonni y Tambussi, 1986) ya muestran conspicuas modificaciones de los huesos de las alas, transformadas en aletas. Los restos más antiguos de este orden encontrados en el Perú datan de ca. 42 y 36 Ma; éstos corresponden a dos especies extintas de gran tamaño procedentes de las formaciones Paracas y Otuma, respectivamente (Clarke *et al.*, ms aceptado). Muizon y DeVries (1985) y Cheneval (1993) hacen mención a la presencia de pingüinos en la formación Pisco sin detallar género ni especie. Stucchi (2002) y Stucchi *et al.* (2003) establecen la presencia del género *Spheniscus* con dos especies nuevas y extintas: *S. megaramphus* y *S. urbinai*. El objetivo de este trabajo es presentar la diversidad de Sphenisciformes de la Fm. Pisco en perspectiva histórica. Una revisión estratigráfica y el nuevo material descubierto permiten calibrar las localidades fosilíferas e identificar los cambios en la fauna de los Sphenisciformes a través del tiempo. Asimismo se rectifica la localidad tipo de *S. megaramphus*, atribuida originalmente al nivel Montemar.

GEOLOGÍA

La Formación Pisco es una secuencia sedimentaria del Mioceno medio-Plioceno que se expone por cerca de 350 km entre Pisco y Yauca, costa centro-sur del Perú (Fig. 1; Muizon y DeVries, 1985). Muizon y DeVries (1985) y Marocco y Muizon (1988) postulan la existencia de seis niveles de vertebrados en esta formación. Los niveles se establecen en base a dataciones K-Ar en tres niveles tufáceos y criterios bioestratigráficos insuficientes, por lo que acá serán considerados sólo como localidades de vertebrados. En 2005, Brand (com. pers., 2006) ubica en la columna, junto a las localidades conocidas, las descubiertas por M. Urbina los últimos diez años (Fig. 2).



Figura 1. Formación Pisco. Modificado de Muizón y De Vries (1985). La zona ubicada entre las ciudades de Pisco Nazca es conocida como Área de Ocucaje, y al sur de Nazca como Área de Sacaco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron los pingüinos fósiles de la Colección del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de San Marcos, Lima (MUSM). Este material consta de 506 especímenes, entre esqueletos casi completos, cráneos y elementos post-craneales asociados, aislados y fragmentarios. Para el estudio comparativo se utilizó especies actuales: trece esqueletos y cincuenta cráneos de *Spheniscus humboldti*, cuatro esqueletos de *S. magellanicus*, cuatro de *S. mendiculus* y doce de *S. demersus*. Todos estos de las colecciones de MUSM, Field Museum of Natural History (Chicago, EE.UU.), Smithsonian Institution (Washington, EE.UU.) y Museum of Natural History of the University of Florida (EE.UU.). La metodología consistió en la comparación de las especies actuales y fósiles a nivel morfológico y morfométrico.

RESULTADOS

Límite Formación Pisco-Formación Chilcatay: Esta localidad se encuentra en la base de Cerro La Bruja y ubicada estratigráficamente sobre los más altos niveles de la formación Chilcatay (aprox. Mioceno temprano).

Spheniscidae indeterminado: tibiotarso (MUSM 774) de dimensiones similares a *S. humboldti*, *S. magellanicus* y *S. demersus*, pero mayor que *S. mendiculus*. Presenta el cóndilo interno más grande en proporción a la diáfisis en relación a las especies actuales. El cóndilo externo y la región proximal (superficie articular y crestas cnemiales) están fragmentados. Es difícil designarlo específicamente debido a que se encuentra en una zona de transición estratigráfica: en la Fm. Chilcatay está reportado el género *Palaeospheniscus* (Acosta y Stucchi 2005) y en la Fm. Pisco sólo se ha reportado *Spheniscus* (Stucchi 2002, Stucchi *et al.* 2003). La determinación preliminar de este espécimen como *Spheniscus* aff. *humboldti* hecha por Stucchi y Urbina (2005) debe ser descartada.

Cerro La Bruja, Fm. Pisco: Aprox. 12-14 Ma. (Marocco y Muizon 1988).

Spheniscus sp. 1: tarsometatarso (MUSM 775) de dimensiones similares a los especímenes menores de las especies actuales *S. humboldti*, *S. magellanicus* y *S. demersus* y de mayor tamaño que *S. mendiculus*. Difícil distinguir a nivel específico debido a sus dimensiones y morfología similares a las especies actuales.

Lomas, Fm. Pisco: Ubicada en los alrededores del puerto de Lomas; aprox. 11 Ma. Se ubica en la base de la columna estratigráfica de Brand (Fig. 2).

Spheniscus sp. 2: Material de morfología similar y dimensiones ligeramente menores a *S. megaramphus*. Se conocen varios elementos aislados y algunos asociados. Un rostrum (MUSM 779) y una mandíbula (MUSM 805) son los elementos más confiables para la comparación con la especie extinta citada.

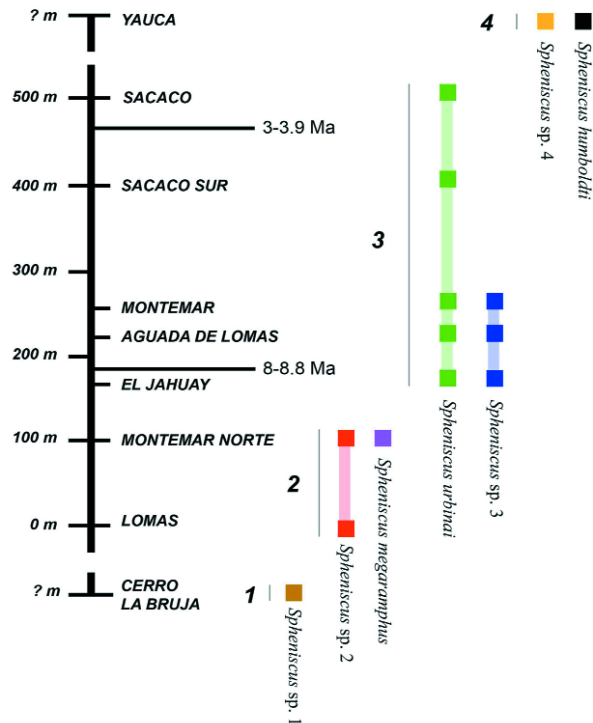


Figura 2. Columna de ubicación de las localidades de la formación Pisco. Muizón y De Vries (1985) y L. Brand (com.pers, 2006) en el área de Sacaco. Los números indican las etapas de la presencia de las diferentes especies de *Spheniscus* de la Fm. Pisco.

Montemar Norte, Fm. Pisco: Ubicada al norte del nivel Montemar de Muizon y DeVries (1985); aprox. 10 Ma. en base a la columna estratigráfica de Brand (Fig. 2).

Spheniscus sp. 2; *Spheniscus megaramphus* Stucchi *et al.*, 2003 (Fig. 3): En las zonas más bajas se encuentran restos de dimensiones similares a *Spheniscus* sp. 2 de Lomas. De la parte más alta de este yacimiento provienen los restos de *S. megaramphus*, caracterizada por su rostrum muy grande en relación al tamaño de su cráneo (Stucchi *et al.*, 2003). Nuevos restos atribuidos a esta especie presentan un esqueleto casi completo (MUSM 800), cuya descripción está en estudio en este momento.

El Jahuay, Aguada de Lomas y Montemar, Fm. Pisco: Aproximadamente 9, 7-8 y 6 Ma., respectivamente (Marocco y Muizon, 1988).

Spheniscus sp. 3; *Spheniscus urbinai* Stucchi, 2002 (Fig. 3): Se presenta restos de un nuevo pingüino (*Spheniscus* sp. 3) de dimensiones menores a *Spheniscus* sp. 2 de Lomas y la parte basal de Montemar Norte, pero mayores a las especies actuales. Asimismo, *S. urbinai*, que se caracteriza por su gran tamaño (el mayor de toda Fm. Pisco) y se diferencia de *S. megaramphus* por tener la forma del rostrum curva y muy ancha en su base (Stucchi, 2002).

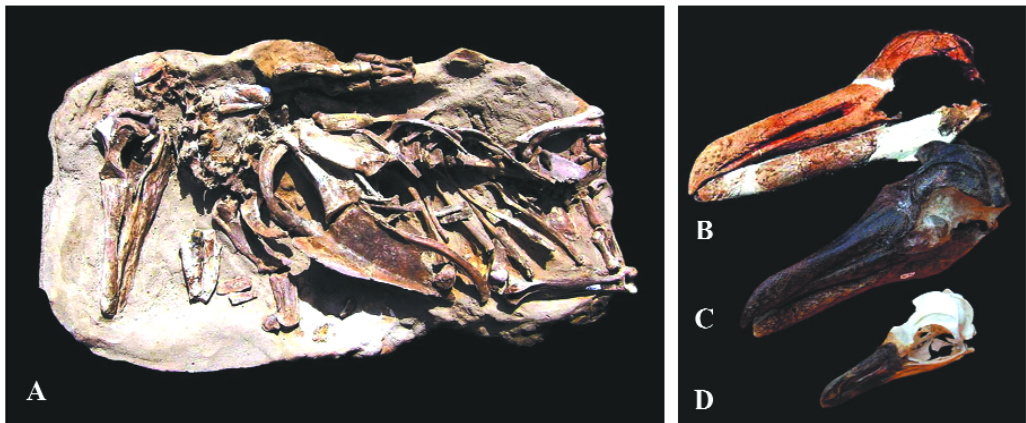


Figura 3. A. *Spheniscus urbinai*, de El Jahuay (MUSM 899). B *Spheniscus megaramphus* Holotipo, de Montemar Norte (MUSM 175). C. *Spheniscus urbinai* Paratipo, de Sacaco Sur (MUSM 269). D. *Spheniscus humboldti*.

Sacaco Sur y Sacaco, Fm. Pisco: Aprox. 5 y 3-4 Ma., respectivamente (Marocco y Muizon, 1988).

Spheniscus urbinai: Sólo se encuentran restos atribuidos a esta especie.

Yauca, Fm. Pisco: Ubicada en los alrededores del pueblo de Yauca; aprox. 2 Ma. (Stucchi, 2003; Muizon *et al.*, 2004).

Spheniscus sp. 4; *Spheniscus humboldti*: El primero corresponde a restos de dimensiones similares a *S. megaramphus*, sin embargo no se le atribuye a esta especie debido a que el material es demasiado escaso para hacer una adecuada equivalencia. *Spheniscus humboldti* son restos de las mismas dimensiones de esta especie y *S. magellanicus* y *S. demersus*, sin embargo, se ha atribuido a la primera de éstas debido a que es la que habita en la actualidad en las costas peruanas.

Si bien el estudio morfológico de los pingüinos fósiles permite entender la evolución y paleoecología del grupo, su nivel de resolución resulta limitado. Entre las especies actuales de pingüinos se observa una estrecha similitud ósea que los puede hacer indistinguibles. Esta semejanza se refleja también a nivel mor-

fométrico, reduciendo el número de índices que permiten la identificación a nivel específico. Por ello, el análisis debe ser exhaustivo y requiere de gran número de especímenes de comparación para que la identificación sea consistente. Utilizando el concepto de actualismo, se corrobora esta afirmación. En las aves modernas, las diferencias morfológicas y morfométricas a nivel intraespecífico pueden ser iguales o mayores a las que se presentan a nivel interespecífico, particularmente al considerar los restos óseos (Zusi, 1975; Stucchi, 2002, 2003). Lo mismo se observa en el registro fósil. Al analizar *Spheniscus chilensis* del Plioceno de Chile (Emslie y Guerra, 2003) se observa que los caracteres diagnósticos (húmero con una fosa profunda en la superficie anconal proximal, proceso ectepicondilar pequeño y agudo, diáfisis relativamente delgada y región distal con o sin fosa pneumática; tibiotarso con foramen distal relativamente más grande y diáfisis distal externa más ancha que todas las especies vivientes de *Spheniscus*; tarsometatarso con surcos anteriores poco profundos debajo de la foramina proximal) se encuentran también en especies actuales como *S. demersus* y *S. humboldti*, luego de revisar una muestra representativa de individuos.

A nivel paleoecológico surge un nuevo problema. Al analizar el ecosistema litoral moderno, podrá notarse que no todos los ambientes son propios para todas las especies de aves, y por ende una playa no necesariamente tiene la misma composición de aves que la playa siguiente (ver Stucchi y Figueroa, 2006). De ahí que la presencia dominante de una especie en un yacimiento no implique necesariamente su dominancia en el ecosistema de la época. Esto lo demuestran además Marocco y Muizon (1988), quienes en base a estudios sedimentológicos y tafonómicos, identificaron diferentes ambientes litorales en la Fm. Pisco: playa poco agitada (Sacaco, Sacaco Sur, Montemar y Cerro La Bruja), playa agitada (Aguada de Lomas, El Jahuay) y arrecifes (Sacaco Sur y Montemar). Esta información resulta fundamental al estudiar e interpretar las paleocomunidades en la Fm. Pisco.

CONCLUSIONES

Los fósiles de *Spheniscus* procedentes de Cerro La Bruja (Fm. Pisco) amplían el registro de *Spheniscus* hasta el Mioceno medio (14-12 Ma). Anteriormente se había reconocido este género en el Mioceno tardío (8-7 Ma) de esta formación con las especies *S. megaramphus* y *S. urbinai* (Stucchi, 2002; Stucchi *et al.*, 2003). Estas especies también se han reportado en la Fm. Bahía Inglesa de Chile (Mioceno medio-Plioceno), sin determinar la edad geológica de cada una (Chávez, 2006). Otros *Spheniscus*, de dimensiones similares a las especies actuales, como *S. chilensis* (Emslie y Guerra 2003) y *S. predemersus* (Simpson 1971; Olson 1983), se conocen en el Plioceno de Chile y Sudáfrica, respectivamente.

En este trabajo, se ha podido determinar la presencia de siete especies de *Spheniscus* en la Fm. Pisco y una especie de Sphenisciforme indeterminado en el límite Chilcatay-Pisco. En la Fm. Pisco se observan cuatro etapas identificadas en base a los taxones de pingüinos presentes (Fig. 2):

1. Cerro La Bruja: caracterizado por la presencia de *Spheniscus* sp. 1 de dimensiones similares a los pingüinos más pequeños de las especies actuales *S. humboldti*, *S. magellanicus* y *S. demersus*.
2. Lomas y Montemar Norte: caracterizado por la presencia de *Spheniscus* sp. 2 en Lomas y la parte basal de Montemar Norte, y *S. megaramphus* en la zona alta de esta última localidad.
3. El Jahuay, Aguada de Lomas, Montemar, Sacaco Sur y Sacaco: caracterizado por la presencia de *Spheniscus urbinai* y *Spheniscus* sp. 3 de tamaño menor a *Spheniscus* sp. 2, *S. megaramphus* y *S. urbinai*.
4. Yauca: caracterizado por la aparición de *Spheniscus humboldti* y la presencia de *Spheniscus* sp. 4, de dimensiones similares a *S. megaramphus*.

Agradecimientos

M. Urbina colectó los fósiles estudiados y permitió su estudio. R. Salas permitió el acceso a las colecciones del MUSM y realizó importantes contribuciones al manuscrito. L. Brand determinó la columna estratigráfica de la Fm. Pisco utilizada en este trabajo. J. Bates permitió el acceso a la colección osteológica de Aves del Field Museum. B. MacFadden, R. Hulbert y D. Steadman a la colección del Museo de la Universidad de Florida y S. Olson al Smithsonian Institution. T. DeVries tuvo activa colaboración en los trabajos de campo y con información sobre el tema. M. Chávez revisó el manuscrito aportando sugerencias. J. Figueroa ayudó en el desarrollo del trabajo y en la revisión del manuscrito. C. Zavalaga permitió el acceso a su colección de cráneos de *S. humboldti*.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. y Stucchi, M. (2005). Nuevos restos de Spheniscidae procedentes de la costa del Perú. *Revista Española de Paleontología*, 20(1): 1-6.
- Clarke, J., Ksepka, D., Stucchi, M., Urbina, M., Giannini, N., Bertelli, S., Narváez, Y. y Boyd, C. (ms aceptado). Paleogene equatorial penguins challenge the proposed relationship between penguin biogeography, body size evolution, and Cenozoic climate change. *Proceedings of the National Academy of Science*.
- Chávez, M. (2006). Revisión de los pingüinos fósiles (Aves: Sphenisciformes) de la formación Bahía Inglesa, III Región, Chile. 1° Congreso Biociencias. 8-10 mayo 2006. Valdivia, Chile.
- Cheneval, J. (1993). L'Avifaune Mio-Pliocène de la Formation Pisco (Pérou). Étude Préliminaire. *Doc. Lab. Géol. Lyon*, 125: 85-95.
- Emslie S. y Guerra, 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(2): 308-316.
- Marocco, R. y Muizon C. de (1988). Los vertebrados del Neógeno de la costa sur del Perú: Ambiente sedimentario y condiciones de fosilización. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, 17 (2): 105-117.
- Marples, B. J. (1952). Early Tertiary penguins of New Zealand. *New Zealand Geological Survey. Paleontological Bulletin*, 20: 1-66.
- Muizon, C. de y DeVries, T. (1985). Geology and paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco area (Peru). *Geologische Rundschau*, 74/3: 547-563.
- Muizon, C. de McDonald, H. G., Salas, R. y Urbina, M. (2004). The youngest species of the sloth *Thalasscnus* (Mammalia, Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24: 387-397.
- Olson, S. (1983). Fossil seabirds and changing marine environments in the Late Tertiary of South Africa. *South African Journal of Science*, 79: 399-402.
- Simpson, G. G. (1971). Fossil penguins from the late Cenozoic of South Africa. *Science*, 171: 1144-1145.
- 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. (2003). Los Piqueros (Aves: Sulidae) de la formación Pisco, Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 95: 75-91.
- Stucchi, M. y Figueroa, J. (2006). La Avifauna de las islas Lobos de Afuera y algunos alcances sobre su biodiversidad, Perú. *Reporte de Investigación N° 2. Asociación Ucumari*, 88 pp.
- Stucchi, M. y Urbina, M. (2005). Las aves fósiles del Terciario marino peruano. VI Congreso Nacional de Ornitología. Lambayeque, Perú.
- Stucchi, M., Urbina, M. y Giraldo, A. (2003). Una nueva especie de Spheniscidae del Mioceno tardío de la Formación Pisco. *Boletín del Instituto Francés de Estudios Andinos*, 32 (2): 361–375.

- Tonni, E. y Tambussi, C. (1986). Las Aves del Cenozoico de la República Argentina. IV Congreso de Paleontología y Bioestratigrafía, 2: 131-142.
- Zusi, R. (1975). An interpretation of skull structure in penguins. En: The Biology of the Penguins. B. Stonehouse (Ed.). University Park Press, 59 - 84.