

ONTOGENIA DEL POSTCRÁNEO DE ARCTOCEPHALUS AUSTRALIS (MAMMALIA, CARNIVORA, OTARIIDAE).

María Inés Pérez García

Depto. de Biología Animal-Sección Zoología-Vertebrados. Facultad de Ciencias, Iguá 4225
Montevideo, Uruguay. agnes@fcien.edu.uy

RESUMEN

Se describen 3 estadios ontogenéticos para el postcráneo de *Arctocephalus australis* según las edades conocidas, la longitud de los huesos largos, el grado de osificación y fusión de las epífisis con la diáfisis. Se presenta la expresión de los caracteres diagnósticos de *Arctocephalus australis* para cada estadio. La comparación de las epífisis en *A. australis* con las de *Canis familiaris* (Fissipedia) mostró algunas diferencias en el coxal, fémur, fibula y calcáneo. Los estadios se relacionaron con el ciclo vital: el estadio 0 corresponde al lactante, el estadio I, con la mayoría de los caracteres de la especie ya desarrollados, corresponde al juvenil de un año. Los estadios II y III son adultos jóvenes y el estadio IV corresponde al final del crecimiento. Se concluye que la identificación de ejemplares de *A. australis* en base a elementos del esqueleto es posible si superan el año de edad.

Palabras clave: Ontogenia, *Arctocephalus australis*, osteology, Otariidae.

ABSTRACT

Ontogeny of skeleton of *Arctocephalus australis* (Mammalia, Carnivora, Otariidae).

Three ontogenetic stages for skeletons of *Arctocephalus australis* are described according to known ages, length of long bones and degree of ossification and fusion of epiphysis to diaphysis. The expression of diagnostic characters of *A. australis* are given for each stage. The comparison of epiphyses between *A. australis* and *Canis familiaris* showed some differences in the os coxae, os femoris, fibula and calcaneus. The stages were related to the life cycle: the stage 0 corresponds to the nursing calf, the stage I corresponds to the yearling, being the majority of the species' characters already developed. The stages II and III are young adults and the stage IV represents the growth fulfilled. In conclusion, the identification of *A. australis* specimens using isolated bones is possible if they are older than one year.

Key words: Ontogeny, *Arctocephalus australis*, osteology, Otariidae.

INTRODUCCIÓN

Arctocephalus australis (lobo fino o de dos pelos) es un otárido utilizado tradicionalmente en la industria peletera, que habita las costas e islas meridionales de Sudamérica (Bonner, 1993). Su dimorfismo sexual se aprecia en el tamaño, dimensiones lineales (dimensiones máximas en

Bonner, 1993, macho: 188,5 cm y 159 kg; hembra: 142,5 cm y 48,5 kg,) y relaciones entre dimensiones lineales en el cráneo y los huesos largos (Ximénez *et al.*, 1984; Lima & Batallés, 1985; Lima, 1985). Se conocen los patrones de su demografía, patrón reproductivo y su crecimiento (Batallés *et al.*, 1990; Lima & Páez, 1995, 1997). Su principal colonia reproductiva está en la Isla de Lobos, en simpatria con *Otaria flavescens* (Shaw, 1800). Estas especies se diferencian habitualmente por aspecto, tamaño (Bonner, 1993; Vaz Ferreira, 1993), morfología craneana (Guzylack & Robineau, 1993; Langguth & Anderson, 1980) y postcraneana (Pérez García, 2003).

Los estudios sobre crecimiento en Pinnipedia generalmente analizan el ajuste del peso y las dimensiones lineales a un modelo matemático (Batallés *et al.*, 1990; Rosas *et al.*, 1993; Lima y Páez, 1995; McLaren, 1993, Winship *et al.*, 2001), su desarrollo fisiológico (Arnould *et al.*, 2003), la proporción de sexos en las crías (Bradshaw *et al.*, 2003), la lactancia (Arnould y Hindell, 2002), la respuesta fisiológica al ayuno (Arnould *et al.*, 2001), la tasa de crecimiento (Brandon *et al.*, 2005, Guinet *et al.*, 1999) pero no describen los cambios morfológicos que ocurren en el esqueleto postcraneano durante ese proceso. En este trabajo se describen los rasgos anatómicos en tres etapas del ciclo de vida de *A. australis*: el lactante (estadio 0), el juvenil durante su segundo año de vida (estadio I), cuando deja de recibir alimentos de su madre y el juvenil que ya ha superado este segundo año de vida (estadio II). Estas descripciones se efectuaron en base a los caracteres ya definidos en Pérez García (2003), que discriminan a los adultos de *A. australis* de *O. flavescens*.

MATERIALES Y MÉTODO

Ejemplares: MNHN 2495, macho, esqueleto completo; MNHN 2950, macho, esqueleto completo; ZVC-M 1787, sexo?, esqueleto apendicular. Isla de Lobos. 1994. A. Le Bas; ZVC-M s/nº, sexo?, esqueleto sin cráneo; ZVC-M 1789, macho, esqueleto sin columna vertebral. Isla de Lobos. 1984. M. Lima. 16 meses. Longitud: 0,92 m. Peso: 9,25 kg.; ZVC-M 1788, macho, esqueleto sin atlas, axis y sacro. Isla de Lobos. 1984. M. Lima. 16 meses. Longitud: 0,98 m. Peso: 13,5 kg.; ZVC-M 1786, sexo?, esqueleto sin atlas, axis y sacro. Isla de Lobos. 1994. A. Le Bas; ZVC-M 3337, macho, esqueleto sin atlas, axis y sacro. Isla de Lobos. 1984. M. Lima. 1 mes. Longitud: 0,61 m; peso: 4 kg.

Se agrupó a los ejemplares en estadios según las edades conocidas, la longitud de los huesos largos, el grado de osificación y fusión de las epífisis con la diáfisis, ya que no formaban una serie completa desde el recién nacido al adulto. El tamaño de la muestra para cada uno de los estadios 0, I y II es similar al de las muestras de machos y hembras analizadas por separado en Rosas *et al.* (1993). El número de ejemplares para cada estadio es similar al de fetos de nutria estudiados por Gottlieb *et al.* (1993) y al total para la primera clase de edad analizados en González (1993).

Se tabuló la expresión de los caracteres diagnósticos de *Arctocephalus australis* según Pérez García (2003) para cada estadio. En las tablas 2 al 26, "s" significa que la estructura es similar a la del adulto, "v", que sólo parte de la muestra presenta el carácter y "?" que el material disponible no permitió su estudio. Los machos alcanzan el 90% de su longitud asintótica entre los 10,5 y los 11,5 años (Batallés *et al.*, 1990), por lo que el adulto debía superar esta edad. La búsqueda de bibliografía no halló antecedentes sobre la ontogenia del postcráneo en esta especie o en otras relacionadas. Para *Canis familiaris* existen datos detallados sobre los puntos

de osificación, epífisis y edades de cierre de las suturas en los huesos del postcráneo. Por eso se consideró una referencia útil para evaluar el orden de cierre de las suturas en *A. australis*.

Los dibujos fueron realizados por la autora, en base a fotografías a color de cada hueso, en una mesa con transiluminación.

RESULTADOS

Los resultados se presentan en forma de Tablas, a continuación:

Tabla I. - Estadios ontogenéticos definidos para *A. australis* y ejemplares correspondientes con su edad cronológica.

Estadio	Edad	Ejemplares
0	1 mes aprox	ZVCM-1786. ZVC-M 3337
I	16 meses	ZVC-M 1789, ZVC-M 1788
II	> 16 meses	ZVC-M 1787
III	> estadio II	MNHN 2950
IV	> 10,5 años	ZVC-M s/nº, MNHN 2495

Tabla II.- Epífisis de la *scapula* y su condición de anquilosis en cada estadio.

<i>Scapula</i>	0	I	II	III	IV
Epífisis en <i>angulus caudalis</i>	libre	libre	?	soldada	soldada
Epífisis en <i>cavitas glenoidalis</i>	libre	libre	?	soldada	soldada

Las epífisis no fueron identificadas.

Tabla III.- Caracteres definidos para la *scapula* y su expresión para cada estadio (ver fig. 1).

	0	I+	II	III-IV
1. Ángulo anterior	si	si	sí	Redondeado o ausente
2. Espina secundaria	sí	sí	sí	curvada
3. Espina secundaria y <i>spina scapulae</i>	sí	sí	Sí	subparalelas
4. Borde libre <i>spina scapulae</i>	sí	sí	Sí	ondulado
5. Desarrollo y ubicación de cresta oblicua	Corta	sí	sí	Más marcada y paralela o próxima al borde

+ En *scapula* derecha de ZVC-M 1789, los caracteres 2 y 3 se expresan como en Otaria.

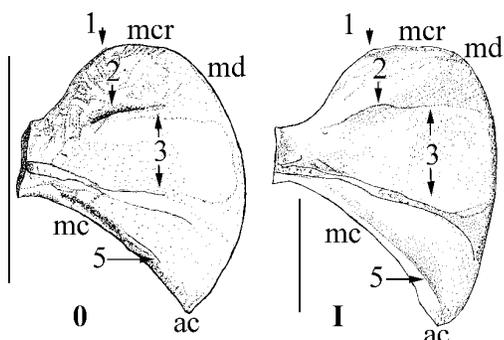


Figura 1: Scapula de los estadios 0 y I, facies dorsalis. mc: ac: angulus caudalis; mc: margo caudalis; mcr: margo cranialis; md: margo dorsalis. N° ver tabla 3. Escala = 5 cm.

Tabla IV.- Epífisis del *humerus* y su condición de anquilosis en cada estadio.

<i>Humerus</i>	0	I+	II	III	IV
Epífisis proximales	libre	libre	libres	soldadas	soldada
Epífisis distal	libre	libre	soldadas	soldadas	soldada

+ epífisis proximales adheridas en el ejemplar ZVC-M 1788.

Tabla V.- Caracteres definidos para el *humerus* y su expresión para cada estadio (ver fig.2).

	0	I	II	III-IV
1. Sulcus intertubercularis cerrado por la proyección del tuberculum majus	?	no	sí	Sí
2. Superficie llana y triangular en facies cranealis del <i>t. majus</i>	?	no	Sí	Sí
3. Límite de la superficie articular del <i>caput humeri</i> (facies caudalis)	?	no	sí	hacia la base del t. majus
4. Convexidad del límite de la superficie articular (facies caudalis)	no	sí	sí	proximal en labio interno de trochlea distal en labio externo de trochlea

Tabla VI.- Epífisis del *radius* y su condición de anquilosis en cada estadio.

<i>Radius</i>	0	I+	II++	III	Adulto*
Epífisis proximal	libre	libre	izq. libre	soldada	soldada
Epífisis distal	libre	libre	soldada	libre	soldada

+En ZVC-M 1788, la epífisis distal derecha está soldada.

++Los límites epífisis-diáfisis forman una cavidad en ZVC-M 1787.

*En MNHN 2495, la epífisis distal izquierda está libre.

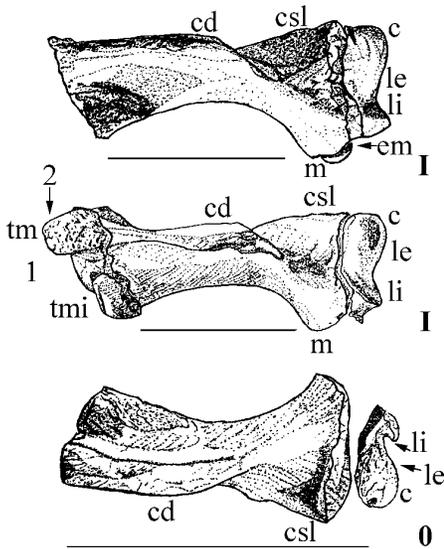


Figura 2: Humerus de los estadios 0 y I, facies cranealis. c: capitulum; cd: cresta deltopectoral; csl: crista supracondylaris lateralis; em: epifisis del epicondylus medialis; le: labio externo de la trochlea humeri; li: labio interno de la trochlea humeri; m: epicondylus medialis; tm: tuberculum majus; tmi: tuberculum minus. N° ver tabla 5. Escala = 5 cm.

Tabla VII.- Caracteres definidos para el radius y su expresión para cada estadio (ver fig. 3).

	0	I	II	III-IV
1) Saliencia del límite distal de circunferencia articularis (margo medialis)	?	no	no	no
2) Tuberositas radii	no	sí	sí	más desarrollado y con depresión asociada
3) Articulación con el labio interno de trochlea humeri, con área triangular y llana, en ángulo craneomedial	?	no	si	área mayor

Figura 3: Radius de los estadios 0 y I, facies medialis. i: incisura ulnaris. Os carpi intermedioradiale, facies palmaris del estadio I. r1 y r2 ver tabla 7; 1 y 3, ver tabla 10. Escala = 5 cm.

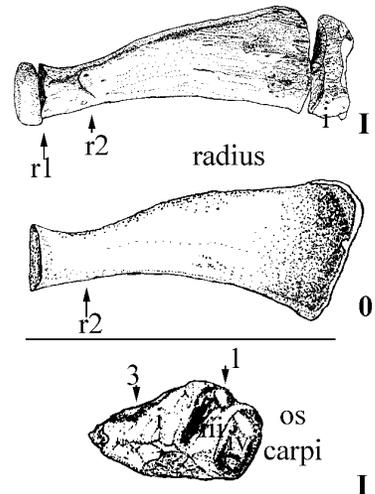


Tabla VIII.– Epífisis de la ulna y su condición de anquilosis en cada estadio.

Ulna	0	I	II++	III	IV
Epífisis proximales	libre	libre	Libres	soldada	soldada
Epífisis distal	libre	libre	Libre	soldada	soldada

++La epífisis proximal ventral está soldada en la ulna derecha de ZVC-M 1787.
No se recuperan las epífisis proximales de la ulna en el estadio I.

Tabla IX.- Caracteres definidos para la ulna y su expresión para cada estadio (ver fig. 4).

	0+	I	II	III-IV
1) Parte medial de la incisura trochlearis	no	no	sí	más cóncava
2) Borde proximal de la parte lateral respecto al borde proximal de la parte medial de la incisura trochlearis	no	sí	sí	distal respecto al de la parte medial
3) Concavidad caudal a la incisura trochlearis (facies medialis)	no	sí	sí	más profunda
4) Área no articular en el límite lateral entre incisuras trochlearis y radialis	no	sí	sí	si
5) Posición de la cresta en la facies lateralis del tuber olecrani	no hay	sí	sí	lejos del extremo caudal del olécranon
6) Protuberancia en la norma medial del olécranon y extroversión del extremo caudal	no	no	sí	Si
7) Circunferencia articularis	?	?	sí	lisa y con límites más claros

+ Los caracteres 3 y 5 se insinúan en ZVC-M 3337.

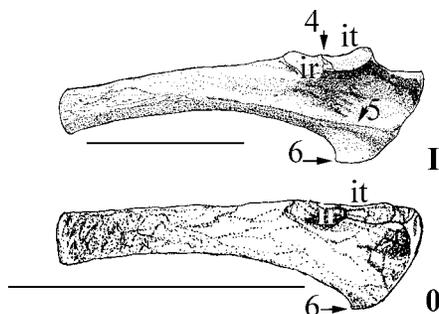


Figura 4: Ulna de los estadios 0 y I, facies lateralis. ir: incisura radialis; it: incisura trochlearis. N° ver tabla 9. Escala = 5 cm.

Tabla X.- Caracteres definidos para el *os carpi intermedioradiale* y su expresión para cada estadio (ver *os carpi intermedioradiale* del estadio I en fig.3).

	0	I	II	III-IV
1) Proceso en el borde lateral de la faceta para el os carpale III (facies palmaris)	?	sí	sí	menos saliente
2) Cresta en el borde distal (facies dorsalis)	?	no	sí	si
3) Borde lateral de la faceta para los os carpale I y os carpale II (facies dorsalis)	?	sí	sí	recto en parte proximal

Tabla XI.- Condición de anquilosis de los huesos integrantes del os coxae en cada estadio.

Os coxae	0	I	II	III	Adulto
Hueso acetabular	?	libre	soldado	soldado	soldado
Ilium	libre	libre	soldado	soldado	soldado
Unión distal ilion-isquion	no	sí	sí	sí	sí

Tabla XII.- Caracteres definidos para el os coxae y su expresión para cada estadio (ver fig. 5).

	0	I	II	III-IV
1) Superficie del borde del corpus ossis ilii ocupada por el <i>area medialis m. recti femoris</i>	no	v	sí	mayor
2) Torsión del pubis	v	sí	sí	si
3) Borde lateral de la <i>ramus caudalis ossis pubis</i>	no	no	no	con "espinas"

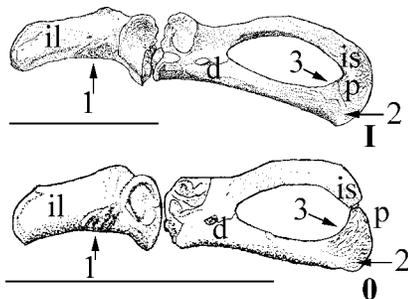
**Figura 5:** *Os coxae* de los estadios 0 y I, facies lateralis. d: foramen diazonal; il: os ilium; is: os ischii; p: os pubis. N^o ver tabla 12. Escala = 5 cm.

Tabla XIII.- Epífisis del *os femoris* y su condición de anquilosis en cada estadio.

<i>Os femoris</i>	0	I+	II	III	Adulto
Epífisis proximales	libres	libres	libres en izq.	soldada	soldada
Epífisis distal	libre	libres	soldada	soldada	soldada

+Las epífisis están adheridas en el *os femoris* derecho de ZVC 1788.

Tabla XIV.- Caracteres definidos para el *os femoris* y su expresión para cada estadio (ver fig. 6).

	0	I	II	III-IV
1) Proyección caudal del <i>trochanter major</i> (norma proximal)	sí	sí	sí	menos notoria
2) Cresta entre <i>caput ossis femoris</i> y <i>trochanter major</i> (en norma caudal)	no	no	sí	si
3) Borde distal de la trochlea ossis femoris	sí	sí	sí	menos marcado
4) Depresión en la norma medial del <i>condylus medialis</i>	?	no	sí	si

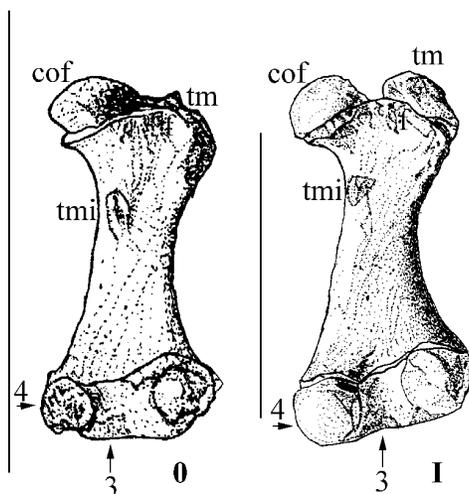


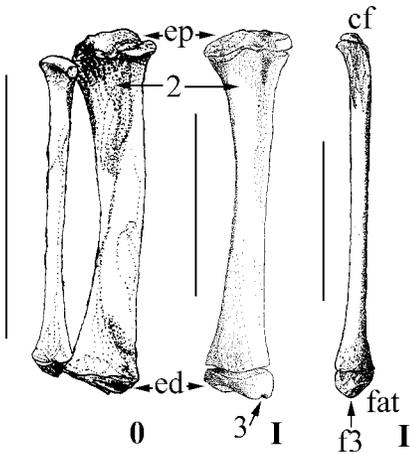
Figura 6: *Os femoris* de los estadios 0 y I, facies caudalis. cof: *caput ossis femoris*; tm: *trochanter majus*; tmi: *trochanter minus*. N° ver tabla 13. Escala = 5 cm.

Tabla XV.- Epífisis de la tibia y su condición de anquilosis en cada estadio.

Tibia	0	I	II	III	Adulto
Epífisis proximal	libre	libre	soldada	soldada	soldada
Epífisis distal	libre	libre	libre en izq.	soldada	soldada

Tabla XVI.- Caracteres definidos para la *tibia* y su expresión para cada estadio (ver fig. 7).

	0	I	II	III-IV
1) <i>Area intercondylaris cranialis</i> y sus forámenes	sin forma	sí	sí	llana forámenes. pocos y dispersos o ausentes
2) Curvatura de la norma caudal	si	si	si	más acentuada
3) Límite de la faceta articular interna de la <i>cochlea tibia</i>	sin forma	si	si	desplazado hacia el ápice del <i>malleolus</i>

**Figura 7:** Tibia y fibula de los estadios 0 y I, facies caudalis. cf: *caput fibulae*; ep: epífisis proximal; ed: epífisis distal; fat: superficie para la faceta articular del talus. N° ver tablas 15 y 16. Escala = 5 cm.**Tabla XVII.-** Epífisis de la *fibula* y su condición de anquilosis en cada estadio.

<i>Fibula</i>	0	I+	II	III	IV
Epífisis proximal	blanda	libre	libre en izq.	soldada	soldada
Epífisis distal	blanda	libre	libre	soldada	soldada
Fusión proximal tibia -fíbula	no	no	sí	sí	sí

+Epífisis adheridas en ZVC-M 1788 (ver fíbula en fig. 7).

Tabla XVIII.- Caracteres definidos para la *fibula* y su expresión para cada estadio (ver fig. 7).

	0	I	II	III-IV
1) Relación entre <i>caput fibulae</i> y <i>malleolus lateralis</i>	?	no	sí	tamaño similar
2) Cresta en <i>margo lateralis</i> del extremo distal	sí	sí	sí	menos pronunciada
3) Extremo del <i>malleolus lateralis</i>	?	sí	sí	asimétrico

Tabla XIX.- Caracteres definidos para el *talus* y su expresión para cada estadio (ver fig. 8).

	0	I	II	III-IV
1) Ligera extensión de <i>trochlea tali</i> hacia la facies medial	si	si	si	si
2) Forámenes en el área deprimida dorsal del collum	no	no	no	no
3) Área con numerosos forámenes en corpus tali (norma medial)	no	no </td <td>no</td> <td>no</td>	no	no
4) Tubérculo medial a la faceta ectal (facies plantaris)	no	si	si	más prominente
5) Límite dorsal de la facies articularis navicularis	sin cresta	sin cresta	si	con inflexión de convexidad distal y cresta adyacente, separadas por depresión
6) Extremo de la apófisis lateral	sin forma	no	si	cóncavo
7) Límite proximal de la faceta ectal	sin forma	si	si	con una saliencia
8) Depresión adyacente al borde distal de la faceta ectal	no	si	como en <i>A. tropicalis</i>	si
9) Borde distal f. ectal visible en norma distal	sin forma	no	no	no
10) Borde proximal faceta sustentacular visible en norma proximal	sin forma	si	si	si

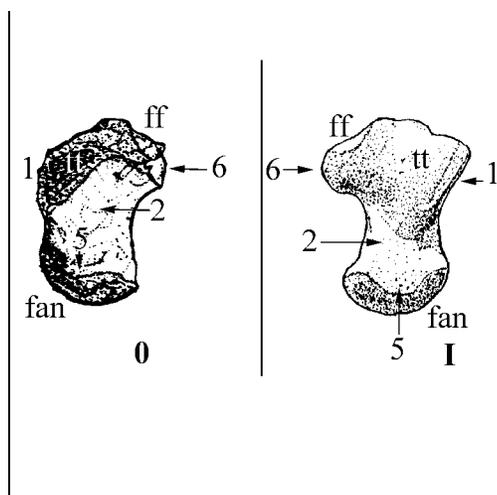
**Figura 8:** *Talus* de los estadios 0 y I, facies dorsalis. fan: facies articularis navicularis; ff: faceta fibular; tt: trochlea tali. Nº ver tabla 19. Escala = 5 cm.

Tabla XX.- Epífisis del calcáneo y su condición de anquilosis en cada estadio.

Calcáneo	0+	I++	II	III	IV
Epífisis proximal	libre	libre	libre	soldada	soldada

+ epífisis no conservada.

++Sólo se conservó la epífisis adherida del *calcaneus* derecho de ZVC-M 1789.

Tabla XXI.- Caracteres definidos para el *calcaneus* y su expresión para cada estadio (ver fig. 9).

	0	I	II	III-IV
1) Vértice dorsal en tuber calcanei	no	no	no	No
2) Zona distal al límite distal de la faceta ectal (norma lateral)	no	no	cóncava	cóncava
3) Límite facies dorsalis de apófisis lateral en posición medial al punto más externo de apófisis	no	no	no	No
4) Borde dorsal de la facies articularis cuboidea	más redondeado	más redondeado	más agudo	más agudo
5) área medial a la facies articularis cuboidea	sobresale menos	sobresale menos	sobresale más	sobresale más

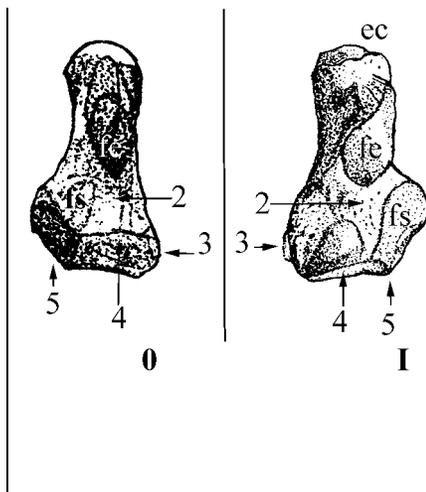


Figura 9: *Calcaneus* de los estadios 0 y I, facies dorsalis. ec: epífisis del tuber calcanei; fe: faceta ectal; fs: faceta sustentacular. N^o ver tabla 21. Escala = 5 cm.

Tabla XXII.- Elementos de las vértebras y su condición de anquilosis en cada estadio.

	0	I	II	III-IV
1) <i>Arcus dorsalis</i> separado del <i>corpus vertebrae</i> .	sí	no	no	No
2) <i>Arcus dorsalis</i> dividido	algunos	no	no	No
3) epífisis del <i>corpus vertebrae</i> libres	sí	sí	?	No

Tabla XXIII.- Caracteres definidos para el atlas y su expresión para cada estadio.

	0	1	2	III-IV
1) Estrías en la fovea articularis cranialis, que se originan en una depresión	?	no	?	sí
2) Ángulo entre fovea dentis y norma caudal del arcus ventralis	?	no	?	notorio
3) Norma caudal del arcus ventralis	?	levemente convexa	?	cóncava

Tabla XXIV.- Caracteres definidos para el axis y su expresión para cada estadio.

	0	1	2	III-IV
1) canal transversal a la cresta dorsal del <i>corpus vertebrae</i>	?	no		foramen en montado
2) Superficie dorsal del extremo caudal del <i>processus spinosus</i>	?	convexa		llana
3) Proyección craneal del <i>processus spinosus</i>	?	sí		hasta la base del dens
4) Faceta del <i>processus articularis cranialis</i>	?	rectangular		semicirculares
5) Curva del borde ventral de la faceta del <i>processus articularis cranialis</i>	?	abierta		cerrada

En *Otaria*, 4 es rectangular.

ESTADIOS ONTOGENÉTICOS

Estadio 0 (lactante): se caracteriza por la falta de anquilosis del arcus dorsalis y epífisis de los huesos largos y calcaneus de los miembros; la falta de osificación de las epífisis; los huesos del os coxae separados, la fibula libre y el hueso acetabular, pequeño en Pinnipedia y Carnivora (Lessertisseur & Saban, 1967: 848) no osificado (ZVC-M 1786 conserva tejido blando en su posición).

No se hallaron epífisis osificadas del radius o de la ulna; en el perro, los puntos de osificación de las epífisis del radius aparecen durante el primer mes de vida. La osificación distal en la ulna comienza entre los 28-42 días y la proximal a los 49 días en el perro. El os coxae de ZVC- M 3337 es ligeramente más pequeño que el de ZVC - M 1786 y los extremos distales del isquion y pubis están claramente separados, posiblemente ZVC - M 1786 superara el mes de edad de ZVC- M 3337. En ZVC-M 1786, una lámina del pubis forma la mayor parte del extremo distal, que para Murie (1874) es la unión del os pubis con el os ischii. Este hueso tiene una epífisis distal y se interpreta que hay otra en la *crista iliaca*. En el perro, los puntos de osificación principales del ilion, isquion y pubis aparecen durante el desarrollo embrionario, pero el del hueso acetabular, surge a los 13 días de vida. El pubis sólo tiene un punto de osificación, pero en el isquion hay otro para la tuberosidad isquiática, que tiene una epífisis.

Los elementos óseos del estadio 0 son proporcionalmente más anchos que los del estadio I (ver figuras 1-9). La osificación de las epífisis proximales y distales es parcial en humerus, os femoris, tibia, fíbula y calcaneus. Las superficies articulares del talus, calcaneus y ulna no tienen la forma del adulto. La mayoría de los caracteres propios de la especie no están desarrollados o no pueden observarse (ver tablas 1 a 24).

Los restos de tejido blando en el esqueleto de ZVC - M 1786 conectan a las epífisis distal del húmero derecho, epífisis proximal y distal de tibia izquierda y os femoris derecho con sus diáfisis. El borde de tejido blando en el margo dorsalis de la escápula derecha, podría corresponder a la epífisis presente en *A. tropicalis*. El os carpi intermedioradiale no se recuperó. En el perro, está constituido por tres huesos que completan su soldadura a los 3 meses (Lessertisseur & Saban, 1967: 348, 350).

La cabeza, trocánter mayor y extremo distal del fémur presentan una epífisis; en el perro se agrega otra para el trocánter menor (Lessertisseur & Saban, 1967: 350). El trocánter menor es un tubérculo. La epífisis de la cabeza no tiene contacto con la del trocánter mayor. La fosa trocantérica está en la diáfisis y parece más notoria que en el estadio I. La cresta del carácter 2 corresponde al límite epífisis-diáfisis. La epífisis distal osificada constituye la *trochlea ossis femoris* y las caras medial del cóndilo externo y lateral del interno. La fosa intercondílea es mucho más ancha que los cóndilos. Los puntos de osificación de los trocánteres aparecen en el perro a los 49 días, el de la cabeza a los 10, y la epífisis distal a los 12-21 días.

Las epífisis de la tibia tienen forma de lente biconvexa, porque los extremos de la diáfisis son cóncavos en ZVC-M 3337. La fossa tibial no aparece. La fíbula izquierda de ZVC-M 1786 está unida a la tibia por tejido blando.

Las superficies ectal y sustentacular del talus apenas se diferencian de la superficie del hueso. El tubérculo medial a la faceta ectal está poco marcado (carácter 4), porque la faceta ectal es más llana que en los estadios I y II. Las facetas sustentacular y para el navicular, cubiertas por tejido en ZVC-M 1786, tienen un contacto mucho más amplio que el estadio I o II. La trochlea no tiene el surco que la recorre en los estadios I y II. En ZVC-M 1786, el tejido seco del calcaneus forma una faceta ectal similar a la del estadio I y existe una epífisis distal blanda.

Estadio I (16 meses): el esqueleto presenta mayor osificación que en el estadio 0, su forma general es similar a la adulta, pero conserva epífisis libres en los huesos largos (ver tablas 2, 4, 6, 8, 15, 17) y cortos (tabla 20), algunos de los caracteres de la especie no están

presentes (ver tabla 5, 7, 9, 10, 12, 14, 18, 19, 21,22, 23, 24), el hueso acetabular está osificado, pero la fíbula no está unida a la tibia.

El *humerus* tiene dos epífisis proximales, una que incluye sólo al *trocanter minus* y otra a los *trocanter majus* y *caput*. El *epicondylus medialis* tiene una epífisis independiente de la epífisis distal del húmero. En el perro, los puntos de osificación corresponden a la cabeza, gran tubérculo, *epicondylus medialis*, *trochlea humeri*, *capitulum*, *epicondylus lateralis* y diáfisis, pero las epífisis son proximal, distal y del *epicondylus medialis* (Lessertisseur & Saban, 1967: 348, 350). Las epífisis distal y del *epicondylus medialis* se sueldan entre sí antes que con la diáfisis. En este estadio de *A. australis*, las une entre sí un tejido blando.

La cresta en la facies lateralis del *radius* adulto aparece en este estadio, pero no las dos crestas dorsales a aquélla que están en el adulto. La incisura ulnaris no tiene contorno definido. El proceso coronoideo de la ulna es comparable al de los adultos. Sólo ZVC-M 1789 conserva el *os carpi intermedioradiale*. El *os coxae* tendría una epífisis en la *crista iliaca* y otra en el extremo distal. Esta epífisis correspondería al pubis (ver figura 5 y descripción del estadio 0) y no sería homóloga del *tuber ischiadicum* del perro. Los bordes del *tuber sacrale* y de la facies auricularis coinciden en la *spina iliaca dorsalis caudalis*, como en *A. tropicalis*. Se reconoce el *pecten ossis pubis*. El hueso acetabular tiene sección de lente biconvexa. Su posición en el acetabulum de Otaria es similar (Lessertisseur & Saban, 1967a: 847, fig. 617). ZVC-M 1789 sólo conserva el izquierdo, con una prolongación que alcanza el cuerno posterior de la facies lunata. Los huesos del *os coxae* del perro sueldan entre los 150 días y seis meses y las epífisis de la *crista iliaca* y del *tuber ischiadicum* entre los 18 y los 24 meses.

Las epífisis de la cabeza y del trocánter mayor del fémur continúan claramente separadas. El trocánter menor es una superficie rugosa. Los cóndilos son más salientes y menos divergentes entre sí que en el estadio 0. Su superficie articular es claramente reconocible. La *fossa intercondylaris* es tan ancha como los cóndilos. En norma distal, describe una concavidad más aguda que en el estadio 0. La tibia tiene *fossa tibial* y el *margo cranialis* más marcado que en el estadio 0. Los contornos del *area intercondylaris cranialis* y la *facies articularis proximalis* son menos nítidos que en el estadio II. Los surcos para los tendones en las epífisis distales son menos profundos. En las diáfisis, las crestas que los separan solamente se insinúan. Los rasgos de la *cochlea tibial* están menos marcados que en el estadio II. La *fíbula* es recta, al contrario que en los estadios III y IV, pero su sección es triangular. La epífisis proximal no cubre todo el extremo de la diáfisis. El *talus* tiene el surco que en adultos separa las facetas ectal y sustentacular. Ambas facetas están más deprimidas que en el estadio III. Las facetas de ZVC-M 1789 están mejor delimitadas que las de ZVC-M 1788. La faceta fibular es llana. La faceta para el navicular, a la altura de su límite proximal, es más estrecha que en los adultos. La epífisis proximal del *calcaneus* es cordiforme y no cubre todo el extremo del *tuber calcanei*. El área medial (carácter 5 en tabla 21) no está tan delimitada como en el estadio III. La superficie de la apófisis lateral no tiene surco y sugiere que tenía una epífisis. El *calcaneus* en el perro tiene dos puntos de osificación y una epífisis en el *tuber calcanei* (Lessertisseur & Saban, 1967: 349-350).

Estadio II (mayor de 16 meses): la mayoría de las epífisis están soldadas, está presente la mayoría de los caracteres de la especie y la fíbula, curvada, está unida a la tibia, como es usual en Pinnipedia (Lessertisseur & Saban, 1967:899).

ZVC-M 1787 es más pequeño que ZVC-M s/n° (estadio IV). Sólo se cuenta con el húmero

izquierdo de ZVC-M 1787. Usando como referencia el estadio I, es posible reconocer los límites de las epífisis distal y del *epicondylus medialis*, más notorios en éste. La incisura ulnaris está en relieve y tiene borde nítido. La facies articularis carpea es más cuadrangular en ZVC-M 1787 que en el estadio I. El olécranon tiene dos epífisis, una ventral y otra dorsal, que también comprende el extremo proximal de la cresta lateral. En el perro, sólo hay un punto de osificación proximal y la epífisis es única (Lessertiseur & Saban, 1967: 348, 350). La epífisis proximal suelda a los 37 semanas y la distal a las 47 en el perro.

Las epífisis proximales del fémur se contactan. El *trochanter minus* es un área rugosa. Las crestas que limitan los surcos para los tendones aparecen claramente marcadas en la diáfisis de la tibia. El *sulcus tali* del *talus* es profundo y no puede apreciarse el carácter 8 (tabla 19), como en *A. tropicalis*. En el *calcaneus*, el surco para el tendón de Aquiles es más notorio que en el estado I. La faceta ectal se extiende más sobre el tuber calcanei en ZVC-M 1789 (estadio I) que en ZVC-M 1787. Existen ligeras diferencias entre ZVC-M s/n° y ZVC-M 1787 en el tuberositas radii, facies articularis carpea de la ulna y en el carácter 1 del os carpi intermedioradiale.

Estadios III y IV: La osteología de estos estadios es la que se describe en Pérez García (2003). Los cóndilos del fémur son paralelos. La *fossa intercondylaris* es más estrecha que los cóndilos. El surco de la apófisis lateral del calcaneus es más marcado en ZVC-M s/n° que en ZVC-M 1787. La faceta fibular del talus es cóncava en el estadio III. En *A. australis* 2950 una línea separa los cuerpos de la primera y segunda sacrales.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La descripción osteológica del adulto comparada con *A. australis* presentada en Pérez García (2003), es el estadio final de la ontogenia y la referencia con la cual comparar a los juveniles. En el esqueleto mammaliano, el crecimiento implica el aumento de la longitud, de su osificación, el desarrollo de las áreas de inserción muscular y la soldadura de las epífisis con la diáfisis. La falta de desarrollo de estas estructuras es muy clara en el estadio 0 (~1 mes), cuyas epífisis libres están parcialmente osificadas. Las figuras 1-9 muestran también el notable cambio de proporciones en los elementos óseos entre este estadio y el I (16 meses). El ejemplar ZVC-M 3337 tiene dos epífisis sueltas en forma de lágrima y con forámenes en su superficie, que pueden corresponder a la que cubre cabeza y tubérculo mayor en el húmero del estadio I. En el estadio I, las proporciones y el aspecto general son similares a las del adulto. En todas las epífisis, la osificación está más avanzada que en el estadio precedente y es posible identificar con más claridad sus facetas articulares. Las principales diferencias entre el estadio II y el adulto son las epífisis libres en aquel. Aunque las epífisis en el estadio IV están completamente soldadas, su comparación con los estadios precedentes permite reconocer sus límites.

Los huesos del estadio 0 muestran contornos y facetas muy poco definidas. Muchos de los caracteres que diferencian a *A. australis* de *O. flavescens* están en las epífisis o se relacionan con masas musculares (Pérez García, 2003). Su ausencia en este estadio se explica por la poca osificación de las epífisis y el escaso desarrollo de la musculatura en el caso de los caracteres relacionados con masas musculares (1-5 en escápula; 3 en húmero; 2 en radius; 3, 5 y 6 en ulna; 2 y 3 en os coxae; 2 y 5 en talus).

En el estadio I (16 meses), la mayoría de los caracteres tiene la expresión típica del género. Esto puede reflejar tanto el mayor desarrollo muscular como la osificación de las epífisis, que es incompleta solamente en el fémur y fibula. Esta situación explica que la fibula no esté soldada a la tibia y que el carácter 1 en la fibula no se exprese como en el adulto. Las tablas muestran que los caracteres de cada hueso no adquieren su expresión adulta al mismo tiempo (tablas 9, 10, 12, 15).

El estadio II tiene las epífisis completamente osificadas y la fibula unida a la tibia. En los estadios III y IV se completa el crecimiento del esqueleto.

McLaren (1993) reconoce tres etapas en el crecimiento de un otárido: una prenatal, otra entre el nacimiento y el destete y otra posterior al destete. Cada una tiene su propia velocidad de crecimiento. El crecimiento en longitud prenatal es lineal y entre el nacimiento y el destete es casi lineal en los otáridos (McLaren, 1993: 6). La aceleración del crecimiento en el primer año lleva a McLaren (1993) a no usar los datos de este año para ajustar la ecuación que propone para describir el crecimiento. Es decir, que una vez transcurrido el primer año y el destete, el crecimiento continúa a un ritmo constante y no lineal. Los ejemplares disponibles para este trabajo corresponden a la segunda y tercera etapas. La lactancia en *A. australis* dura 8-12 meses (Trillmich & Mayluf, 1981 fide Riedman, 1990; Trillmich *et al.*, 1986 fide Riedman, 1990). El estadio 0 corresponde a la etapa que transcurre entre el nacimiento y el destete. La falta de osificación indica que el cartílago es muy importante en el esqueleto, lo que permitiría el rápido ritmo de crecimiento propio de esta etapa.

Luego del destete, seguiría una etapa con un ritmo de crecimiento constante. A esta etapa corresponden los estadios I a IV. El estadio I es inmediatamente posterior al destete y sus diferencias de tamaño y forma con el 0 son muy claras. Durante el primer año, los huesos han crecido en longitud, pero la diferencia más notoria con la etapa anterior es la adquisición de una morfología y proporciones similares a la adulta. Esto puede atribuirse a la necesidad del animal de obtener su alimento, una vez terminada la lactancia, porque en Otariidae, una vez producido el destete, no hay cuidados maternos. (Bonner, 1984, fide Arnould *et al.*, 2003). Sin embargo, las crestas y facetas articulares en el estadio I todavía no alcanzan la morfología del adulto (ver *radius*, fémur, *talus* en Resultados) y las epífisis de fémur y fibula no están totalmente osificadas.

En *A. australis*, los machos pasan a la categoría de territoriales a los 8 años, y al controlar un territorio, pueden reproducirse. En este momento, habrían alcanzado el 83 % del largo asintótico. Entre los 10,5 y 11, 5 años, alcanzan el 90% del largo asintótico (Batallés *et al.*, 1990). Esto sugiere que el macho continúa su crecimiento después de alcanzar la posición de reproductor. El ejemplar ZVC-M 1787, con sus epífisis libres y su morfología adulta, podría ser un macho reproductor, que todavía no había completado su crecimiento. Los estadios III y IV, adultos desde la perspectiva ósea, también deben ser machos reproductivos. Su edad debía superar los 10,5-11,5 años, porque la soldadura de las epífisis implica la terminación del crecimiento en longitud.

La comparación entre *A. australis* y *C. familiaris* muestra algunas diferencias. Las epífisis presentes en general corresponden a puntos de osificación que existen en *C. familiaris*, pero no hay una equivalencia exacta: la epífisis distal del os coxae está en el pubis en *A. australis* y en el isquion en *C. familiaris*, el trocánter menor tiene una epífisis en el perro que no existe en *A. australis*, el olecranon tiene una epífisis en el perro y dos en *A. australis*. Pese a estas diferencias, probablemente el orden de cierre de las suturas en los huesos largos sea similar.

En la epífisis distal del *humerus*, el punto de osificación de la *trochlea humeri* en el perro aparece a los 20-25 días y el del *capitulum*, a los 15-20 (Lessertisseur & Saban, 1967: 348). En *A. australis* podría ocurrir un proceso similar, porque el labio interno de la *trochlea humeri* está poco formado respecto al labio externo y al capítulo. En el perro, las epífisis del extremo distal y del *epicondylus medialis* del *humerus* se sueldan entre sí antes que con la diáfisis. En el estadio I, no están soldadas entre sí ni con la diáfisis. En el estadio II, ambas están soldadas con la diáfisis, es probable que el paso intermedio fuera la soldadura entre sí, como el perro, pero no hay ejemplares que lo confirmen. La falta del os *carpi intermedioradiale* en el estadio 0 puede deberse a un problema de colecta, porque sólo está en ZVC-M 1789 del estadio I. Otra posibilidad es que no estuviera mineralizado o que estuviera formado por varios elementos óseos, como sucede en el perro antes del tercer mes, y que estos pequeños huesos no se recuperaran. En Resultados, se identificó el hueso acetabular en el estadio 0 con tejido blando que se encuentra en el mismo lugar donde se lo halla en el estadio I. Su presencia como tejido blando se debería a que, como en el perro, su osificación comenzaría después de la del *ilion*, *isquion* y *pubis*. El poco desarrollo del primer trocánter del fémur puede indicar que, como en el perro, es la última epífisis del fémur en comenzar su osificación. En el *calcaneus* del perro la única epífisis es la del *tuber calcanei*, pero podría haber otra en *A. australis*.

La identificación de restos óseos de subadultos es posible si los animales al momento de su muerte superaban el año de vida. El crecimiento rápido durante la lactancia en *A. australis* implica el desarrollo de la mayoría de las características óseas propias de la especie. Algunos rasgos que no tienen valor diagnóstico, pero están vinculados a la miología, aparecen en los estadios siguientes. El esqueleto de *A. australis* presenta notables diferencias con el de los Carnívora terrestres, como el perro, pero ambas especies tienen las mismas epífisis en los mismos huesos, con pocas excepciones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a M. Clara y A. Le Bas por sus correcciones y por facilitar bibliografía, a M. Meneghel por corregir el abstract y a la sección de Entomología por el préstamo de su mesa de dibujo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnould, J.P.Y.; Green, J. A. y Rawlins, D. R. 2001. Fasting metabolism in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 129: 829-841.
- Arnould, J. P. Y. & Hindell, M. A. 2002. Milk consumption, body composition and pre-weaning growth rates of Australian fur seal (*Arctocephalus pusillus doriferus*) pups. *Journal of Zoology* 256: 351-359.
- Arnould, J. P. Y.; Luque, S. P.; Guinet, C.; Costa, D. P.; Kingston, J. & Shaffer, S. A. 2003. The comparative energetics and growth strategies of sympatric Antarctic and subantarctic fur seal pups at Îles Crozet. *The Journal of Experimental Biology* 206: 4497-4506.

- Batallés, L. M.; Pin, O. & Lima, M. 1990. Estudio del crecimiento del lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en Isla de Lobos, Uruguay. *Frente Marítimo* 7 (sección A): 69-73.
- Bonner, W. N. 1993. Southern Fur Seals *Arctocephalus* (Geoffroy Saint-Hilaire and Cuvier, 1826). En S. H. Ridgway y R. J. Harrison (Eds.) *Handbook of Marine Mammals Volume 1 The Walrus, Sea Lions, Fur Seals and Sea Otter*, pp. 161-208. Academic Press, London.
- Bradshaw, C. J. A.; Harcourt, R. G. & Davis, L. S. 2003. Male-biased sex ratios in New Zealand fur seal pups relative to environmental variation. *Behavioral ecology and sociobiology* 53: 297-307.
- Brandon, E. A.A.; Calkins, D. G.; Loughlin, T. R. & Davis, R. W. 2005. Neonatal growth of Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*) pups in Alaska. *Fishery Bulletin* 103 (2): 246-257.
- Guinet, C.; Goldsworthy, S. D. & Robinson, S. 1999. Sex differences in mass loss rate and growth efficiency in Antarctic fur seal (*Arctocephalus gazella*) pups at Macquarie Island. *Behaviour Ecology Sociobiology* 46: 157-163.
- González, S. 1993. Estudio craneométrico de la liebre (*Lepus* sp.) introducida en el Uruguay (Lagomorpha: Leporidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 2ª época 8: 304-312.
- Gottlieb, S.; Quesada, F.; Corte, S. & Rama, F. 1993. El esqueleto fetal de la nutria (*Myocastor coypus*, Molina 1782) coloreado con alizarina-alcian blue. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* 2ª época 8: 313-317.
- Guzylack, S. & Robineau, D. 1993. Détermination du crâne des Pinnipèdes actuels. *Mammalia*, 57 (1): 99-114.
- Langguth, A. & Anderson, S. 1980. *Manual de identificación de los mamíferos de Uruguay*. Universidad de la República, Montevideo. 65 pp.
- Lessertisseur, J. & Saban, R. 1967. Squelette appendiculaire. En P. Grassé, (Ed.) *Traite de Zoologie. Anatomie, Systematique, Biologie Mammiferes, Tegument et Squelette*, Tome XVI, Fascicule I, pp. 709-1078. Masson, Paris.
- Lima, M. 1985. Estudio biométrico comparativo entre machos y hembras del lobo fino sudamericano *A. australis*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Humanidades y Ciencias. 48 pp.
- Lima M. & Batallés, L. M. 1985. Análisis estadístico sobre las relaciones craneales en el lobo sudamericano *A. australis* (Zimmerman, 1783). *ILPE: Industria Lobera y Pesquera del Estado Contribuciones Científicas* 1 (1): 1-10.
- Lima, M. & Páez, E. 1995. Growth and reproductive patterns in the South American fur seal. *Journal of Mammalogy* 76 (4): 1249-1255.
- Lima, M. & Páez, E. 1997. Demography and population of South American fur seals. *Journal of Mammalogy* 78 (3): 914-920.
- McLaren, I. A. 1993. Growth in pinnipeds. *Biological Reviews* 68: 1-79.
- Murie, J. 1872. Researches upon the Anatomy of the Pinnipedia. Part II. Descriptive anatomy of the sea lion (*Otaria jubata*). *Transactions of the Zoological Society of London* 7 (8): 527-596.
- Murie, J. 1874. Researches upon the Anatomy of the Pinnipedia. Part III Descriptive Anatomy of the Sea-lion (*Otaria jubata*). *Transactions of the Zoological Society of London* 8 (9): 501-582.
- Pérez García, M. I. 2003. Osteología comparada del esqueleto postcraneano de dos géneros

de Otariidae del Uruguay. Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay 2^º época 14: 1-16.

- Riedman, M. 1990. The Pinnipeds. Seals, Sea Lions, and Walruses. University of California Press, Berkeley. 462 pp.
- Vaz Ferreira, R. 1993. South American Sea Lion *Otaria flavescens* (Shaw). En Ridgway, S. H. y Harrison, R. J. (Eds.) Handbook of Marine Mammals Volume 1 The Walrus, Sea Lions, Fur Seals and Sea Otter, pp. 39-65. Academic Press, London.
- Winship, A. J.; Trites, A. W. & Calkins, D. G. 2001. Growth in body size of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*). Journal of Mammalogy 82 (2):500–519.
- Ximénez, I.; Lima, M.; Ponce de León, A.; Batallés, L. M. & Malek, A. 1984. Estudio estadístico de relaciones craneales en el “lobo fino” sudamericano *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). ILPE:Industria Lobera y Pesquera del Estado Anales 1: 1-33.