

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**DISTRIBUCIÓN ARTERIAL DE CABEZA Y CUELLO EN EL LOBO MARINO
SUDAMERICANO (*Arctocephalus australis*)**

por

**CASTAINGDEBAT RAMIREZ, Armando
ETCHEVERRY BRAGA, Manuel José
GAMBETTA GARCÍA, Joaquín**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2019**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dra. Dellis Dos Santos

Segundo miembro (Tutor):

Dr. Martin Lima

Tercer miembro:

Cuarto miembro (Co-tutor):

MSc. Lic.Enrique Páez

Quinto miembro (Co-tutor):

Lic.Victor Ezquerra

Fecha:

noviembre de 2019

Autores:

CASTAINGDEBAT RAMIREZ, Armando

ETCHEVERRY BRAGA, Manuel José

GAMBETTA GARCÍA, Joaquín

AGRADECIMIENTOS

- **A Facultad de Veterinaria por los conocimientos, experiencias y amistades adquiridas.**
- **A Profesores y funcionarios de Facultad de Veterinaria que nos guiaron en este camino.**
- **A docentes y Profesionales de libre ejercicio de OPA Norte 2016 por compartir sus conocimientos y experiencia.**
- **DINARA, especialmente a nuestro co-tutor MSc. Lic. Enrique Páez.**
- **Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela (UdelaR), y muy especialmente al Lic. Víctor Ezquerra.**
- **A la Cátedra de Anatomía y a todos sus integrantes.**
- **Dra. Sol Andrés Luque, por su colaboración en detalles informáticos.**
- **A María Emilia Lanza por ayudarnos con los últimos detalles**
- **A nuestro tutor de tesis Dr. Martín Lima, por su gran compromiso, dedicación, paciencia y por sobre todas las cosas el empuje y las ganas que le puso a este trabajo.**
- **A nuestros compañeros de ruta de todos estos años, con quienes además de compartir años de carrera, compartimos momentos inolvidables que han forjado grandes amistades que duraran toda la vida.**
- **Por últimos, nuestras familias, por estar al lado nuestro en los momentos buenos y de los otros en este largo camino, que no fue nada fácil pero que siempre encontramos en ellos sostén cuando más lo necesitábamos.**

TABLA DE CONTENIDOS

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS	5
RESUMEN.....	6
SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS	13
Objetivos generales	13
Objetivos específicos	13
HIPOTESIS	14
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	33
MAPEO TRIDIMENSIONAL DE LAS ARTERIAS DE CABEZA Y CUELLO	37
BIBLIOGRAFÍA.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de lobo marino sudamericano (sombreado de color naranja) y principales colonias reproductivas, (puntos negros) (Baylis, 2019)..	9
Figura 2 Isla Rasa Cabo Polonio	10
Figura 3 Vista ventral de tórax.	18
Figura 4 Vista ventral de tórax.	19
Figura 5 Tomografía computada de tórax.	20
Figura 6 Tomografía computada axial, corte transversal de cuello. Vista caudal.	21
Figura 7 Vista ventrolateral izquierda de cuello.	22
Figura 8 Vista ventro lateral izquierda de cuello.	22
Figura 9 RX latero lateral de tórax y cuello.	23
Figura 10 Vista ventrolateral derecha de cuello.	24
Figura 11 Vista ventro lateral izquierda de cuello.	24
Figura 12 Vista lateral izquierda de cabeza y cuello.	26
Figura 13 Vista lateral izquierda de cabeza.....	27
Figura 14 Vista ventral del encéfalo.....	28
Figura 15 Vista lateral izquierda de cabeza.....	29
Figura 16 Vista lateral izquierda de cabeza.....	30
Figura 17 Vista lateral izquierda de la cabeza.....	31
Figura 18 Vista lateral derecha de la cabeza.....	31
Figura 19 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista ventral.	37
Figura 20 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista lateral.....	38
Figura 21 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista ventral.	39

RESUMEN

El lobo marino sudamericano, (*Arctocephalus australis*), (Zimmermann, 1783), es el pinnípedo con mayor número de individuos presentes en el Uruguay. Se han realizado pocos trabajos de investigación sobre la anatomía vascular de los Otariidae. Los objetivos de este trabajo fueron describir la distribución arterial de la región de la cabeza y cuello y generar un mapeo tridimensional de las arterias de dichas regiones. Para la realización del estudio se utilizaron 20 animales juveniles muertos por causas naturales. Los animales procedieron de Isla e Islote de Lobos (Maldonado) y de la Isla Rasa, (Cabo Polonio, Rocha). El método de estudio fue por disección simple sobre animales frescos o fijados en formol al 10%, a los mismos se les había inyectado previo a la disección látex coloreado con tinta roja, en la arteria carótida derecha. A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías, radiografías y tomografías computadas para su documentación, estudio y discusión. El lobo fino presentó un tronco braquiocefálico y una arteria subclavia izquierda, que nacían de la aorta al igual que lo descrito para los carnívoros domésticos. Estos resultados difieren para los fócidos, que al igual que los otáridos pertenecen a la familia de los pinnípedos, pero presentan reportes distintos del origen común de las arterias. Las arterias que nacen del tronco braquiocefálico son las responsables de nutrir a los órganos y músculos del cuello y la cabeza. En los lobos estudiados no se encontró un tronco bicarótideo al igual que lo reportado para los carnívoros domésticos. La arteria subclavia izquierda nacía del arco aórtico aparte del tronco braquiocefálico, como en los carnívoros domésticos, cerdo y el conejo. Las arterias carótidas comunes nacieron del tronco braquiocefálico, siendo la carótida izquierda la primera en ser emitida. La arteria carótida interna es la principal rama que irrigaba el encéfalo. El círculo arterial de la base del cerebro se clasifica en tres tipos: consideramos que la especie estudiada es de tipo II. Las ramas de la carótida externa fueron destinadas para los músculos de la cara, glándulas, globo ocular, oreja y faringe, entre otras estructuras. La anatomía arterial de cabeza y cuello en el lobo marino no difiere tanto a la de los carnívoros domésticos.

SUMMARY

The South American fur seal (*Arctocephalus australis*), (Zimmermann, 1783), is the pinniped with the largest number of individuals present in Uruguay. There have been few research papers on the vascular anatomy of the Otariidae. The objectives of this work were to describe the arterial distribution of the head and neck region and generate a three-dimensional mapping of the arteries of these regions. For the study, 20 juvenile animals which died by natural causes were used. The animals came from Isla and Islote de Lobos (Maldonado) and from Rasa Island, (Cabo Polonio, Rocha). The study method was by simple dissection on fresh animals or fixed in 10% formalin, they had been injected prior to dissection latex colored with red ink, in the right carotid artery. As progress was made in dissections, photographs, radiographs and computer tomography scans were taken for documentation, study and discussion. The South American fur seal presented a brachiocephalic trunk and a left subclavian artery, which were born from the aorta as described for domestic carnivores. These results differ for phocidae, which, like otariidae, belong to the family of pinnipeds, but present different reports of the common origin of the arteries. The arteries that arise from the brachiocephalic trunk are responsible for irrigate the organs and muscles of the neck and head. In the animals studied, a bicarotid trunk was not found, as was reported for domestic carnivores. The left subclavian artery was born from the aortic arch apart from the brachiocephalic trunk, as in domestic carnivores, pig and rabbit. The common carotid arteries were born from the brachiocephalic trunk, the left carotid being the first to be emitted. The internal carotid artery is the main branch that irrigated the brain. The arterial circle at the base of the brain is classified into three types: we consider that the species studied is type II. The branches of the external carotid were destined for the muscles of the face, glands, eyeball, ear and pharynx among other structures. The head and neck arterial anatomy in the sea lion does not differ so much from that of domestic carnivores. We conclude that the findings made will be important to understand the physiological anatomical adaptations of the species to the marine environment.

INTRODUCCIÓN

El lobo marino fino o lobo de dos pelos, (*Arctocephalus australis*), (Zimmermann, 1783) pertenece taxonómicamente a la familia de los Otariidae, suborden Pinnipedia, que está compuesto por dos familias más: los Phocidae (focas verdaderas) y los Odobenidae (morsas) (Boness, 1991).

El dimorfismo sexual está documentado en muchas especies de pinnípedos (Oliveira, 2005), de los cuales los otaridos son los que presentan más marcada esta característica (Weckerley, 1998); un ejemplar adulto macho de *A. australis* puede alcanzar los 200 cm y un peso de 160 kg, mientras que una hembra no supera los 150 cm de largo y un peso promedio de 60 kg (Páez, 2013). Existe una gran diferencia en el tamaño y forma del cráneo de un macho y una hembra (Oliveira, 2005).

La especie es el pinnípedo con mayor número de ejemplares presentes en el Uruguay y se distribuye por las islas costeras de América del sur, desde Brasil en San Pablo por la costa atlántica hasta Paracas en Perú por la costa del Océano Pacífico (Vaz Ferreira, 1987), viviendo en colonias donde la densidad de individuos es alta (Vaz-Ferreira, 1982).

La población uruguaya de lobo fino está distribuida en distintas islas costeras del Océano Atlántico, Isla e islote de lobos cerca de Punta del Este, aproximadamente a nueve kilómetros de la costa, en el departamento de Maldonado. El grupo de islas de Torres, formado por la Isla Rasa y Encantada, en el Cabo Polonio, y la Isla de Marco próximo a Valizas, en el departamento de Rocha, (Vaz Ferreira, 1987). En dichas islas están presentes las principales colonias reproductivas y de cría de esta especie, con una población aproximada de 400.000 ejemplares (Franco Trecu et al., 2010). Estas colonias son el punto más al norte del Océano Atlántico donde esta especie se reproduce (Lima & Páez, 1995).

El aumento del número de individuos en la población de lobos sudamericanos en Uruguay comenzó en 1950, debido a decisiones políticas, dado a que las hembras no murieron durante la zafra de caza comercial (Lima y Páez, 1997).

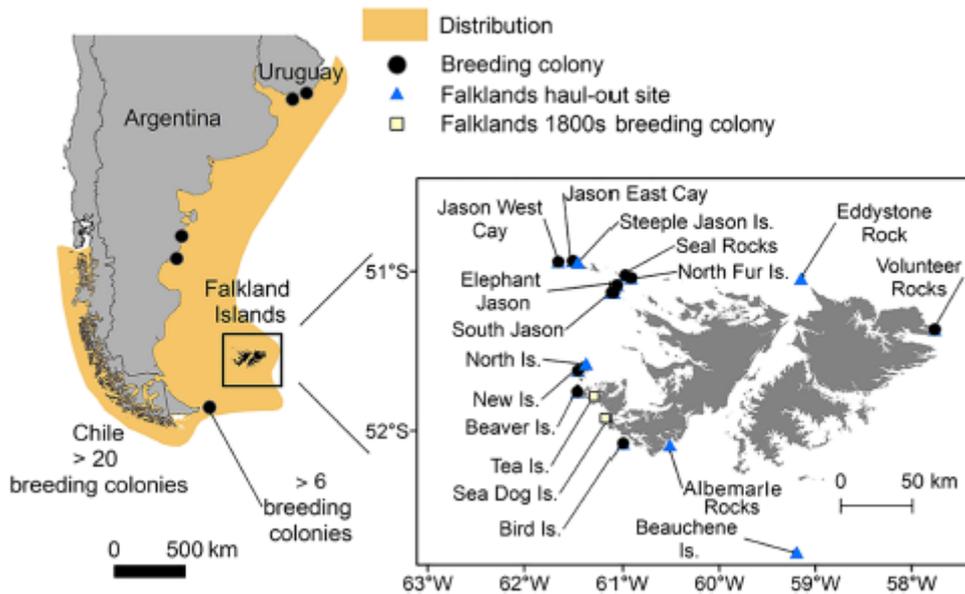


Figura 1 Distribución de lobo marino sudamericano (sombreado de color naranja) y principales colonias reproductivas, (puntos negros) (Baylis, 2019).

El lobo marino fino fue una especie de interés productiva, su explotación data de los inicios del descubrimiento del Río de la Plata, donde en 1949 el Estado uruguayo se hace cargo de la explotación directa de los lobos y su comercialización. Se registraron 234.000 sacrificios con fines comerciales entre 1965 y 1991, siendo este año la última zafra comercial. Su motivo de caza era el uso de la piel, aceite y gónadas masculinas (elaboración de productos afrodisíacos) (Páez, 2013).

Los Pinnípedos son mamíferos pelágicos (viven en aguas medias o cerca de la superficie) que se reproducen necesariamente en tierra, formando asentamientos reproductivos que deben ser accesibles desde el mar (Páez, 2013). En la costa, los lobos marinos finos buscan lugares difíciles de acceder, mientras que los lobos comunes se concentran en playas de arena (Crespo et al., 2007).

Los lobos marinos presentan una cría por año con una gestación de casi un año a partir del apareamiento (Lima & Páez, 1995), transcurriendo entre los meses de noviembre y diciembre (Ponce de León, 1983). Las crías de lobo marino fino

tienen como principal alimento a la leche materna durante su primer año de vida y el destete inicia entre el octavo mes y el año de edad (Ponce de León, 2000).

Las hembras de lobo fino alcanzan a vivir hasta 30 años mientras que los machos 20 (Lima & Páez, 1997). El *A. australis* es poligínico, ya que se relaciona sexualmente con varias hembras. Las mismas llegan a ser sexualmente maduras a los tres años (Lima & Páez, 1997), entre los 5 y 15 años las hembras alcanzan su fase óptima de eficiencia reproductiva (Lima & Páez, 1995). Los lobos cachorros presentan relativamente baja mortalidad, calculada en 10% para los ejemplares peruanos. (Limberger, 1990).

Los lobos finos tienen, usualmente, hábitos de alimentación pelágicos, pero también se alimentan en aguas más profundas (Franco-Trecu, 2010).



Figura 2 Isla Rasa Cabo Polonio

Se han realizado pocos trabajos de investigación sobre la anatomía vascular de los Otariidae. Los trabajos de anatomía circulatoria para la especie *Arctocephalus* spp. son escasos, limitándose a la anatomía cardíaca, donde se brindó una descripción detallada para la especie (Pérez et al., 2008). Hay estudios en mamíferos acuáticos y terrestres que describen las principales arterias que emergen desde el arco aórtico y sus ramas, distinguiendo así diferentes formas de distribución vascular del mismo para cada especie (Oliveira et al., 2018). Guimarães et al., 2014 caracterizaron para *A. australis* la emergencia de dos ramas; el tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda. Desde el tronco braquiocefálico emergen la arteria subclavia derecha y las arterias carótida común izquierda y derecha.

Existen trabajos de la irrigación arterial de las glándulas adrenales del lobo marino fino, los cuales describen una irrigación variable, donde la glándula adrenal derecha recibe una irrigación mediante ramas originadas en las arterias aorta abdominal, celíaca, renal y lumbar derecha, en cuanto la glándula adrenal izquierda se irriga mediante ramas de las mismas arterias, pero del lado izquierdo agregando una rama de la arteria ovárica (Santos et al., 2011).

Actualmente, diversos trabajos de la vascularización de diversas regiones del cuerpo fueron realizados en otros pinnípedos. Smolaka et al. (2009) describieron en la foca anillada que el origen del tronco braquiocefálico, la arteria carótida común izquierda y las arterias subclavias izquierdas del arco aórtico son similares a los primates superiores y algunos cetáceos, pero diferentes a la mayoría de los carnívoros, reportando también un desarrollo importante del bulbo aórtico en estas focas. Drabek (1975) sugiere que la forma del corazón y la aorta ascendente en las focas de Weddell son adaptaciones anatómicas para el buceo. El bulbo aórtico mantiene la presión arterial media y la perfusión del cerebro y el tejido cardíaco durante la bradicardia en el buceo. Los estudios desarrollados por King (1977) plantean que el patrón de las principales arterias del cuerpo en los pinnípedos es igual al de los mamíferos.

La ampliación de la aorta ascendente y la disminución súbita de la aorta descendente parecen ser característico de ello. En su trabajo describe las diversas ramificaciones de las arterias en las distintas regiones del cuerpo, dicho

estudio fue realizado en diferentes leones marinos. Las focas de anillos (*Pusa hispida*) presentan una relación de 2,2 veces más arterias yeyunales que en el perro, estas modificaciones vasculares del tracto gastrointestinal también podrían ayudar a satisfacer las necesidades metabólicas. La irrigación de la curvatura menor del estómago estaba dada por la arteria gástrica izquierda, no presentando arteria gástrica derecha (Smodlaka et al, 2014).

No hay trabajos destinados exclusivamente al aparato valvular atrioventricular, siendo todas las descripciones realizadas muy generales. El mismo fue estudiado para la válvula mitral del caballo (Miller y Holmes, 1984) y para el perro (Frater y Ellis, 1961). Harrison & Tomlinson (1956) describen el sistema venoso en los cetáceos y pinnípedos, pero la ausencia en la literatura en el lobo marino fino son los que motivan la realización de este trabajo. Consideramos que la investigación en anatomía es de gran necesidad para ampliar el conocimiento de las especies marinas, y de importancia en las ciencias veterinarias aplicadas.

No hemos encontrado hasta la fecha, ningún trabajo realizado en la descripción de la distribución arterial de cabeza y cuello en el lobo marino sudamericano, siendo el enfoque de nuestra tesis de grado su descripción.

OBJETIVOS

Objetivos generales

- Describir la distribución arterial de la región de la cabeza y cuello del lobo marino fino (*Arctocephalus australis*).

Objetivos específicos

- Descripción macroscópica de la distribución arterial en la cabeza.
- Descripción macroscópica de la distribución arterial del encéfalo.
- Descripción macroscópica de la distribución arterial de la región dorsal y ventral del cuello.
- Generar un mapeo tridimensional de las arterias de cuello y cabeza.

HIPOTESIS

- La anatomía arterial macroscópica de la región de cabeza y cuello del lobo marino sudamericano (*Arctocephalus australis*), (Zimmermann,1783), difiere a la de los carnívoros domésticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se utilizaron 20 animales juveniles muertos por causas naturales que presentaban un estado de conservación aceptable.

De los 20 animales, 4 procedieron de Isla e Islote de Lobos en el departamento de Maldonado y los 16 restantes de la Isla Rasa, que se encuentra frente a Cabo Polonio en el departamento de Rocha. Los ejemplares fueron recolectados de las islas y trasladados en embarcaciones a la costa donde se procedió a transportarlos a las instalaciones de la “Estación Experimental de Investigaciones Marinas y Acuicultura” de la DINARA en el Parque Nacional Cabo Polonio, Rocha.

Los trabajos en Isla de Lobos fueron de recolección de ejemplares frescos recién muertos, y de disección simple de dos de ellos, los otros 2 se trasladaron a la DINARA. Se fijaron 6 lobos finos con formol al 10%, y 12 fueron congelados en freezer a -20°C en las mismas instalaciones. Se trasladó el material en vehículos de Facultad de Veterinaria, desde Cabo Polonio al Área de Anatomía de dicha institución.

En el Área de Anatomía se contó con freezers y cámara frigorífica para mantener los animales congelados. Se utilizó una balanza digital con capacidad de 150 kg para pesar los individuos, instrumental de disección completo, cinta métrica, calibres, elementos de protección personal, mesas de acero inoxidable y lupa estereoscópica binocular para realizar la disección, piletas de acero inoxidable, recipientes plásticos herméticos de diferentes capacidades que permitieron mantener los animales fijados en conservación. Para el registro fotográfico se utilizó una cámara de fotos réflex digital Nikon D 7000 con objetivo macro, lentes de aumento binoculares, laboratorio fotográfico con iluminadores, computadoras de escritorio y laptops. Para el estudio bibliográfico se contó con conexión a internet y acceso a bases de datos (Ebsco, Scopus, Science Direct, etc.). Todo fue utilizado para la disección y estudio de los ejemplares.

La edad de los animales se estimó por la fecha de colección de cada ejemplar, asociado al pico de nacimientos históricos, y estado de descomposición del mismo. Se tomaron medidas de longitud corporal estándar y el peso de cada animal inmediatamente antes de proceder a la disección. El método de estudio de los animales consistió en la disección simple y con la ayuda de microscopio estereoscópico.

En 3 animales fijados con formol al 10%, se inyectó un volumen de 60 a 150 ml de látex coloreado con tinta roja, en la arteria carótida derecha, mediante la disección del cuello. Luego de 48 horas en cámara frigorífica, el mismo coaguló y permitió una mejor disección de las arterias y la fácil visualización e identificación de las mismas en la región de cabeza y cuello.

A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías, radiografías y tomografías computadas para su documentación, estudio y discusión. Cada fotografía se acompañó de un fotograma o esquema donde se indicaron exactamente las estructuras fotografiadas. Luego de descargadas en la computadora, se archivaron las fotografías en carpetas exclusivas para cada animal.

El desarrollo de la tomografía computada multidetector (TMCD) permitió un mayor estudio de la anatomía de cuello y cabeza de los animales previo a iniciar la técnica de disección simple, por lo que no se afectó el material a estudiar. El equipo utilizado fue un tomógrafo Siemens de 64 hileras, el cual operaba en el Hospital de clínicas, Dr. Manuel Quíntela (UdelaR) y fue siempre operado por el mismo licenciado. La técnica realizada fue: 120 KV, 150-160mA, pitch de 0,7 y espesor 0,6 mm. Los 2 animales estudiados estaban fijados en formol al 10%. Se administró contraste iodado en un volumen de 20 a 40 ml de 300mg/ml de concentración a cada individuo para el mapeo vascular, por vía intraarterial que se realizaron previo al transporte de los animales en el Área de Anatomía de Facultad de Veterinaria de la UdelaR.

Para las radiografías contrastadas se utilizaron las instalaciones del servicio de imagenología del Hospital de Facultad de Veterinaria (UdelaR). Se administró como contraste sulfato de bario a un ejemplar juvenil macho de 13 kg, fijado en formol al 10%, mediante vía intraarterial y posteriormente se realizaron las radiografías del animal completo, las cuales fueron archivadas digitalmente para su posterior estudio. Todos los datos correspondientes al animal y las observaciones realizadas durante la disección, se registraron en planillas individuales, las que fueron digitalizadas en una etapa posterior y archivadas junto a las fotografías. Para la descripción se utilizó y adaptó la nomenclatura de la versión online de la Nómina Anatómica Veterinaria del 2005.

RESULTADOS

La descripción de los resultados obtenidos se presentará en el orden correspondiente respetando el sentido centrifugo de la circulación arterial.

Las arterias que irrigan la cabeza y cuello en el lobo marino tenían su origen en la arteria aorta, siendo la primera rama el tronco braquiocefálico que se originaba en el comienzo del arco aórtico. La segunda arteria en ser emitida por la aorta era la arteria subclavia izquierda cuyo origen fue a escasos centímetros y a la izquierda del tronco braquiocefálico (Fig. 2, 3).

El tronco braquiocefálico era la arteria más grande emitida por la aorta presentando un calibre importante, naciendo en la convexidad craneal del arco aórtico. Ella se ubicaba ventrolateralmente a la derecha del esófago y ventral a la tráquea (Fig. 3, 4). Las ramas emitidas por el troco braquiocefálico en orden de derecha a izquierda eran la subclavia derecha, carótida común derecha y carótida común izquierda (Fig. 3, 4).

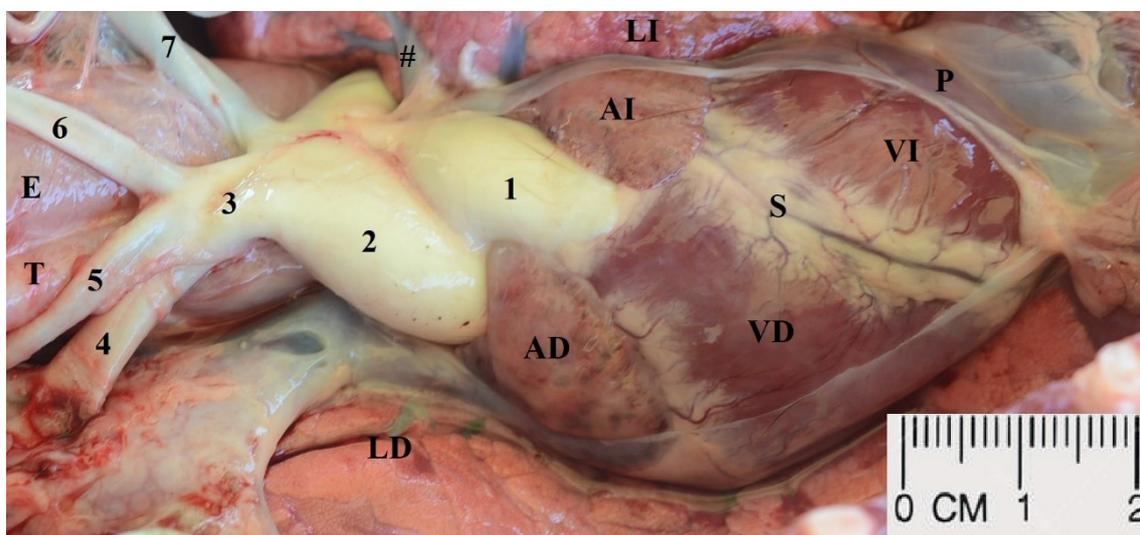


Figura 3 Vista ventral de tórax.

1: Tronco pulmonar; 2: Arteria aorta; 3: Tronco braquiocefálico; 4: Arteria subclavia derecha; 5: Arteria carótida común derecha; 6: Arteria carótida común izquierda; 7 Arteria subclavia izquierda; E: Esófago; T: Tráquea; #: Vena pulmonar; LD: Pulmón derecho; LI: Pulmón izquierdo; P: Pericardio; AI: Aurícula izquierda; AD: Aurícula derecha; VD: Ventrículo derecho; VI: Ventrículo izquierdo; S: Surco interventricular paraconal.

La arteria subclavia izquierda se originaba a continuación del tronco braquiocefálico, en la convexidad del arco aórtico en el segundo espacio intercostal, ella atravesaba de forma oblicua lateral y craneal al esófago colocándose ventralmente al mismo, la subclavia derecha, por el contrario, su origen era asimétrico a la subclavia izquierda originándose directamente del tronco braquiocefálico variando su origen entre la primer costilla o primer espacio intercostal (Fig. 4). Las arterias que emitía, al igual que la subclavia derecha, eran el tronco costo cervical, la arteria torácica interna, la arteria cervical superficial y la arteria axilar que era continuación directa de la arteria subclavia.

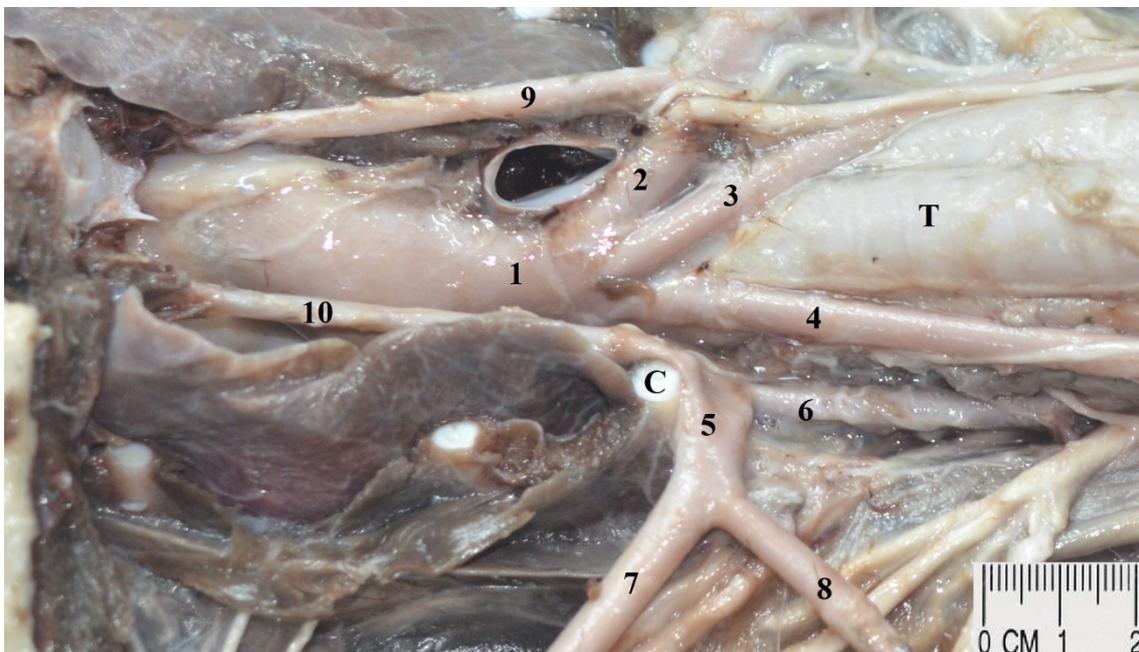


Figura 4 Vista ventral de tórax.

1: Tronco braquiocefálico; 2: Arteria subclavia derecha; 3: Arteria carótida común derecha; 4: Arteria carótida común izquierda; 5: Arteria subclavia izquierda; 6: Tronco costo cervical; 7: Arteria axilar; 8: Arteria cervical superficial; 9: Arteria torácica interna derecha; 10: Arteria torácica interna izquierda; C: 1ª Costilla; T: Tráquea.

La primera arteria expuesta por la subclavia era el tronco costo cervical, que emitía primero la arteria intercostal suprema seguida de la arteria escapular dorsal. Hacia craneal el tronco costo cervical se continuó emitiendo dos ramas, la arteria cervical profunda de menor calibre, dirigiéndose hacia dorsal para irrigar los músculos profundos del cuello y la arteria vertebral, de mayor diámetro, (Fig. 5).

La arteria vertebral luego de su origen presentó un recorrido dorso medial para ingresar en el agujero vertebral de la sexta vértebra cervical, dirigiéndose hacia craneal atravesando los procesos transversos de las vértebras cervicales (Fig. 5, 6). Durante su recorrido emitió múltiples ramas musculares dorsales y ventrales, así como siete ramas espinales emitiendo la séptima antes de ingresar al agujero vertebral de la sexta vértebra cervical. En el espacio subaracnoideo las ramas ventrales emitidas por las arterias espinales formaban una arteria espinal ventral (Fig. 6). La arteria vertebral izquierda y derecha luego de atravesar el agujero vertebral del atlas se unían hacia medial para formar la arteria basilar.



Figura 5 Tomografía computada de tórax.

1: Arteria aorta; 2: Tronco braquiocefálico; 3: Arteria subclavia izquierda; 4: Arteria subclavia derecha; 5: Arteria carótida común derecha; 6: Tronco costo cervical; 7: Arteria cervical superficial; 8: Arteria axilar; 9: Arteria vertebral; +: Arteria torácica interna derechas; #: Arteria cervical profunda; *: Arteria intercostal suprema; Flecha: Arteria escapular dorsal.

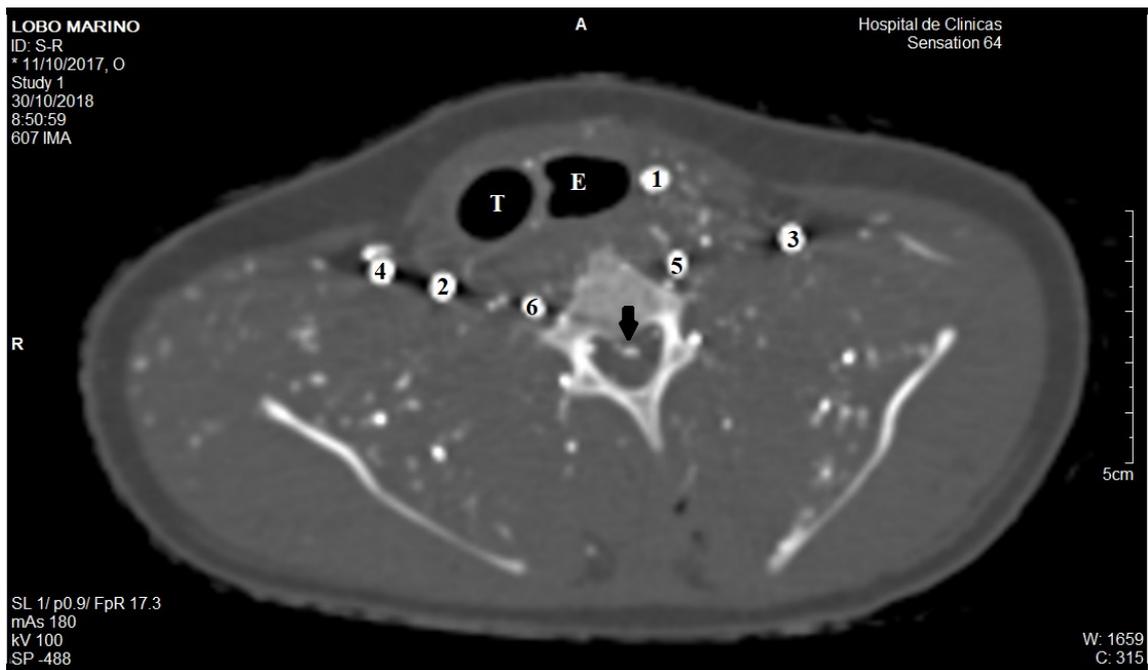


Figura 6 Tomografía computada axial, corte transversal de cuello. Vista caudal.

1: Arteria carótida común izquierda; 2: Arteria carótida común derecha; 3: Arteria cervical superficial izquierda; 4: Arteria cervical superficial derecha; 5: Arteria vertebral izquierda; 6: Arteria vertebral derecha; Flecha: Arteria espinal ventral; E: Esófago; T: Tráquea.

La arteria torácica interna era la segunda rama emitida por la arteria subclavia, su origen era opuesto a la arteria vertebral y presentó una dirección caudoventromedial tomando una posición dorso lateral y paralela al esternón (Fig. 4, 5).

La arteria cervical superficial era la tercera rama, que tenía un calibre importante, su origen era opuesto a la arteria torácica interna y presentó una dirección oblicua dorsal y craneal (Fig. 4, 5, 6, 7, 8). Sobre su trayecto fue emitiendo diversas ramas de diferente calibre, siendo la primera la arteria supraescapular, que en su recorrido era acompañada por el nervio supraescapular (Fig. 8).

La rama ascendente era en si una continuación clara de la arteria cervical superficial, tenía un diámetro muy importante y de la misma se emitían ramas para los músculos esternocéfálico, escaleno y al nódulo linfático cervical superficial, terminando en ramas pequeñas que se adentraban entre los músculos trapecio y esternocleidomastoideo (Fig. 7).



Figura 7 Vista ventrolateral izquierda de cuello.

1: Arteria carótida común; 2: Tronco costo cervical; 3: Arteria subclavia; 4: Arteria axilar; 5: Arteria cervical superficial; 6: Rama ascendente; N: Nódulo linfático cervical superficial izquierdo; Flecha: Rama arteriales para el nódulo linfático cervical superficial.

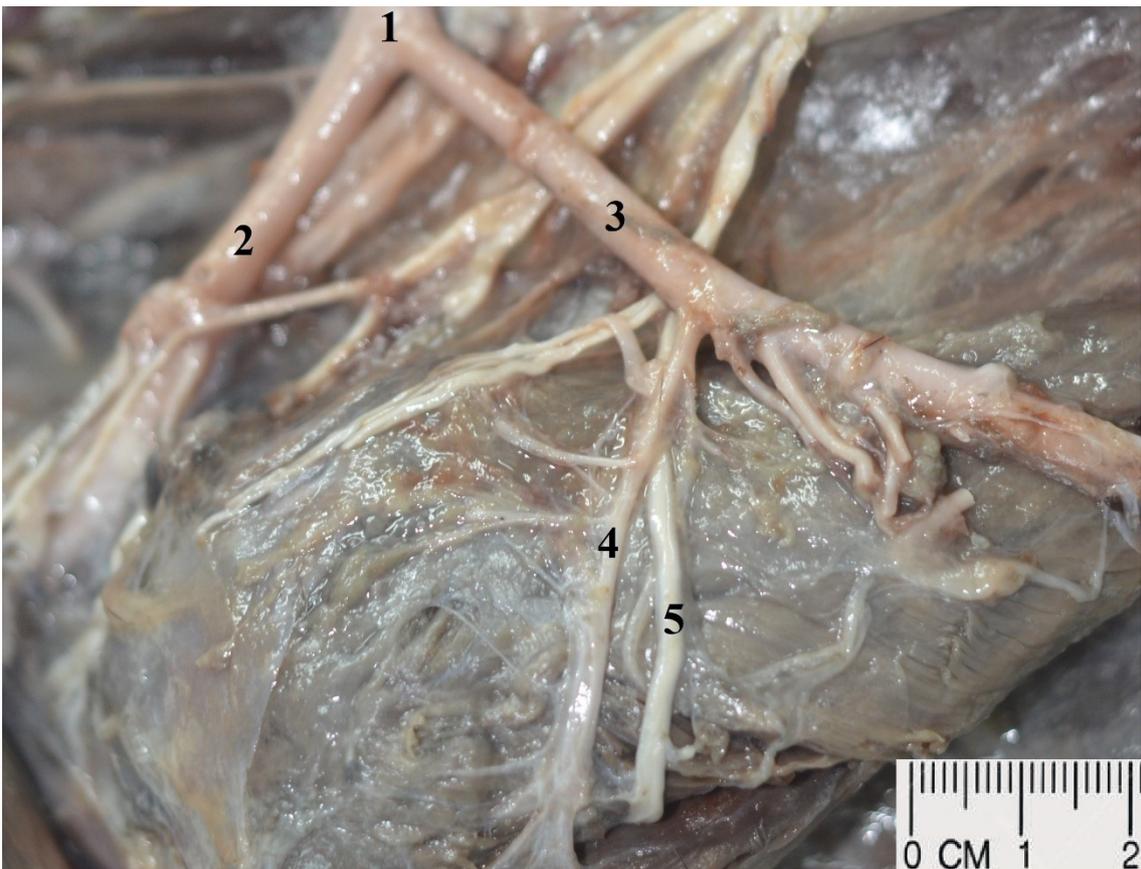


Figura 8 Vista ventro lateral izquierda de cuello.

1: Arteria subclavia; 2: Arteria axilar; 3: Arteria cervical superficial; 4: Arteria supraescapular; 5: Nervio supraescapular.

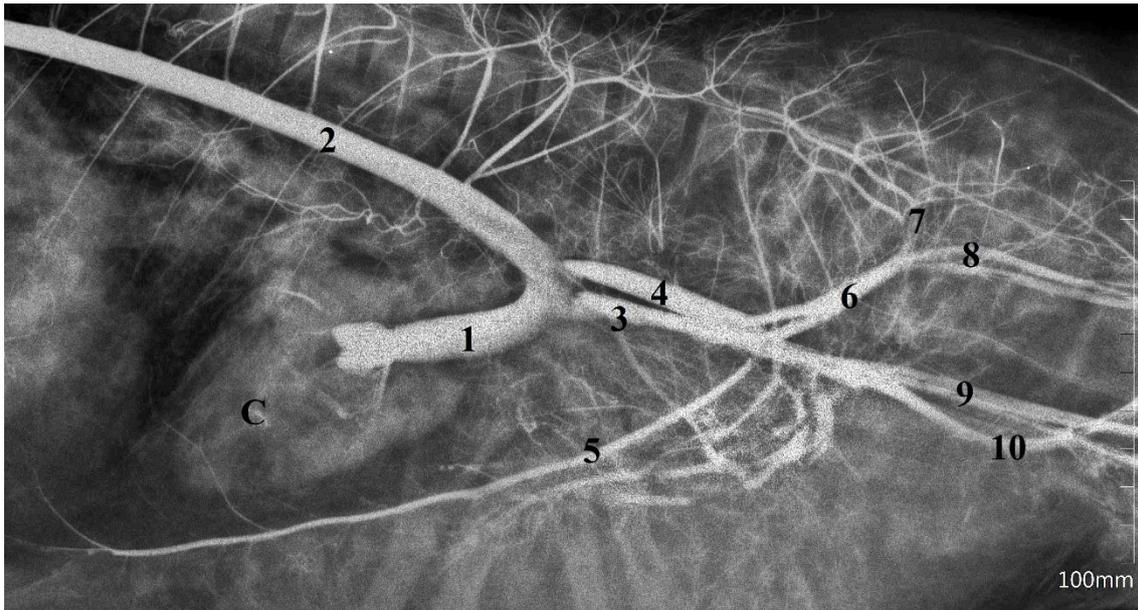


Figura 9 RX latero lateral de tórax y cuello.

C: Silueta cardíaca; 1: Arteria aorta; 2: Aorta caudal; 3: Tronco braquiocefálico; 4: Arteria subclavia izquierda; 5: Arteria torácica interna; 6: Tronco costo cervical; 7: Arteria intercostal suprema; 8: Arteria vertebral; 9: Arteria carótida; 10: Arteria cervical superficial.

La arteria carótida común derecha e izquierda se originaban del tronco braquiocefálico al igual que la arteria subclavia derecha en la cavidad torácica, presentando una porción torácica pequeña y una cervical más importante en proporción (Fig. 3, 4, 5). El origen de las dos carótidas era asimétrico siendo la carótida común izquierda la primera en ser emitida. La arteria carótida común derecha tenía su origen a la izquierda, pero luego atravesaba de forma oblicua y ventral a la tráquea (Fig. 3, 4). Las dos arterias tomaron una posición lateral a lo largo del cuello y acompañaron como satélite a la tráquea siendo la arteria carótida común derecha más larga en relación con la carótida izquierda. La arteria carótida derecha se ubicaba en una posición más dorsal que la izquierda, (Fig. 6). Cada arteria estaba envuelta por la vaina carotidea que deriva de la fascia cervical acompañada ventralmente por la vena yugular interna y el tronco vago simpático en posición ventromedial a la arteria carótida (Fig. 11).

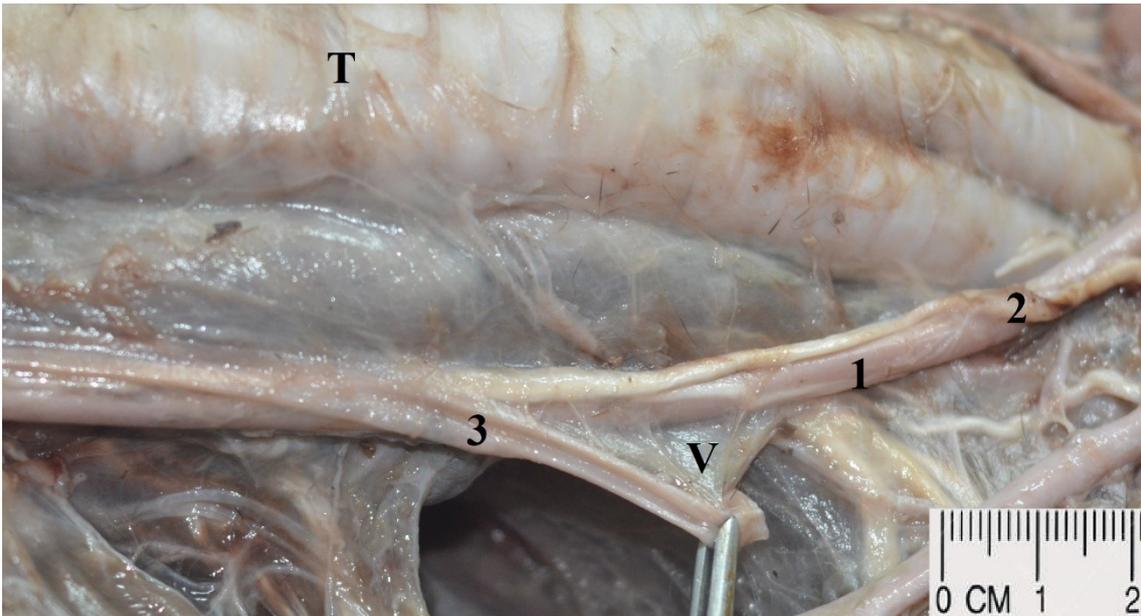


Figura 10 Vista ventrolateral derecha de cuello.

T: Tráquea; V: Vaina carotidea; 1: Arteria carótida común derecha; 2: Tronco Vagó simpático; 3: Vena yugular derecha.

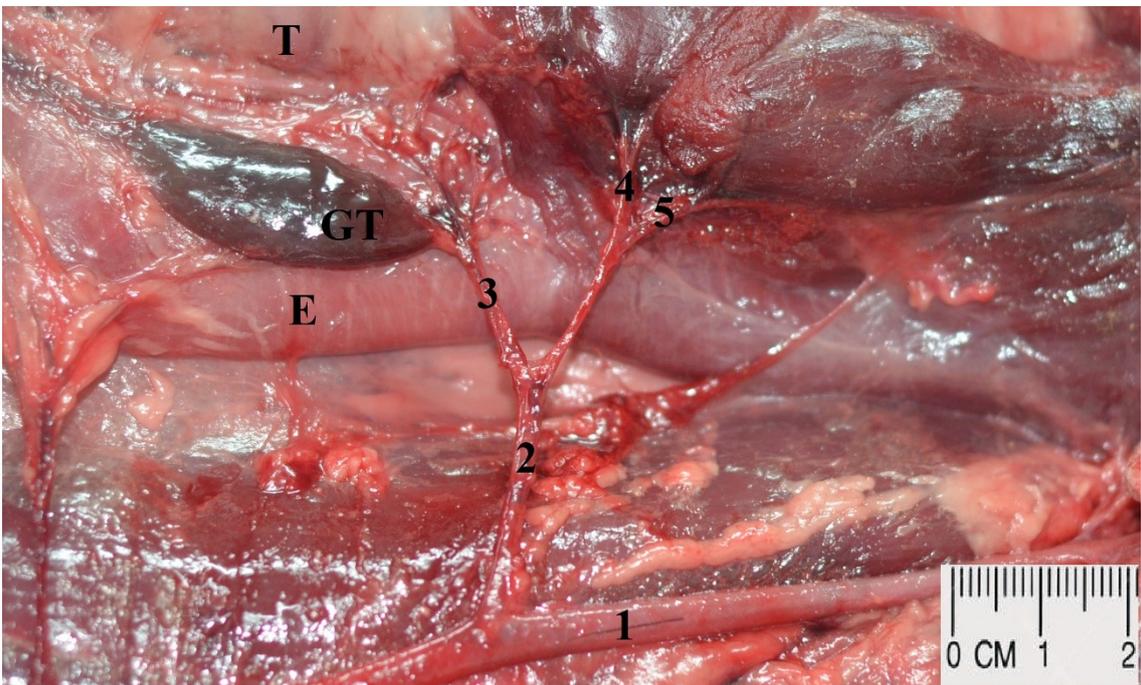


Figura 11 Vista ventro lateral izquierda de cuello.

T: Tráquea; E: Esófago; GT: Glandula tiroideas; 1: Arteria carótida común izquierda; 2: Arteria tiroidea craneal; 3: Ramas tiroideas; 4: Rama cricotiroidea; 5: Rama faríngea.

La principal irrigación de las zonas más craneales del cuello y la cabeza estaban dadas por las arterias carótidas comunes, quienes durante su trayecto fueron emitiendo ramas hacia dorsal para irrigar los musculo del cuello y una rama para irrigar la glándula tiroides, emitiendo la arteria tiroidea craneal (Fig. 11). En los animales disecados no se encontró una arteria tiroidea caudal. Otras ramas pequeñas fueron emitidas y destinadas para el esófago y la tráquea.

La arteria tiroidea craneal era rama de ambas arterias carótidas comunes, esta fue constante y con un calibre importante en todos los animales disecados. Su origen era caudal a la faringe, antes de llegar al lóbulo de la glándula tiroides emitió diversas colaterales. Las ramas emitidas fueron la rama faríngea, cricotiroidea y laríngea caudal, las mismas presentaron variaciones inconstantes en algunos animales disecados tanto en su origen como en continuidad (Fig. 11).

Las arterias carótidas comunes terminaron emitiendo tres ramas, la primera y de un calibre importante era la ateria carótida interna, la segunda rama era la arteria carótida externa de similar diámetro a la interna, que era destinada a irrigar gran parte del territorio de la cabeza y en el ángulo de la bifurcación de la carótida externa e interna se dio origen a la arteria occipital irrigando la región terminal de cuello y occipital (Fig. 12).

La arteria occipital nacía de la trifurcación de la carótida común entre la carótida externa e interna siendo la de menor calibre de las tres (Fig. 12, 13). La arteria presentó un trayecto dorsorostral para dirigirse hacia la región occipital e irrigar los músculos de la región. Sobre su trayecto fue emitiendo múltiples ramas donde se destaca la arteria condilar, la rama occipital y meníngea caudal.

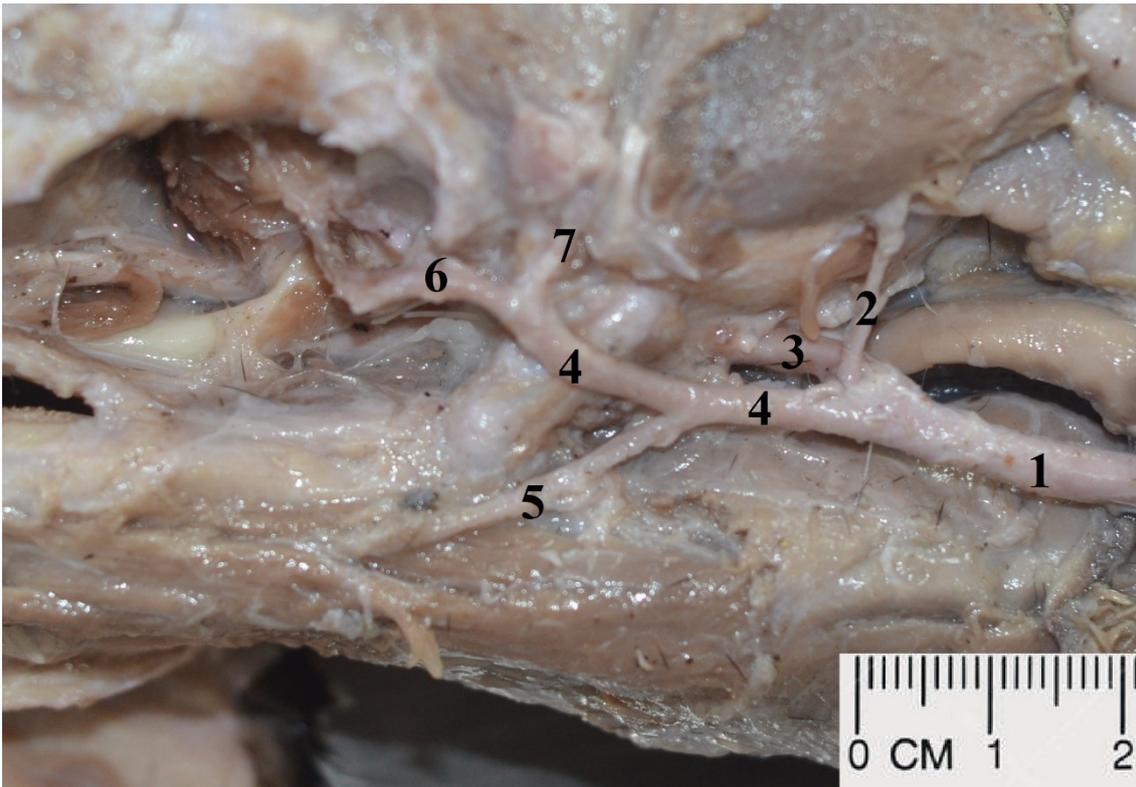


Figura 12 Vista lateral izquierda de cabeza y cuello.

1: Arteria carótida común izquierda; 2: Arteria occipital; 3: Arteria carótida interna; 4: Arteria carótida externa; 5: Arteria lingual; 6: Arteria facial; 7: Arteria auricular caudal.

La arteria carótida interna se dirige al igual que la arteria occipital, con una orientación dorso rostral para luego ingresar por el canal carotideo del hueso temporal; La arteria presentó una fracción intraósea relativamente larga con una inflexión sigmoide, terminando en la cavidad craneana delimitando su porción intracraneal ingresando por el foramen lacerum (Fig 13). La carótida interna en su inicio presento un calibre importante pero levemente menor que la carótida externa ingresando sin emitir ninguna rama. En su origen exhibió un aumento de diámetro de forma bulbar, delimitando así el seno carotideo de unos milímetros de largo.

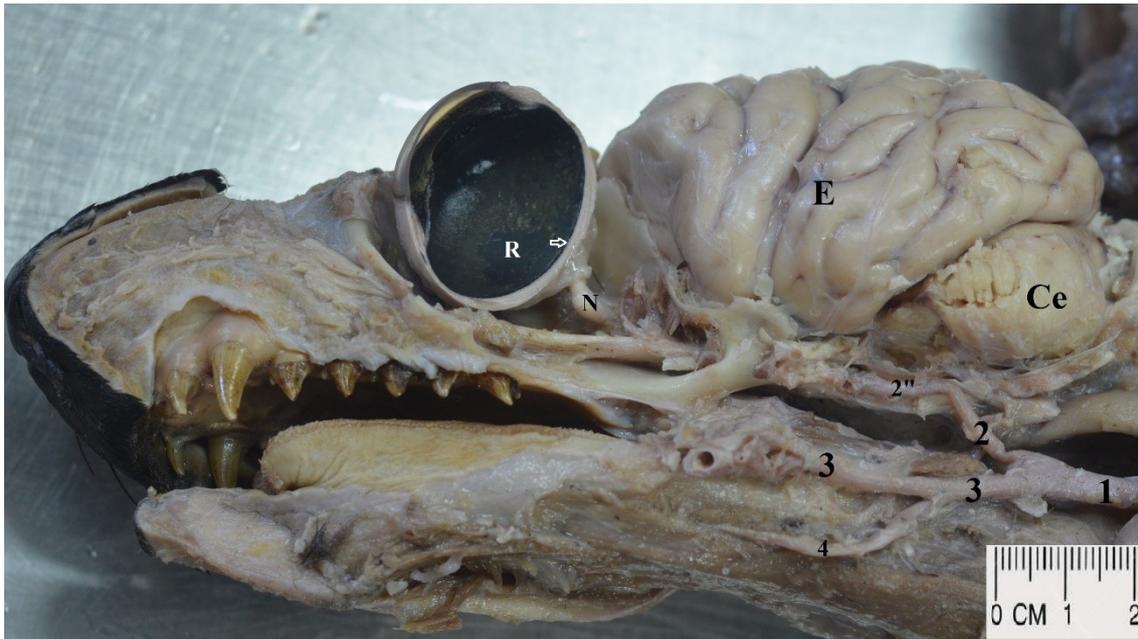


Figura 13 Vista lateral izquierda de cabeza.

1: Arteria carótida común izquierda; 2: Arteria carótida interna; 2'': Arteria carótida interna porción intraósea; 3: Arteria carótida externa; 4: Arteria lingual; Ce: Cerebelo; E: Hemisferio cerebral izquierdo; N: Nervio óptico; R: Retina; Flecha: Coroides.

La arteria carótida interna dentro de la cavidad craneana se separó en tres ramas, emitiendo la arteria cerebral rostral que se originó en la porción latero rostral al quiasma óptico, presentó una anastomosis con la arteria oftálmica interna y con la arteria etmoidal interna, la arteria cerebral media y la cerebral caudal emitida por el anillo arterial (Fig. 14). Todas ellas tomaban una dirección dorsal irrigando el telencéfalo, ubicándose sobre las circunvoluciones para llegar hacia la fisura longitudinal del encéfalo. Sobre su trayecto fueron emitiendo múltiples ramas para irrigar las porciones profundas del cerebro, siendo este tipo de circulación de tipo terminal, irrigando cada arteria su territorio correspondiente.

La presencia de un anillo o círculo arterial del cerebro en la porción ventral es formado por las arterias rostrales, arterias comunicantes que eran ramas de la carótida interna y la arteria basilar, luego de bifurcarse cerrando así el círculo arterial. Las ramas emitidas para irrigar el metencéfalo eran las ramas cerebelosas rostrales emitidas de la porción más caudal del anillo arterial y las

cerebelosas caudales que eran de la arteria basilar, siendo dos arterias cerebelosas caudales izquierdas y dos arterias cerebelosas caudales derechas emitidas en forma escalonada, siendo primero de caudal a rostral la arteria cerebelosa caudal derecha, que era formada por las arterias vertebrales izquierda y derecha más la arteria espinal ventral luego de ingresar por el agujero vertebral y posicionarse ventralmente al mielencéfalo (Fig. 14).

La irrigación arterial del mielencéfalo eran ramas procedentes de la arteria basilar que emitía las arterias pónicas para el puente y las ramas medulares para la medula oblonga, quienes presentaban luego múltiples anastomosis. Las arterias vertebrales antes de formar la arteria basilar emitieron con una dirección latero dorsal, las arterias cerebelosas ventrocaudales izquierda y derecha (Fig. 14).

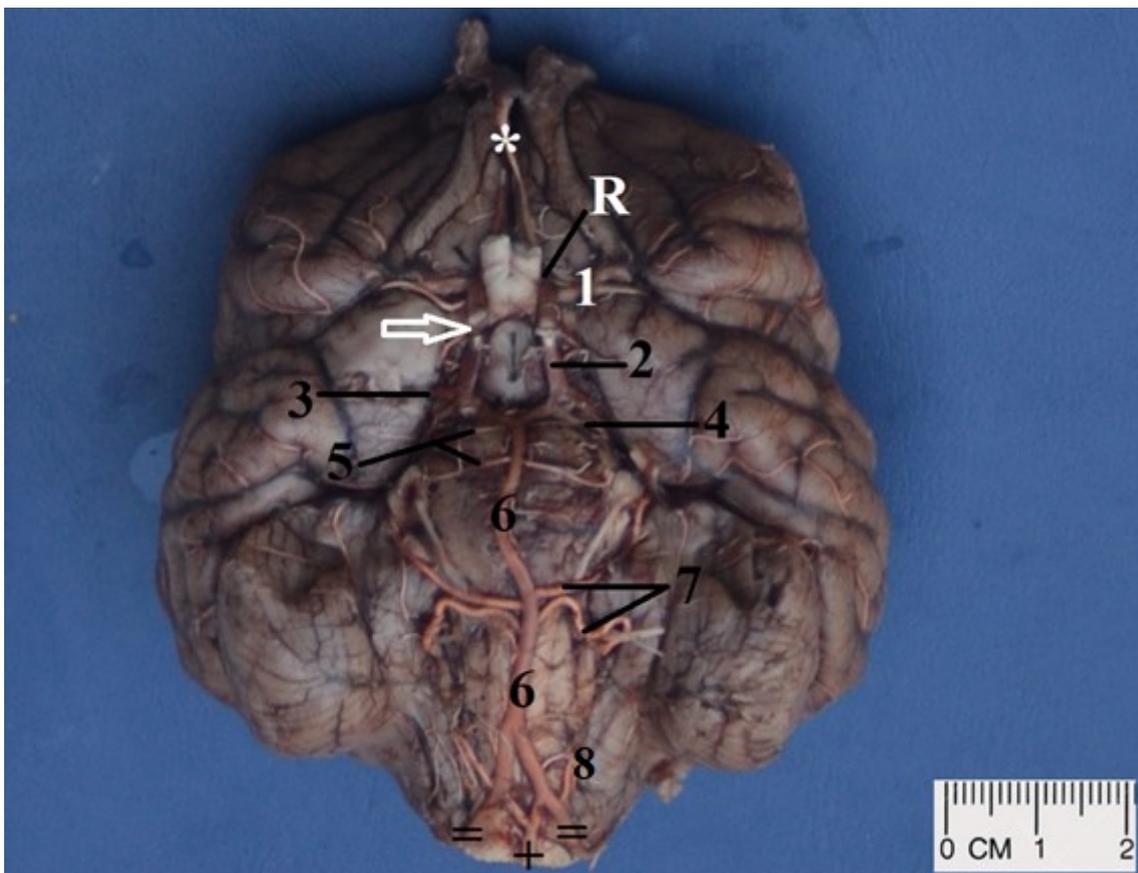


Figura 14 Vista ventral del encéfalo.

***: Arteria etmoidal interna; R: Arteria cerebral rostral; 1: Arteria cerebral media; 2: Arteria comunicante caudal; 3: Arteria cerebral caudal; 4: Arteria cerebelosa rostral; 5: Ramas del puente; 6: Arteria basilar; 7: Arterias cerebelosa caudales; 8: Arteria cerebelosa ventrocaudal =: Arteria vertebral; +: Arteria espinal ventral; Flecha: Arteria carótida interna.**

La arteria carótida externa emitió diversas ramas para los músculos de la cara, globo ocular, glándulas, oreja y faringe, entre otras estructuras (Fig. 12, 13, 15). La arteria laríngea craneal fue la primer rama de esta arteria, separándose en dos claras ramas, una para la faringe y otra era la arteria laríngea. La arteria lingual es la segunda arteria de gran porte emitida por la carótida externa, seguida de la arteria facial que nace unos cuantos centímetros más adelante. La arteria lingual presentó un trayecto recto acompañando el borde del músculo digástrico y emitiendo la arteria palatina ascendente, sobre su trayecto la arteria lingual se torna luego en arteria lingual profunda.

La arteria facial presentó un calibre de menor diámetro que la lingual, siendo emitida unos centímetros más adelante a la altura media de la rama mandibular, sobre su trayecto emitió la arteria labial superior (Fig. 15).

La rama auricular caudal tuvo su origen en la carótida externa, surgiendo a continuación de la arteria transversa con un trayecto dorsal y caudal a la oreja, terminando en tres ramas arteriales de trayecto muy corto correspondientes a la rama auricular intermedia, profunda y lateral (Fig.15).

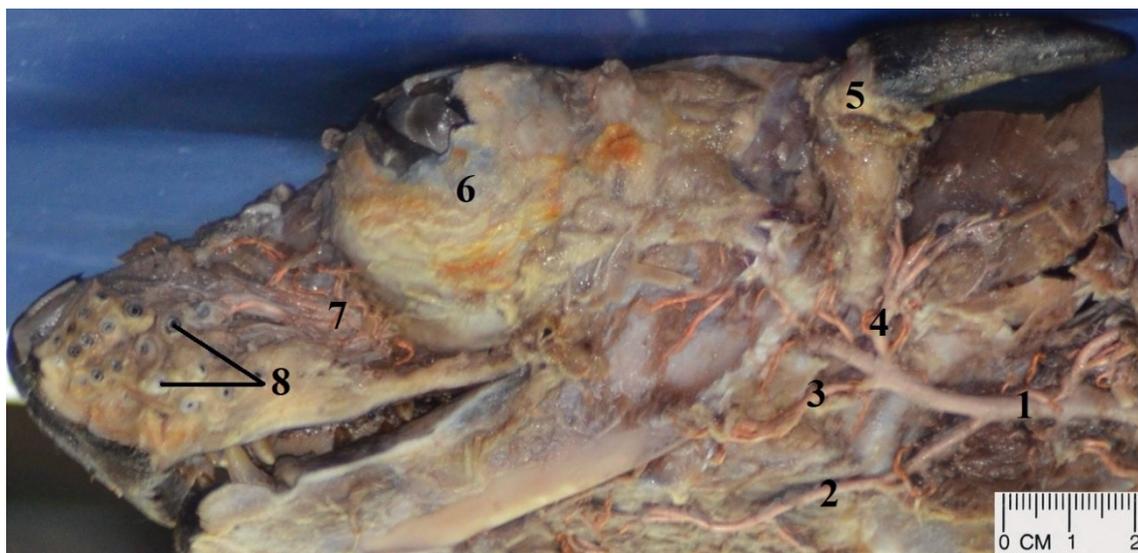


Figura 15 Vista lateral izquierda de cabeza.

1: Arteria carótida externa; 2: Arteria Lingual; 3: Arteria facial; 4: Arteria auricular caudal; 5: Cartílago auricular; 6: Ojo; 7: Arteria infraorbitaria; 8: Vibrisas.

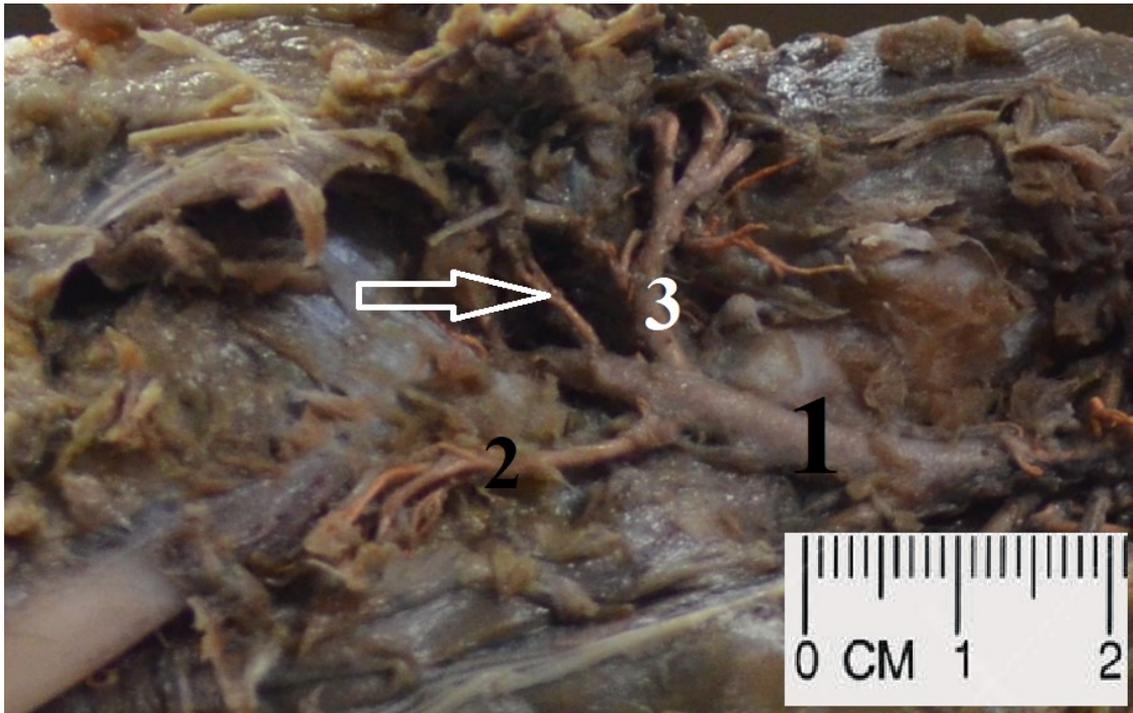


Figura 16 Vista lateral izquierda de cabeza.

1: Arteria carótida externa; 2: Arteria facial; 3: Arteria auricular caudal; Flecha: Arteria temporal superficial.

La arteria carótida externa antes de continuarse como arteria maxilar emitió la arteria temporal superficial, que con un trayecto dorso rostral emitía la arteria auricular rostral, que tenía un pequeño calibre y terminaba enseguida sobre el cartílago auricular Fig. 16). Otras de las ramas de la arteria temporal superficial fueron la arteria transversa de la cara y las arterias del párpado superior e inferior.

La arteria maxilar era la continuación de la arteria carótida externa (Fig. 16). Sobre su recorrido fue delegando la arteria alveolar inferior que ingreso por el canal mandibular, acompañando sobre su trayecto a la vena y nervio satélite, antes de culminar en el mentón la arteria fue emitiendo múltiples ramas dentales. La arteria oftálmica externa era una de las ramas más importantes de la arteria maxilar, que estaba destinada a irrigar el globo ocular y anexos oculares (Fig. 17). La arteria oftálmica externa luego de su origen emitió una rama en dirección dorso medial, que se anastomosa con la arteria oftálmica interna. La arteria oftálmica externa luego se continúa como arteria etmoidal externa al entrar por el foramen etmoidal.

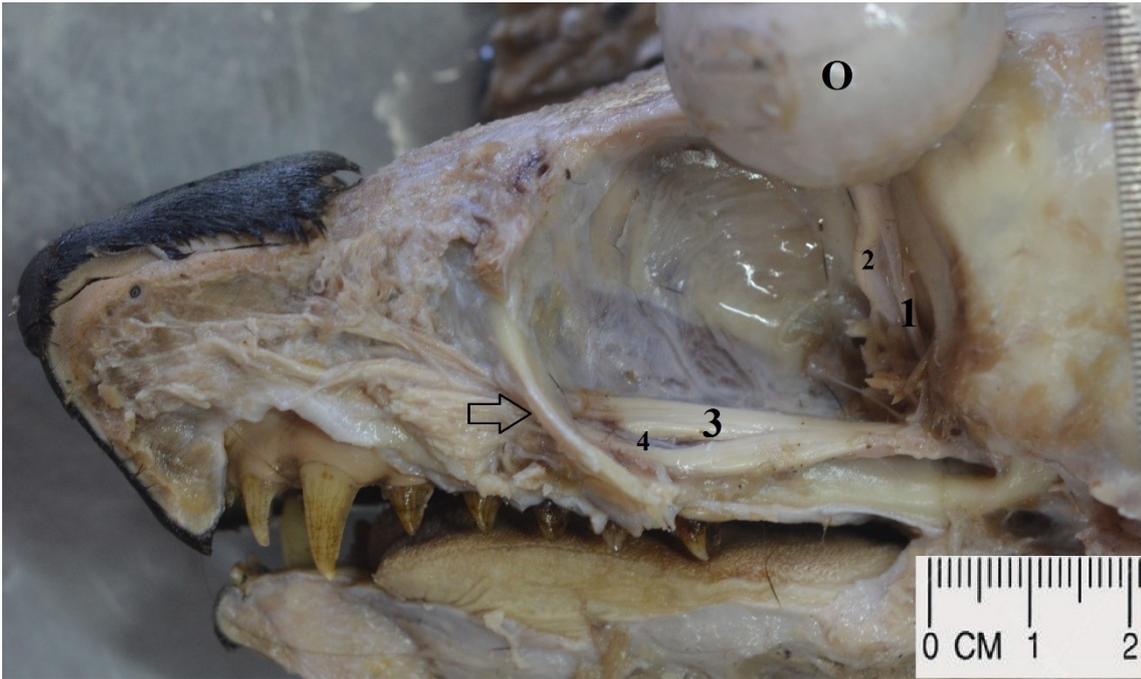


Figura 17 Vista lateral izquierda de la cabeza.

1: Arteria oftálmica externa; 2: Nervio óptico; 3: Nervio maxilar; 4: Arteria maxilar; Flecha: Foramen infraorbitario.

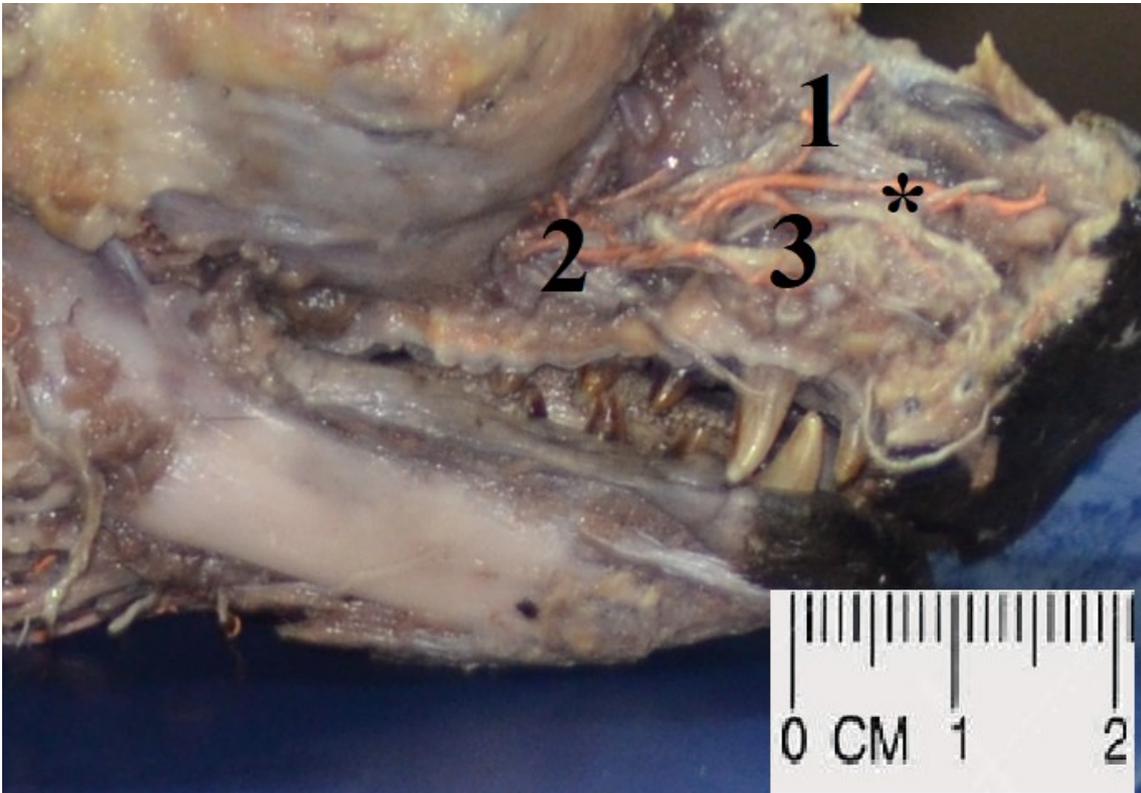


Figura 18 Vista lateral derecha de la cabeza.

1: Arteria dorsal de la nariz; 2: Arteria infraorbitaria; 3; Arteria lateral de la nariz *; Arteria media de la nariz.

La arteria maxilar terminó emitiendo la arteria malar, arteria infraorbitaria y la arteria palatina descendente. La arteria infraorbitaria atravesó el corto canal infraorbitario emitiendo la arteria alveolar, que ingresó por el canal alveolar para irrigar los dientes (Fig. 17). La arteria infraorbitaria terminó emitiendo hacia rostral, las arterias dorsal, media y lateral de la nariz que terminaron en diversas ramas (Fig. 18).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La arteria aorta en los mamíferos tiene su origen en el ventrículo izquierdo (Barone, 1996; Evans, 1996). Las arterias emitidas por la aorta para irrigar la cabeza y cuello eran la arteria carótida derecha e izquierda, la arteria vertebral y parte de las ramas emitidas por las arterias subclavia izquierda y derecha respectivamente (Getty, 1975; Evans, 1993; Barone, 1996; König y Liebich, 2015).

El lobo marino sudamericano presentó un tronco braquiocefálico y una arteria subclavia izquierda, que nacían de la aorta al igual que lo descrito para los carnívoros domésticos (Nickel, 1981; Barone, 1996) y para el león marino australiano (*Neophoca cinérea*), (King, 1977).

Estos resultados difieren para los fócidos, que al igual que los otáridos pertenecen a la familia de los pinnípedos, pero presentan reportes distintos del origen común de las arterias. Según King, (1977) y Smolaka y col., (2009) en los fócidos el tronco braquiocefálico emite la arteria subclavia derecha y la carótida común derecha siendo la arteria subclavia izquierda y la carótida común izquierda rama directa de la aorta. El mismo patrón de distribución presentan algunos cetáceos (Barone, 1996; Smolaka y col., 2009).

El lobo marino presentó un tronco braquiocefálico siendo la arteria más grande emitida por la aorta y originándose en la convexidad craneal del arco aórtico. Se ubicó ventral a la tráquea emitiendo las ramas subclavia derecha, carótida común derecha y carótida común izquierda. Las arterias que nacen del tronco braquiocefálico son las responsables de nutrir a los órganos y músculos del cuello y la cabeza, así como la porción más craneal de la cavidad torácica, (Barone, 1996; König y Liebich, 2015).

En los lobos estudiados no se encontró un tronco bicarotídeo al igual que lo reportado para los carnívoros domésticos siendo muy similar su distribución a las descritas para el perro (Getty, 1975; Barone, 1996; König y Liebich, 2015) y distinta par la descripción de la foca anillada (*Pusa hispida*) (Smodlaka y col., 2009). La arteria subclavia izquierda según Barone, (1996) en los carnívoros domésticos, cerdo y el conejo nacía del arco aórtico aparte del tronco braquiocefálico. Este mismo patrón fue encontrado en los ejemplares disecados.

Las arterias carótidas comunes nacieron del tronco braquiocefálico, siendo la carótida izquierda la primera en ser emitida. Las carótidas tomaron una posición dorsolateral a la tráquea, presentando una porción cervical y una torácica más pequeña (Evans, 1993; König y Liebich, 2015). La carótida común derecha tenía su origen a la izquierda, cruzando de forma oblicua y ventral a la tráquea (Barone, 1996). En el lobo marino la arteria carótida derecha se ubicaba en una posición más dorsal que la izquierda a diferencia de lo descrito por Barone, (1996) en los carnívoros domésticos.

Según Orsi y col., (2006) las arterias carótidas en el perro terminan originando la arteria carótida externa y la arteria carótida interna. En los ejemplares estudiados las arterias carótidas emitieron tres ramas, la arteria carótida interna, carótida externa y la arteria occipital irrigando la región terminal de cuello y región occipital. El patrón de distribución arterial se puede ver en algunos perros según (Evans, 1996) aunque frecuentemente la arteria occipital sea la primera rama en ser emitida por la arteria carótida externa. (Barone, 1996; König y Liebich, 2015).

La arteria carótida interna es la principal rama que irrigaba el encéfalo, contribuyendo a la formación de la circulación arterial en la base del cerebro (Puchades-Orts y col., 1976). Según De Vriese, (1905) citado por de Souza & Campos, (2013) el círculo arterial de la base del cerebro se clasifica en tres tipos: tipo I, el suministro arterial es solo por las arterias carótidas internas; tipo II, por el sistema carotídeo y el sistema vertebrobasilar; y tipo III, solo por el sistema vertebrobasilar.

Consideramos que el lobo marino entra en la categoría tipo II en base a los resultados obtenidos, en donde la irrigación arterial fue suministrada por la arteria carótida interna y la arteria basilar. La arteria basilar se formó por las arterias vertebrales, que tenía su origen en el tronco costocervical y la arteria espinal ventral (Evans, 1996).

En la arteria carótida externa se evidenció la presencia de seno carotideo al igual que lo descrito en el perro por (Barone, 1996). Clarke y col., (1986) describió los cuerpos carotideos en la foca común (*Phoca vitulina*) y la importancia de los quimiorreceptores en los cuerpos carotideos, contribuyendo en la adaptación al buceo tolerando una hipoxemia arterial progresiva e hipercapnia. Esta adaptación al medio marino ameritaría futuros estudios en el lobo fino.

Según lo reportado por (Evans, 1996; Dyce, 2017) la arteria carótida externa presenta un arco de convexidad dorsal derivando luego en diversas ramas como la arteria occipital, laríngea craneal, faríngea ascendente y temporal superficial entre otras. Los resultados obtenidos en la disección de los lobos no difieren a los de dichos autores para los carnívoros domésticos, las ramas de la carótida externa fueron destinados para los músculos de la cara, glándulas, globo ocular, oreja y faringe entre otras estructuras.

Los otáridos presentan pabellón auricular a diferencia de otros pinnípedos (Leslie y Gulland, 2001). En nuestros hallazgos encontramos la arteria auricular caudal que se originó en la carótida externa, terminado en tres ramas arteriales de trayecto muy corto correspondientes a la rama auricular intermedia, rama articular profunda y rama auricular lateral. La arteria carótida externa antes de continuarse como arteria maxilar reveló la arteria temporal superficial, que emitió la arteria auricular rostral de pequeño calibre y terminaba enseguida sobre el cartílago auricular. Los datos obtenidos son los mismos descritos por Barone, (1996) para los carnívoros domésticos, aunque estas especies presentan un pequeño pabellón auricular, disminuyendo el largo de las ramas presentes.

La arteria maxilar emitió la arteria infraorbitaria, que atravesó un amplio pero corto canal infraorbitario emitiendo la arteria alveolar en el canal. Según (Muchlinski, 2008) los canales infraorbitario grandes, pero de longitud corta están correlacionado con especies que se encuentran en climas fríos y necesitan termorregular las regiones más rostrales, así como la inervación para la mayor presencia de receptores nerviosos para las vibrisas. Esto se corresponde con el gran número de vibrisas que presenta el lobo marino fino, en donde la arteria infraorbitaria termino emitiendo hacia rostral las arterias dorsal, media y lateral de la nariz, que terminaron en diversas ramas.

En suma, la anatomía arterial de cabeza y cuello en el lobo marino no difiere tanto a la de los carnívoros domésticos, salvo algunas excepciones que ya fueron descritas en este trabajo. Igualmente, el conocimiento arterial para la especie es de vital importancia, ya sea para la realización de diversos estudios de investigación, así como diagnósticos. El conocer y tener vías de acceso arterial utilizando la arteria carótida nos facilita la punción de medios de contraste y otras drogas por punción directa para estudios encefálicos o arteriales. Concluimos que los hallazgos realizados serán importantes para comprender las adaptaciones anatomo fisiológicas de la especie al medio marino entre otras aplicaciones.

MAPEO TRIDIMENSIONAL DE LAS ARTERIAS DE CABEZA Y CUELLO



Figura 19 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista ventral.

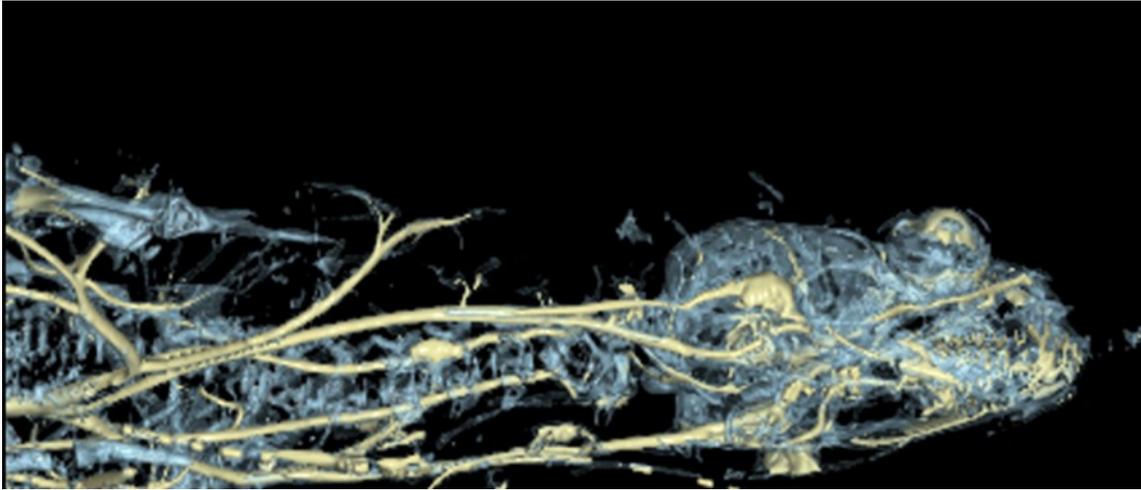


Figura 20 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista lateral.

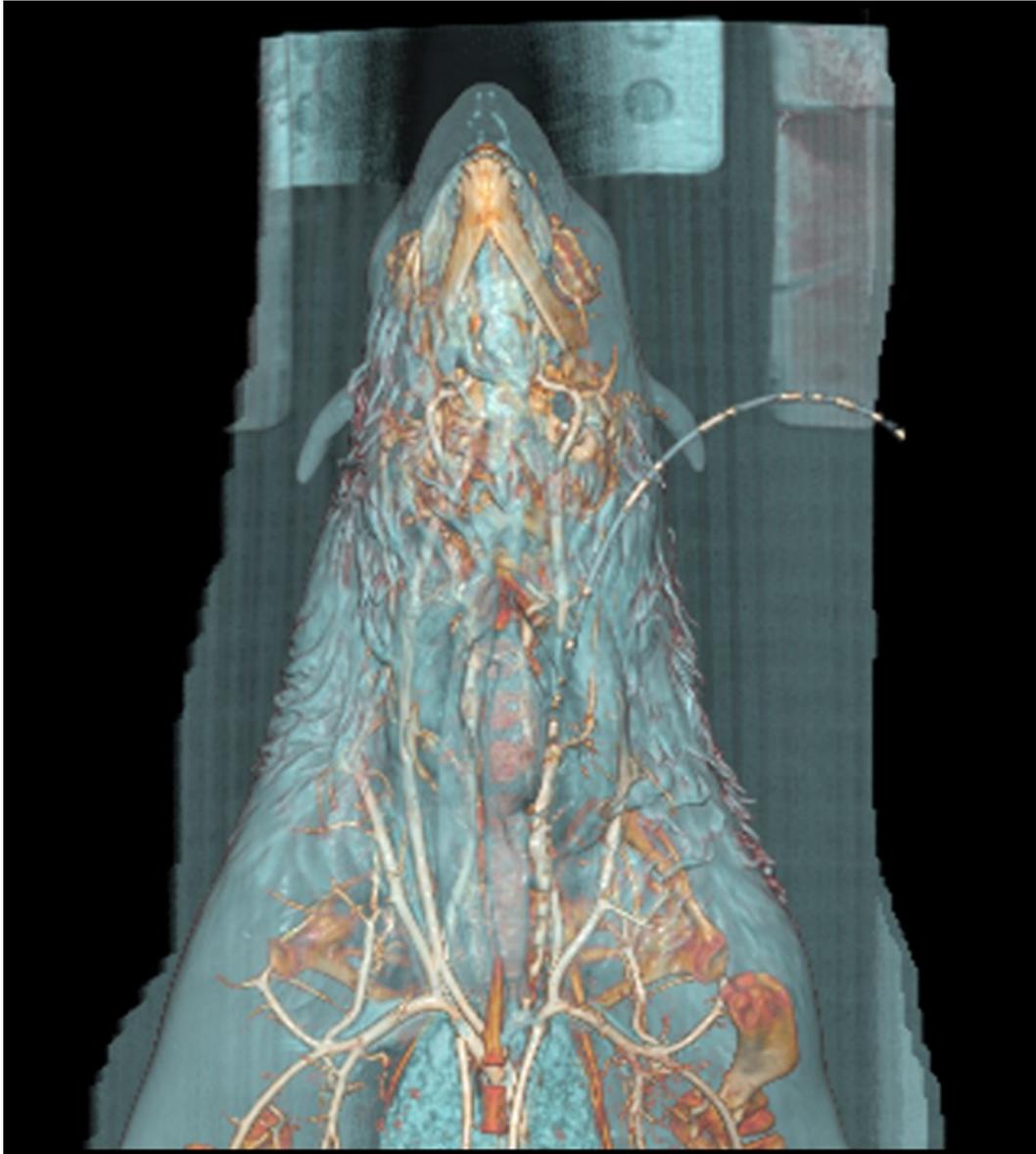


Figura 21 Tomografía computarizada con representación arterial de cabeza y cuello 3D. Vista ventral.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barone R. (1996). Anatomie comparée des mammifères domestiques, Tome 3. Edit. 3. (Splanchnologie 1: Appareils digestif et respiratoire). VigotFrères, Paris.
2. Baylis, A. M., Orben, R. A., Arkhipkin, A. A., Barton, J., Brownell Jr, R. L., Staniland, I. J., & Brickle, P. (2019). Re-evaluating the population size of South American fur seals and conservation implications. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*.
3. Bester, M. N. (1975). The functional morphology of the kidney of the Cape fur seal, *Arctocephalus pusillus* (Schreber). *Madoqua*, 1975(Series 2 Issue 4), 69-92.
4. Boness, D. J. (1991). Determinants of mating systems in the Otariidae (Pinnipedia). In *The behaviour of pinnipeds* (pp. 1-44). Springer, Dordrecht.
5. Bonner, W. N. 1981. Southern fur seals. pp. 161-208, Handbook of marine mammals. The walrus, sea lions, fur seals and sea otter (S. H. Ridgway and R. J. Harrison, eds.). Academic Press, London, United Kingdom, 1:1-235.
6. Clarke, J. A., de Burgh Daly, M., & Elsner, R. (1986). The carotid body of the harbour seal (*Phoca vitulina richardsi*). *Anatomy and embryology*, 174(3), 391-400.
7. Crespo, E. A., Lewis, M. N., & Campagna, C. L. A. U. D. I. O. (2007). Mamíferos marinos: pinnipedios y cetáceos. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 5, 127-150.
8. Dierauf, L., & Gulland, F. M. (Eds.). (2001). *CRC handbook of marine mammal medicine: health, disease, and rehabilitation*. CRC press.
9. Drabek, C. M. (1975). Some anatomical aspects of the cardiovascular system of Antarctic seals and their possible functional significance in diving. *Journal of morphology*, 145(1), 85-105.
10. Dyce, K. M, Sack, W.O. y Wensing, C.J.G. (2017) Textbook of Veterinary Anatomy 5ed. Elsevier. Pp. 872.

11. Evans, H. E. (2013) Miller's anatomy of the dog. Philadelphia : WB Saunders Company. Pp. 872.
12. Franco Trecu, V. (2010). *Éxito de crianza y hábitos alimenticios en hembras del lobo fino sudamericano (Arctocephalus australis) y su relación trófica con hembras del león marino sudamericano (Otaria flavescens)* (No. 599.745. 1 FRA).
13. Frater, R. W., & Ellis, F. H. (1961). The anatomy of the canine mitral valve: with notes on function and comparisons with other mammalian mitral valves. *Journal of Surgical Research*, 1(3), 171-178.
14. Getty R (1975) Sisson and Grossman's Anatomy of the Domestic Animals. Vols. 1 and 2, (5a ed) Philadelphia, Saunders Company.
15. Guimarães, J. P., Mari, R. B., Le Bas, A., & Watanabe, L. S. (2014). Adaptive morphology of the heart of Southern-Fur-Seal (*Arctocephalus australis* – Zimmermann, 1783). *Acta Zoologica (Stockholm)*, 95, 239–247.
16. Harrison, R. J., & Tomlinson, J. D. W. (1956). Observations on the venous system in certain Pinnipedia and Cetacea. *Journal of Zoology*, 126(2), 205-234.
17. King, J. E. (1977). Comparative anatomy of the major blood vessels of the sealions *Neophoca* and *Phocarcos*; with comments on the differences between the otariid and phocid vascular systems. *Journal of Zoology*, 181(1), 69-94.
18. König HE, Liebich HG (2015) Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 6a ed. Stuttgart, Schattauer, 790 p.
19. Lima, M., Paez, E. (1997) Demography and population dynamics of South American fur seals. *J Mammal* 78, 914–20.
20. Lima, M., Paez, E. (1995). Growth and reproductive patterns in the South American fur seal. *Journal of Mammalogy*, 76: 1249-1255.
21. Limberger, D. (1990). El Niño's effect on South American pinniped species. In *Elsevier oceanography series* (Vol. 52, pp. 417-432). Elsevier.

22. Miller, P. J., & Holmes, J. R. (1984). Observations on structure and function of the equine mitral valve. *Equine veterinary journal*, 16(5), 457-460.
23. Muchlinski, M. N. (2008). The relationship between the infraorbital foramen, infraorbital nerve, and maxillary mechanoreception: implications for interpreting the paleoecology of fossil mammals based on infraorbital foramen size. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*; *Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 291(10), 1221-1226.
24. Naya, D. E., Arim, M., & Vargas, R. (2002). Diet of South American fur seals (*Arctocephalus australis*) in Isla de Lobos, Uruguay. *Marine Mammal Science*, 18(3), 734-745.
25. Nickel, R., Schummer, A. y Seiferle, E. (2005). The anatomy of the domestic animals, Vol. 3. Berlin-Hamburg : Verlag Paul Parey.
26. Oliveira, L. R. D., Hingst-Zaher, E., & Morgante, J. S. (2005). Size and shape sexual dimorphism in the skull of the South American fur seal, *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783)(Carnivora: Otariidae). *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 4(1), 27-40.
27. Oliveira, R. E. M., Araújo Júnior, H. N., Costa, H. S., Oliveira, G. B., Moura, C. E. B., Menezes, D. J. A., & Oliveira, M. F. (2018). Artérias colaterais do arco aórtico do gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Acta Scientiae Veterinariae*, 46(1609), 1–8.
28. Páez, E. (2013). Dinámica de la población de hembras de lobo fino sudamericano (*Arctocephalus australis*) en Uruguay. *Evaluación de recursos pesqueros de Uruguay mediante modelos dinámicos. Proyecto Gestión Pesquera en Uruguay. Montevideo: MGAP-DINARA-FAO*, 65-78.
29. Pérez, W., Katz, H., & Lima, M. (2008). Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). *Anatomical science international*, 83(1), 6-10.

30. Ponce de León, A. (2000). Taxonomía, sistemática y sinopsis de la biología y ecología de los pinnípedos de Uruguay. *Sinopsis de la biología y ecología de las poblaciones de lobos finos y leones marinos de Uruguay. Pautas para su manejo y Administración. Parte I, Biología de las especies, Uruguay*, 9-36.
31. Ponce de León, A. (1983). *Aspectos de la reproducción, crecimiento intrauterino y desarrollo postnatal del lobo de dos pelos sudamericano Arctocephalus australis (Zimmermann, 1783) en islas de la República Oriental del Uruguay*. Tesis Licenciatura Oceanografía Biológica, Universidad de la República, Facultad de Humanidades y Ciencias.
32. Santos, A. L. Q., Menezes, L. T., Brito, F. M. M., Kaminishi, A. P. S., Leonardo, T. G., Pimentel, T. L., & D'Aperecida, N. S. (2011). Suprimento arterial para as glândulas adrenais de lobo marinho *Arctocephalus australis* Zimmerman, 1783 (Pinnipedia, Otariidae). *PUBVET*, 5, Art-1065.
33. SOUZA, Fernanda de; CAMPOS, Rui. A systematic study of the brain base arteries in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2013, vol. 33, no 6, p. 796-806
34. Smodlaka, H., Henry, R. W., & Reed, R. B. (2009). Macroscopic anatomy of the great vessels and structures associated with the heart of the ringed seal (*Pusa hispida*). *Anatomia, histologia, embryologia*, 38(3), 161-168.
35. Smodlaka, H., & Henry, R. W. (2014). Gross Anatomy of the Ringed Seal (*Pusa hispida*) Gastro-Intestinal Tract. *Anatomia, histologia, embryologia*, 43(3), 230-238.
36. Trecu, V. F., Tassino, B., & Páez, E. (2010). Comportamiento maternal de *Arctocephalus australis*, en Isla de Lobos-Uruguay. *Revista De Etologia*, 9(1), 29-40.
37. Vaz-Ferreira, R. A. U. L., & Ponce de León, A. (1987). South American fur seal, *Arctocephalus australis*. *Uruguay*. In JP Croxall, RL Gentry (eds), *Status, Biology and Ecology of Fur Seals*, NOAA Technical Report, NMFS, 51, 29-32.

38. Vaz-Ferreira, R. (1982). *Otaria flavescens* (SHAW), South American sea lion. *FAO, UNEP. (Eds.)*, 477-495.
39. Weckerly, F. W. (1998). Sexual-size dimorphism: influence of mass and mating systems in the most dimorphic mammals. *Journal of Mammalogy*, 79(1), 33-52.

