

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**IRRIGACIÓN ARTERIAL DE LA CAVIDAD Y MIEMBRO  
TORÁCICO DEL LOBO MARINO FINO  
(*Arctocephalus australis*)**

**“por”**

**CAMPOS ROVERA, María Macarena**

TESIS DE GRADO presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias.

Orientación: Higiene-inspección, control y tecnología de los alimentos de origen animal

**MODALIDAD: ENSAYO EXPERIMENTAL**

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2019**



## **AGRADECIMIENTOS:**

A Martín Lima, el mejor tutor que pude tener, sin él no hubiera sido posible. A su esposa Virginia, que me levantó el ánimo en todo momento, siempre esperándome con un mate cuando llegaba a la cátedra luego de trabajar.

A mamá, papá, Agus y Nacho, que fueron mi pilar, siempre apoyándome en toda decisión académica y personal. A todos mis amigos y compañeros, por el aguante y las noches enteras de estudio que valieron la pena e hicieron todos estos años mucho más llevaderos.

**TABLA DE CONTENIDO:****PAG**

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
1. LISTA DE FIGURAS .....	5
1.1 LISTA DE TABLAS.....	6
2. RESUMEN.....	7
2.1 SUMMARY.....	9
3 INTRODUCCION.....	11
3.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE.....	11
3.2 GENERALIDADES DE LA CAVIDAD TORÁCICA.....	17
3.3 GENERALIDADES DEL CORAZÓN Y ARTERIAS.....	18
4. IMPORTANCIA DEL TRABAJO Y ANTECEDENTES EN EL LOBO FINO.....	19
5. OBJETIVOS.....	21
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
7.RESULTADOS.....	26
8. DISCUSIÓN/CONCLUSIONES.....	37
9. BIBLIOGRAFÍA.....	42

## 1. LISTA DE FIGURAS

**PAG:**

Ilustración 1: Distribución del lobo fino y león marino en las costas de los departamentos de Maldonado y Rocha.....	11
Ilustración 2: Dimorfismo sexual.....	14
Ilustración 3: En isla de lobos un cachorro amamantando.....	16
Ilustración 4: Esquema de la cavidad torácica Ilustración .....	17
Ilustración 5: Vista de la cara auricular del corazón luego de remover el pericardio.....	27
Ilustración 6: Vista dorsolateral del corazón luego de retirar la aorta y el tronco pulmonar .....	28
Ilustración 7: Vista ventral de la cavidad torácica luego de remover el esternón y pericardio.....	29
Ilustración 8: Tomografía computarizada. Vista ventral de tórax.....	30
Ilustración 8': Reconstrucción tridimensional de tomografía computada vascular de cavidad torácica y miembro torácico en un lobo fino.....	31
Ilustración 9: Vista ventrolateral derecha de región axilar luego de remover los músculos pectorales.....	32
Ilustración 10: Vista lateral del tórax luego de retirar los músculos, las costillas y el pulmón hacia ventral.....	33
Ilustración 11: Radiografía de tórax. Incidencia laterolateral.....	34
Ilustración 12: Vista ventral de región axilar y miembro torácico.....	35
Ilustración 13: Vista palmar del miembro torácico luego de retirar piel y fascia.....	36
Ilustración 14: Representación esquemática comparativa de la ramificación de los grandes vasos en la base del corazón de los mamíferos domésticos.....	39

## 1.1 LISTA DE TABLAS

**PAG**

Tabla 1: Diferencias morfológicas entre las 3 familias de pinnípedos presentes en Uruguay.....	13
--	----

## 2. RESUMEN:

El lobo marino fino (*Arctocephalus australis*) es el principal pinnípedo presente en el Uruguay, sus grupos reproductores se encuentran predominantemente en islas del país. Es una especie escasamente estudiada. El objetivo de este trabajo fue generar conocimiento acerca de la anatomía de las arterias que irrigan la cavidad torácica y el miembro torácico de la especie. A su vez se realizó un mapeo tridimensional de las arterias de dichas regiones. Para realizar el estudio se utilizaron 20 animales de distintas edades muertos por causas naturales que presentaron un estado de conservación aceptable. Los animales procedieron de la Isla e Islote de Lobos en el departamento de Maldonado y de las Islas Encantada y Rasa que se encuentran frente a Cabo Polonio en el departamento de Rocha. Se fijaron con formol al 10% y se les inyectó látex coloreado con tinta roja para permitir una fácil distinción e identificación de las arterias. A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías, radiografías y tomografías. La principal diferencia que encontramos en el corazón de los lobos marinos finos fue que la rama interventricular subsinusal tenía una procedencia distinta que en la mayoría de los mamíferos domésticos. Se encontró la presencia de un ligamento arterioso entre la aorta y el tronco pulmonar, observaciones que coinciden con Pérez, 2008. Se observó que del tronco pulmonar iban tres arterias para el pulmón derecho y cinco al pulmón izquierdo. En la especie estudiada se observó que de la aorta nacían solo dos ramas, el tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda. Seguido del tronco braquiocefálico al igual que en el perro

y el gato no se encontró un tronco bicarotídeo. La aorta descendente torácica creó 12 arterias intercostales dorsales y las arterias broncoesofágicas eran 4 ramas emitidas de su borde ventral, dando ramas bronquiales y esofágicas. La arteria subclavia se ramificó en el tronco costocervical, la arteria torácica interna y la arteria axilar. El tronco costocervical dio a nacer dos ramas; la intercostal suprema y la escapular dorsal. La arteria torácica interna emitió ramas hacia los espacios intercostales caudales y dos ramas bien marcadas, la musculofrénica y la epigástrica craneal. La arteria axilar deriva de la subclavia y se continúa como arteria braquial. La arteria braquial cambió su nombre por el de arteria mediana a la altura del antebrazo y esta corrió en sentido caudal y medialmente al radio. A la altura de la articulación del carpo pasa a denominarse arteria radial, emitiendo las arterias digitales palmares comunes.



## 2.1 SUMMARY

The South American fur seal (*Arctocephalus australis*) is the main pinniped present in Uruguay. Its breeding groups are predominantly found in islands of Uruguay. It is a poorly studied species. The objective of this work was to generate knowledge about the anatomy of the arteries that supply the thoracic cavity and the thoracic limb of the species. In turn, a three-dimensional mapping of the arteries of these regions was performed. To carry out the study, twenty animals of different ages who died of natural causes that presented an acceptable state of conservation came from Isla and Islote de Lobos in the department of Maldonado and the Enchanted and Rasa Islands that are located in Cabo Polonio in the Department of Rocha. They were set up with 10 % of formalin and were injected with latex colored with red ink to allow easy distinction and identification of the arteries. As progress was made in dissections, photographs, Xrays and, CT scans were taken. The main difference we found in the heart of South American fur seal was that the subsinuosal interventricular branch had a different origin than in most domestic mammals. The presence of an arterial ligament was found between the aorta and the pulmonary trunk, these observations that coincide with Pérez, 2008. It was observed that three arteries for the right lung and five to the left lung were from the pulmonary trunk. In the studied species, it was observed that only two branches were grown from the aorta, the brachiocephalic trunk and the left subclavian artery which is the same pattern found for the Australian sea lion (*Neophoca cinerea*) (King, 1977). In addition, a bicarotid trunk was not found just like in dogs and cats. (Barone, 1996; König, and Liebich, 2015, Evans 1996). The thoracic descending aorta created twelve dorsal intercostal arteries and the

8 bronchoesophageal arteries were four branches emitted from its ventral edge, giving bronchial and esophageal branches, which differs from what was published by Smodlaka for Phycids in 2009. The subclavian artery branched into the costocervical trunk, the internal thoracic artery and the axillary artery. The cost-cervical trunk branched into the supreme intercostal and the dorsal scapular artery. The internal thoracic artery emitted branches into the caudal intercostal spaces and two-well marked branches, the musculophrenic and the cranial epigastric. This pattern was very similar to the one found in equidae (König and Liebich, 2015). The aortic artery leaned towards the dorsal and continued as a thoracic descending aorta emitting twelve dorsal intercostal arteries that were distributed on both sides of the thorax; the latter was different from that found by Smodlaka in 2009, where he mentioned that the pinnipeds have nine pair of dorsal intercostal arteries that derive from the thoracic descending aorta. The axillary artery is derived from the subclavian and continues as a brachial artery changed its name to the medial artery at the level of the forearm and it runs caudal and medially to the radius. At the level of the carpal joint, it is called radial artery, emitting the common palmar digital arteries.

### 3.0 INTRODUCCIÓN:

#### 3.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE:

El lobo marino fino (*Arctochepalus australis*) es el principal pinnípedo presente en el Uruguay, la especie se distribuye por las islas costeras de América del

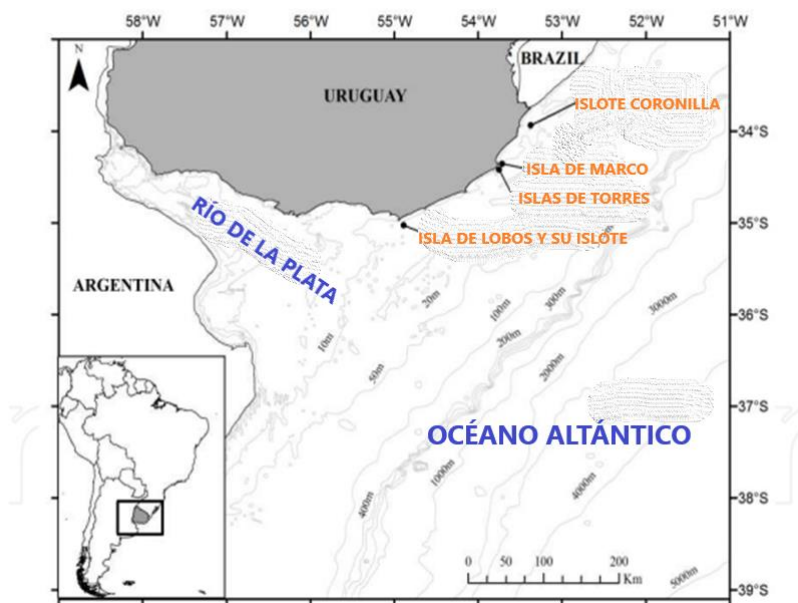


Ilustración 1: Distribución del lobo fino y

Fuente: FREPLATA-Proyecto de Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo [www.freplata.org](http://www.freplata.org)

sur, de Brasil en San Pablo por la costa atlántica hasta Paracas en Perú. Los grupos reproductores se encuentran predominantemente en islas uruguayas. (Túnez, 2008)

En el país, la especie presenta una distribución no homogénea por distintas islas en el océano atlántico, Isla e Islote de lobos, ubicadas en Punta del este, en el departamento de Maldonado, el grupo de las islas de Torres, el cual está

formado por la isla Rasa, la isla Encantada con su respectivo islote en el Cabo Polonio, y la isla de Marco cerca de Valizas. A su vez existen dos pequeños islotes en la Coronilla, también en el departamento de Rocha, los cuales son predominantemente poblados por leones marinos en época reproductiva, pero también pueden llegar a verse ejemplares de lobo fino. (Arbiza, 2006)

En 1953, la población uruguaya se estimaba en 250 444 animales pero en 1995, la estimación había aumentado a 280 000 animales, lo que indica una tasa de crecimiento anual del 1,4%. Este incremento de la población se debió a la prohibición de la caza en 1991 para fines comerciales de la especie. (Paez, 1997).

El lobo fino pertenece al suborden *pinnipedia*, el cual envuelve a tres familias, la *phocidae* que forman las focas, la *odobenidae* comprendida por las morsas y la *otariidae* que está comprendida por los leones marinos y la especie de interés en nuestro trabajo, el lobo fino. (Ponce de León, 2000)

Las principales diferencias morfológicas las podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 1: Diferencias morfológicas entre las 3 familias de pinnípedos presentes en Uruguay

<b>otaridae</b>	<b>phocidae</b>	<b>Odobenidae</b>
<b>Tienen pabellón auricular</b>	No tienen pabellón auricular	No tienen pabellón auricular
<b>Testículos escrotales</b>	Testículos intraabdominales	Testículos intraabdominales
<b>Tamaño de caninos superiores normal</b>	Tamaño de caninos superiores normal	Caninos superiores muy largos
<b>2 Incisivos inferiores de cada lado</b>	1 ó 2 incisivos inferiores de cada lado	Incisivos inferiores ausentes
<b>Con meato acústico superficial</b>	Sin meato acústico interno	Con meato acústico ancho y redondeado
<b>Proceso supraorbital presente</b>	Proceso supraorbital ausente	Proceso supraorbital ausente

Fuente: Taxonomía sistemática y sinopsis de la biología y ecología de los pinnípedos en Uruguay (Alberto Ponce de León, 2000)

Los machos adultos del lobo fino alcanzan longitudes de hasta 2 metros y pesan entre 120 y 200 kg, mientras que las hembras alcanzan 1,4 m de largo y su peso ronda entre los 40 kg y 55 kg, los recién nacidos pueden llegar a alcanzar medio metro de largo y pesar de 3.5 kg a 5.5 kg. Existe un marcado dimorfismo sexual (Ilustración 2), siendo el macho hasta 4 veces más grande que la hembra. (Vaz-Ferreira, 1987).



Ilustración 2: Vista de Isla de lobos. Nótese el dimorfismo sexual.

H:Hembra; M:Macho; C:Cachorro

En las islas donde vive y se reproduce el lobo marino fino (*Arctocephalus australis*) también se encuentran pobladas por el león marino (*Otaria flavescens*) o también llamado lobo marino común o lobo marino de un pelo, la competencia entre ambas especies se ve reducida por varios factores, los cuales incluyen diferentes estaciones de reproducción y la diferencia en la preferencia de las zonas en la isla, en donde el lobo fino prefiere piedras con zonas abruptas y con grietas mientras que el león opta por zonas de rocas planas. (Vaz-Ferreira, 1987)

Las costas oceánicas en Uruguay son muy ricas en alimento, y no hay evidencia de que puedan llegar a limitar a las poblaciones de otáridos, (Drago, 2010).

El lobo fino nada generalmente en aguas profundas consumiendo recursos de

todo tipo con un amplio rango de tamaño como cefalópodos, anchoa, anchoíta, pez sable, cynoscion entre otros. Hay que tener en cuenta que la dieta del lobo fino varía según la abundancia de las especies, la cual depende del momento del año. (Naya, 2002)

Con respecto a la interacción con el ser humano, pueden ser atrapados o lastimados por las redes de enmalle pertenecientes a la pesca artesanal, siempre en menor medida que el león marino, que está mucho más expuesto por tener preferencia de caza en aguas costeras y a su vez consumir los peces que han capturado los barcos de pescadores. (De María, 2012).

Con respecto a la madurez sexual en hembras de lobo fino, se produce a los dos o tres años, mientras que en el sexo masculino se da generalmente entre los cinco y los siete. Es una especie polígama, por lo que cuando llega la época reproductiva (noviembre-diciembre) los machos reproductores establecen un límite de terreno que le favorezca el encuentro con las hembras. La gestación dura once meses, y el parto siempre es en tierra. Entre el quinto y el octavo día de ocurrido las hembras son nuevamente copuladas, desarrollándose un embrión hasta el estadio de blastocisto, el cual va a estar interrumpido durante tres meses, para luego reanudar su maduración cuando se anide en el endometrio de la madre (Ponce de León, 2000).

En la anisogamia y los sistemas de crías poligénicos se presenta la deserción del macho con respecto al cuidado de las crías, debido a que este solo se interesará por la obtención de futuras parejas, el cuidado del cachorro le corresponderá exclusivamente a la madre. La leche materna es el principal alimento del cachorro en el primer año de vida. Las crías sufren ayunos



Ilustración 3: En isla de lobos un cachorro amamantando.

prolongados debido a que sus madres se ausentan por 15 días o más en busca de alimento, quedando como única fuente de energía sus reservas corporales, que si son malas ponen en riesgo su supervivencia. Además de alimentarlo (Ilustración 3), la madre también es responsable de proteger al cachorro de agresiones por otros individuos de la colonia (Franco, 2010).



### 3.2 GENERALIDADES DE LA CAVIDAD TORÁCICA

Las cavidades del cuerpo se encuentran en el tronco y se dividen en 3 regiones, la pelvis, el abdomen y el tórax, siendo el último nuestro objetivo de estudio.

La cavidad torácica está protegida dorsalmente por la columna vertebral, ventralmente por el esternón y por las costillas lateralmente. Esta se compone por importantes elementos como los grandes vasos y el corazón. A su vez también forman parte de ella los pulmones, la tráquea y el esófago. El diafragma es el músculo que la separa de la cavidad abdominal. (König, 2005)

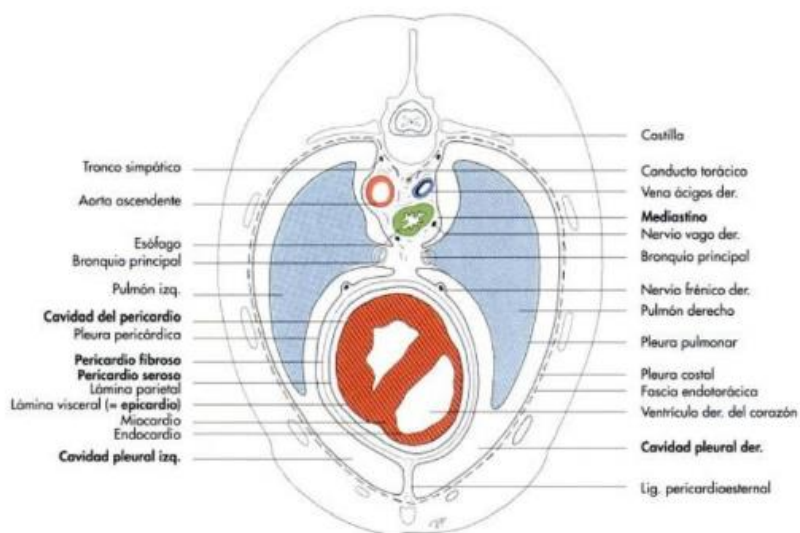


Ilustración 4: Representación esquemática de la cavidad torácica (corte transversal). Fuente: Anatomía de los animales domésticos, Editorial médica panamericana (2005).

### 3.3 GENERALIDADES DEL CORAZÓN Y ARTERIAS:

El corazón es la bomba muscular del sistema cardiovascular, se ubica en el mediastino medio desviado hacia la izquierda. Generalmente tiene forma de cono invertido. El músculo cardíaco (miocardio) se nutre por las arterias coronarias derecha e izquierda que derivan de la aorta ascendente. El corazón se compone por una base comprendida por dos aurículas y un ápex formado por dos ventrículos. (Dyce, 2010)

La sangre retorna desoxigenada de los tejidos corporales através de la vena cava, la cual desemboca en la aurícula derecha, atravesando la válvula tricúspide llegando al ventrículo derecho. De allí circula por el tronco pulmonar hasta llegar a los pulmones en donde será oxigenada, retornando hacia la aurícula izquierda através de las venas pulmonares. La sangre oxigenada pasará por la válvula mitral hasta llegar al ventrículo izquierdo, en donde por la aorta saldrá a la circulación periférica. (Evans, 2013)

Las arterias de todo el cuerpo nacen con la aorta en el corazón y se componen de tres túnicas concéntricas principales: la túnica interna, la túnica media y la túnica adventicia. La primera consta de endotelio y una membrana elástica interna. La segunda está conformada por tejido elástico y músculo liso en cantidades variables que según sea su proporción, las arterias se clasificaran en grandes (elásticas), medianas (musculares) o pequeñas (arteriolas). La capa mas externa es la adventicia la cual está formada por tejido conectivo compuesto por colágeno y algunas fibras elásticas. La función de las arterias es hacer circular la sangre oxigenada desde el corazón a la periferia. (Dyce, 2010)

#### **4.0 IMPORTANCIA DEL TRABAJO Y ANTECEDENTES EN EL LOBO FINO** ***(Arctocephalus australis)***

El lobo fino (*Arctocephalus australis*) es una especie escasamente estudiada en el Uruguay. El desconocimiento de la distribución arterial al momento de realizar una cirugía de urgencia como el simple hecho de sacar sangre para el monitoreo de la población, nos demuestran la importancia de estudiar la anatomía de los vasos sanguíneos en el animal, la cual nos brindará conocimiento para mejorar cualquier intervención quirúrgica, procedimiento médico, técnico o conservacionista que se realice en el lobo fino.

Los estudios de la anatomía torácica circulatoria del lobo marino fino son escasos. En la especie, existen investigaciones sobre la irrigación arterial de las glándulas adrenales (Santos, 2011), como del corazón (Pérez, 2008). Anteriormente se publicaron artículos destinados a la vascularización de distintas regiones del cuerpo que fueron estudiados en otros miembros de la superfamilia. Drabek opina que la forma del corazón más aplanada y la aorta ascendente en las focas de Weddell son adaptaciones anatómicas para el buceo, como así también lo es el bulbo aórtico, el cual sugiere que mantiene la presión arterial y la perfusión de sangre en el cerebro y el tejido cardíaco cuando entran en bradicardia debido a la inmersión. Estudios desarrollados por King en 1977 sugieren que los pinnípedos poseen el mismo patrón de distribución arterial en la cavidad torácica que los carnívoros. Harrison en 1956 describe el sistema circulatorio en los cetáceos. No hay investigaciones de la irrigación arterial del miembro torácico en el lobo fino pero si las hay en carnívoros, específicamente en el perro (Riera, 2000), especie que se cree que

tiene una alta similitud en su estructura y disposición arterial. La ausencia de información acerca del sistema circulatorio del lobo marino fino son la motivación de este trabajo.

## 5.0 OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

Generar conocimiento acerca de la anatomía de las arterias que irrigan la cavidad torácica y el miembro torácico del lobo fino (*Arctocephalus australis*).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir los principales hallazgos macroscópicos encontrados en el sistema arterial de la cavidad y miembro torácico.
2. Realizar un modelo tridimensional de la distribución arterial en la cavidad torácica y miembro anterior.

## **6.0 MATERIALES Y MÉTODOS:**

Para realizar el estudio se utilizaron 20 animales de distintas edades muertos por causas naturales que presentaron un estado de conservación aceptable. Los animales procedieron de la Isla e Islote de Lobos en el departamento de Maldonado y de las Islas Encantada y Rasa que se encuentran frente a Cabo Polonio en el departamento de Rocha. Los ejemplares fueron recolectados de las islas y se trasladaron por embarcaciones a la costa, para luego congelarse en un freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  el cual se encontraba en la “Estación Experimental de Investigaciones Marinas y Acuicultura” de la DINARA en el Parque Nacional Cabo Polonio, Rocha. Luego de ser congelados se fijaron con formol al 10% y fueron trasladados en camionetas pertenecientes a la Facultad de Veterinaria al Área de Anatomía.

En el Área de Anatomía se encontraron las instalaciones y equipamientos necesarios para realizar los trabajos. En dicho lugar se dispuso de freezers, cámara frigorífica, balanza digital con capacidad de 150 kg, instrumental de disección completo, cinta métrica, elementos de protección personal, mesas de acero inoxidable, piletas de acero inoxidable, recipientes plásticos herméticos de diferentes capacidades, lupa estereoscópica binocular con cámara fotográfica, lentes de aumento binoculares, laboratorio fotográfico con iluminadores, cámara de fotos Réflex Digital Nikon D 7000 con objetivo macro, cámara filmadora Sony, computadoras de escritorio y laptops con conexión a internet y acceso a bases de datos bibliográficos (Ebsco, Scopus, Science Direct, etc.).

Enseguida que llegaron los animales a la Cátedra de Anatomía de la Facultad de Veterinaria se comenzó por tomarles medidas estándar como la longitud corporal y el peso para luego ser congelarlos.

Al otro día se procedió a retirarlos del freezer para comenzar la disección simple que fue nuestro método de estudio.

Se realizó la disección del cuello y se inyectó en la arteria carótida común de un lado un volumen de 60 a 150 ml de látex coloreado con tinta roja, el cual coaguló luego de conservar al animal de nuevo en cámara frigorífica durante 24 horas. Esto permitió una fácil distinción e identificación de las arterias. A medida que se avanzó en las disecciones se tomaron fotografías, radiografías y tomografías.

La disección simple fue la técnica anatómica utilizada para exponer los objetos en estudio. El material que se necesitó para realizarla fueron pinzas, bisturís y tijeras. Con el bisturí se incidió la piel del animal en decúbito dorsal a nivel del manubrio del esternón hasta su apófisis xifoides, retirando la piel, el tejido subcutáneo, los músculos pectorales, recto y transversos torácicos para exponer toda la cavidad torácica, incluido el arco costal. Se procedió a cortar los cartílagos costales con una sierra siempre usándose con cuidado los objetos cortantes para evitar la ruptura de partes no deseadas. Luego se retiró el pericardio exponiendo el corazón y los grandes vasos procediendo a su estudio.

Para disecar el miembro torácico se retiró la piel de la región axilar y braquial, y se continuó separando los músculos romboides, serrato ventral, dorsal ancho, cleidobraquial, tríceps y bíceps braquial. Se estudió la irrigación arterial que

presentaba la región. También se eliminaron los músculos esternocéfálico y esternotirohioideo para ver los vasos que se dirigían hacia el cuello, cranealmente a la primera costilla.

Las radiografías fueron realizadas en el Hospital de la facultad de Veterinaria Udelar, en el centro de Imagenología. Se utilizó como medio de contraste sulfato de bario por medio intraarterial.

Las imágenes radiológicas se producen por la absorción diferencial de rayos X cuando el haz primario pasa a través de los tejidos. Los fotones que no son absorbidos por el cuerpo determinan la escala de negros y grises de la imagen. La absorción de fotones depende del espesor, la densidad física y el número atómico efectivo del tejido del cuerpo.

Las tomografías se realizaron con el tomógrafo Siemens de 64 hileras el cual estaba en el Hospital de clínicas Dr Manuel Quintela, siendo manejado por un licenciado especializado. A los animales se les administró yodo en volumen de 20 a 40 ml en 300mg/ml de concentración como medio de contraste por vía intra arterial antes de ser llevados al lugar. Se procedió con la siguiente técnica: 120 KV, 150-160 Ma, pitch de 0,7 y espesor de 0,6 mm.

Las tomografías nos ofrecieron una imagen tridimensional de las estructuras con un aumento en la resolución del contraste, permitiendo la diferenciación de las partes blandas. Todas las imágenes computadas obtenidas fueron guardadas para su documentación, estudio y discusión. Cada fotografía fue acompañada de un fotograma o esquema donde se indicó exactamente las estructuras fotografiadas. Luego de ser descargadas en la computadora se archivaron en carpetas exclusivas para cada animal.



Todos los datos correspondientes al animal y las observaciones realizadas durante la disección junto a las medidas básicas 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.

## 7.0 RESULTADOS:

En la cavidad torácica en el mediastino medio entre la tercera y séptima costilla se ubicaba el corazón, estaba levemente desviado a la izquierda, era largo y chato. Estaba cubierto por los pulmones y rodeado por el pericardio.

Las principales ramas emitidas por el corazón eran la aorta y el tronco pulmonar. El diámetro del bulbo aórtico fue importante. El bulbo aórtico y el tronco pulmonar estaban unidos por el ligamento arterioso (Ilustración 5)

El tronco pulmonar se originó del ventrículo derecho abrazado por las aurículas derecha e izquierda del corazón. Del tronco pulmonar fueron emitidas las arterias pulmonares hacia los pulmones siendo en promedio de los animales disecados tres arterias pulmonares para el pulmón derecho siendo una sola de ellas de un calibre importante y cinco arterias al pulmón izquierdo solo una de ellas de un diámetro significativo.

La irrigación arterial del corazón se iniciaba en los senos coronarios (Ilustración 6) con las arterias coronarias derecha e izquierda, la cual se dividía en la arteria circunfleja y arteria interventricular paraconal. La arteria coronaria derecha creó la arteria interventricular subsinusal la cual se unía con la arteria interventricular paraconal en el ápex del corazón. (Ilustración 5)

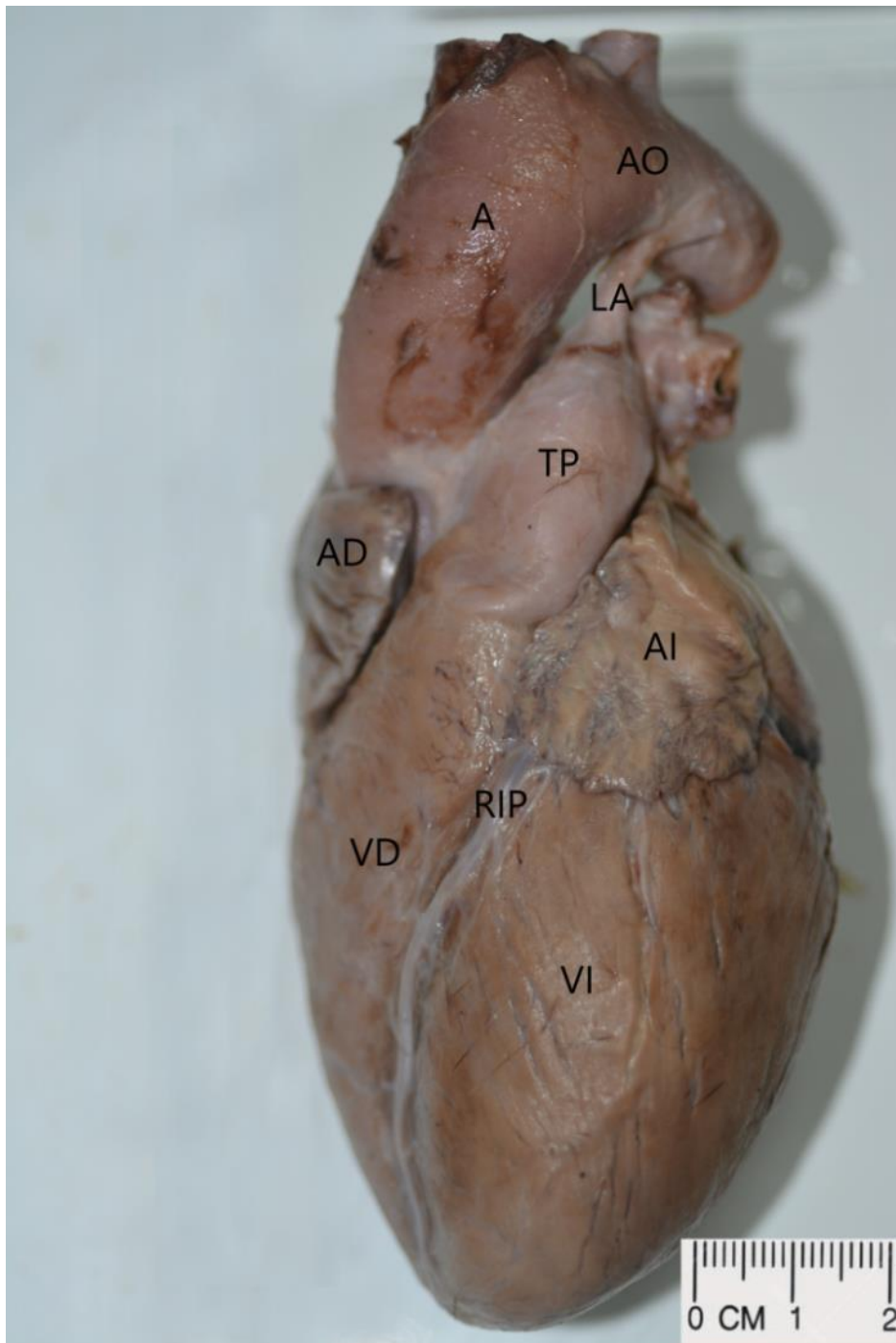


Ilustración 5: Vista de la cara auricular del corazón luego de remover el pericardio.

A: Arteria aorta; AD: Aurícula derecha AO: Arco aórtico. LA; Ligamento arterioso; RIP: Arteria interventricular paraconal; TP: Tronco pulmonar; VD: Ventrículo derecho; VI: Ventrículo izquierdo

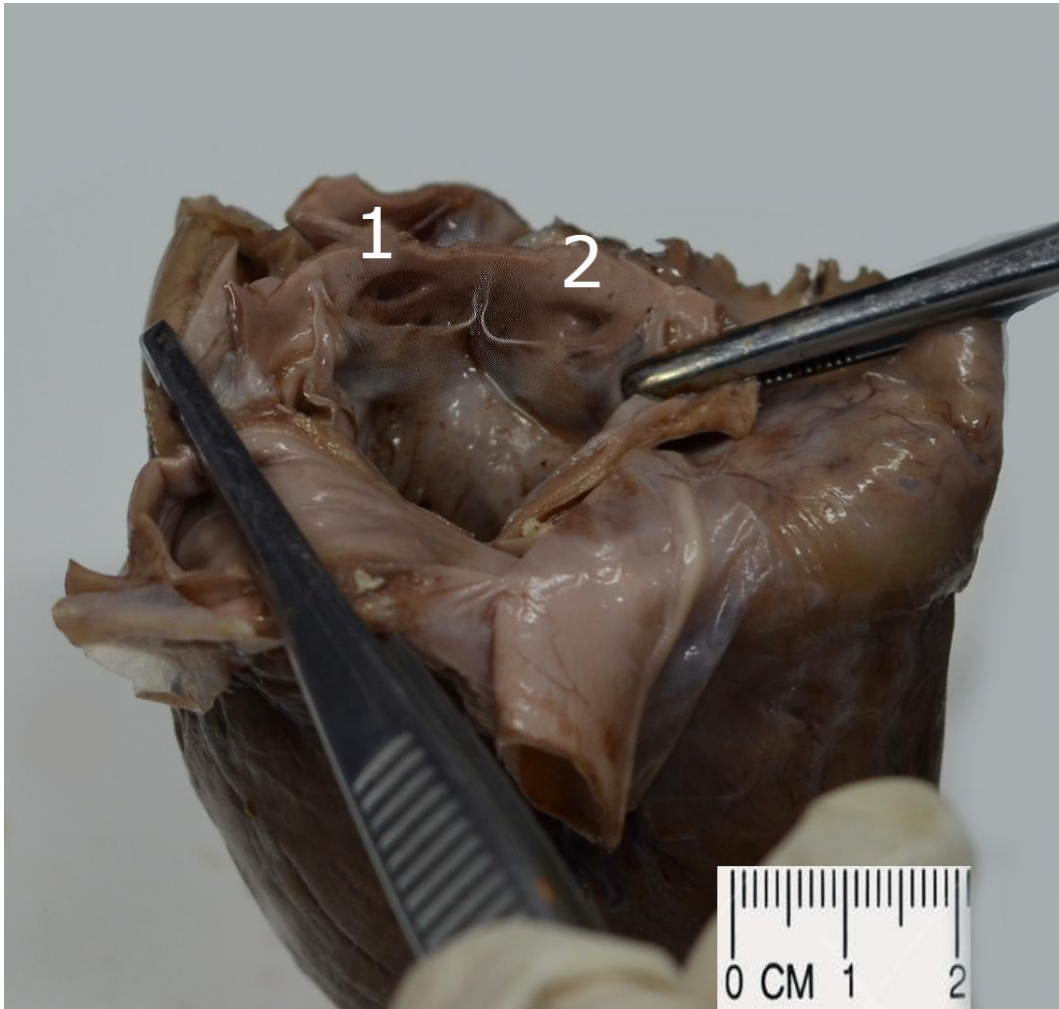


Ilustración 6: vista dorsolateral del corazón luego de retirar la aorta y el tronco pulmonar.

1:Seno conorario derecho; 2:Seno conorario izquierdo

La aorta presento una pared gruesa y se le describían dos porciones bien marcadas, la primera se originaba entre el ventrículo izquierdo y el arco aórtico formando la aorta ascendente, la otra porción que se continuaba hacia caudal era la aorta descendente. Las principales ramas para irrigar las regiones del miembro y la cavidad torácica procedían de esta arteria.

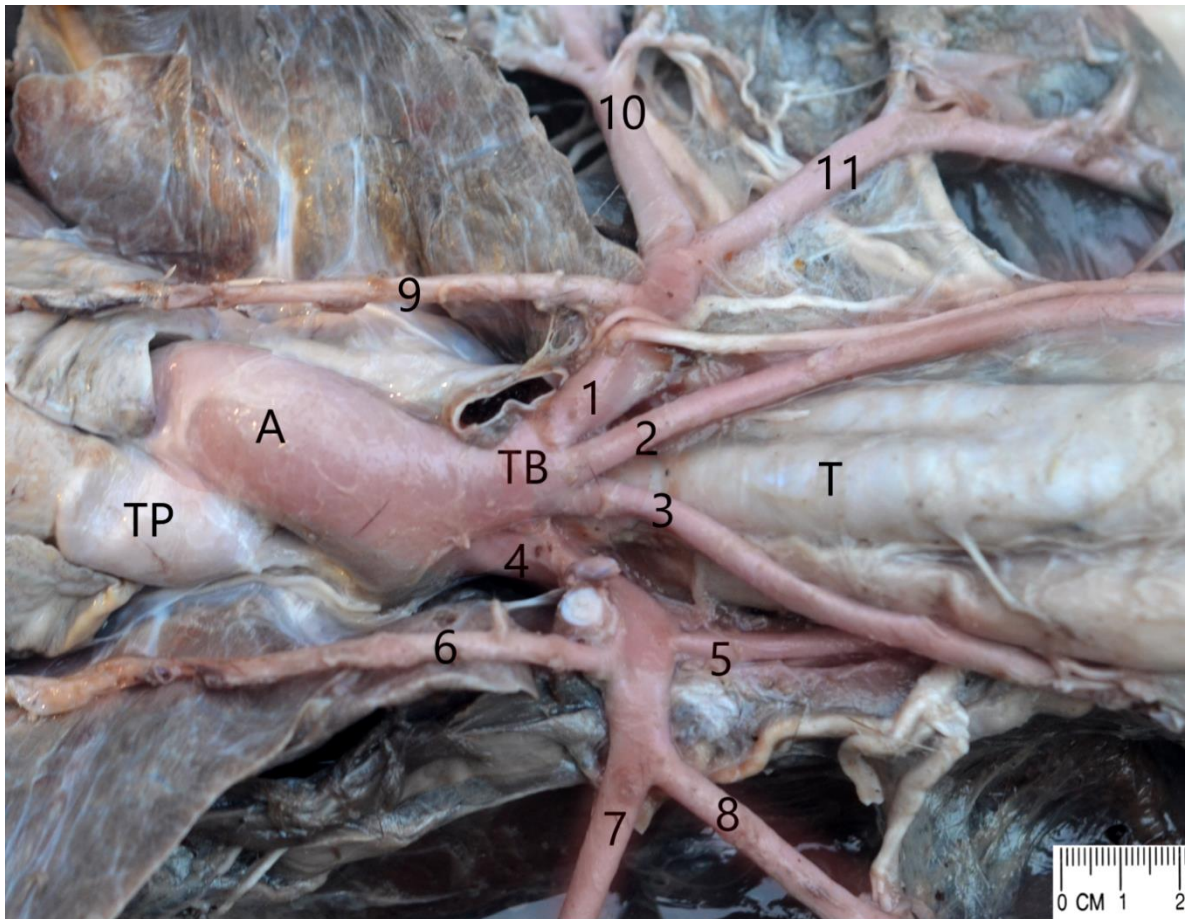


Ilustración 7: Vista ventral de la cavidad torácica luego de remover el esternón y pericardio.

TP: Tronco pulmonar T: Tráquea A: Arteria aorta TB: Tronco braquiocefálico 1:Arteria subclavia derecha 2:Arteria carótida común derecha 3:Arteria carótida común izquierda 4:Arteria subclavia izquierda 5: tronco costo cervical; 6:Arteria torácica interna izquierda; 7: arteria axilar; 8: Arteria Cervical Superficial 9:Arteria torácica interna derecha 10:Arteria axilar; 11:Cervical superficial

En el arco aórtico se originaba el tronco braquiocefálico, que era una arteria de gran calibre y la arteria subclavia izquierda. El tronco braquiocefálico se originó en la convexidad craneal del arco aórtico. Se ubicó ventrolateralmente a la derecha del esófago y ventral a la tráquea emitiendo en orden de derecha a

izquierda la arteria subclavia derecha, arteria carótida derecha y arteria carótida izquierda. (Ilustración 7)

La subclavia izquierda nació a continuación del tronco braquiocefálico en la convexidad del arco aórtico entre el segundo y tercer cartílago costal, la arteria se dispuso en forma oblicua lateral y craneal al esófago presentando una pared arteria importante y de mayor diámetro que la subclavia derecha quien por el contrario se originó de forma asimétrica a la subclavia izquierda naciendo del tronco braquiocefálico próximo al primer espacio intercostal. La subclavia izquierda dio origen a la arteria torácica interna, a la arteria cervical superficial, al tronco costo cervical y a la arteria axilar (Ilustración 8').



Ilustración 8: Tomografía computarizada. Vista ventral de tórax.

A: Arco aórtico; B: Bulbo aórtico; T: Tronco braquiocefálico; 1: Aorta ascendente; 2: Aorta descendente; 3: Arteria subclavia derecha; 4: Arteria carótida común derecha; 5: Arteria carótida común izquierda; 6: Arteria subclavia izquierda.

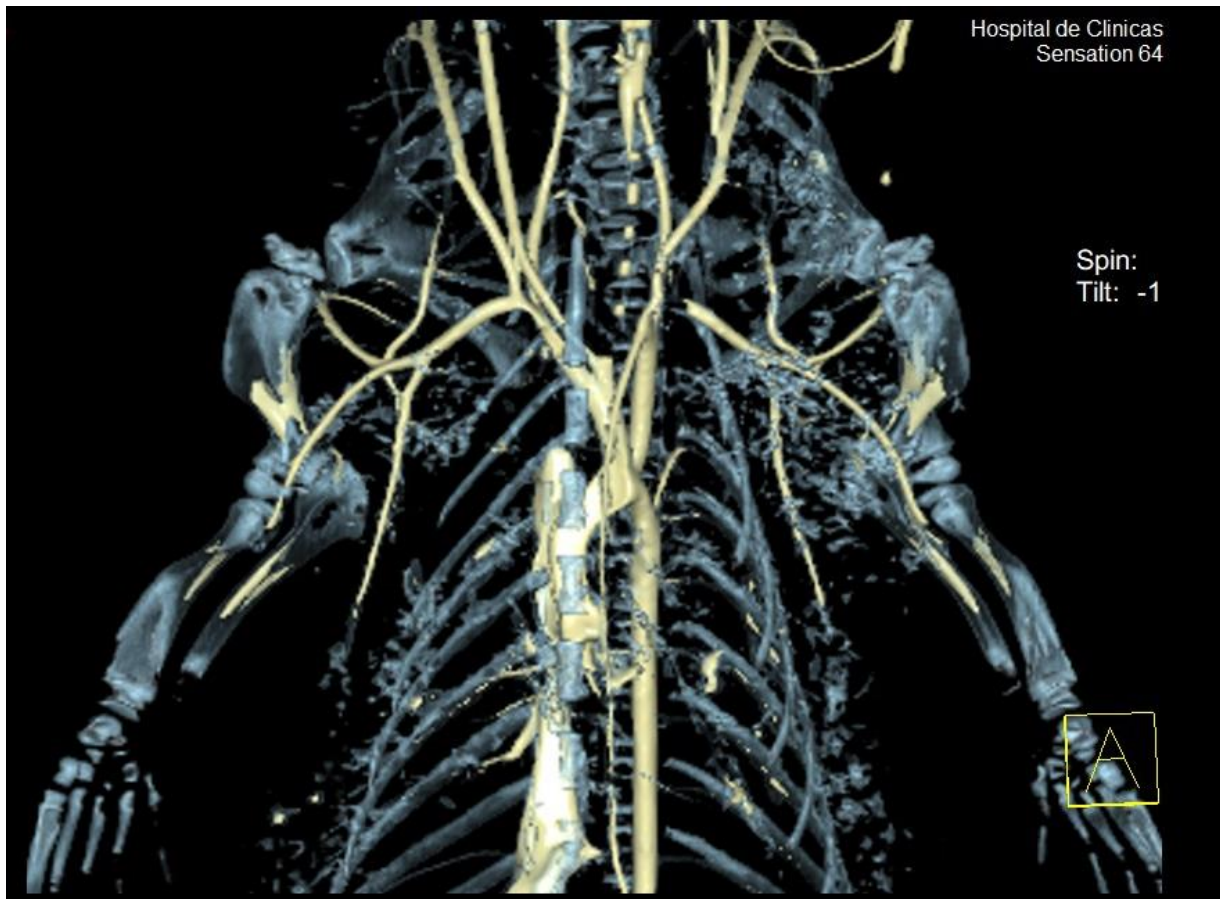


Ilustración 8': Reconstrucción tridimensional de tomografía computada vascular de cavidad torácica y miembro torácico en un lobo fino,

El tronco costo cervical fue la primera rama emitida por la subclavia. (ilustración 7). De la arteria derivaron dos ramas primero la arteria intercostal suprema y luego la arteria escapular dorsal. La arteria torácica interna fue la segunda rama en ser emitida (ilustración 9). Su origen fue opuesto a la arteria vertebral y tenía una dirección caudo ventro medial que tomaba una posición dorso lateral

y paralela al esternón emitiendo las arterias intercostales ventrales y epigástrica craneal así como las ramas destinadas al timo, pleura, pericardio y diafragma, esta última designada como rama músculo frénica (Ilustración 11).

La arteria cervical superficial nació enfrente a la arteria torácica interna presentando un importante calibre. A lo largo de su recorrido fue emitiendo ramas de diferentes tamaños. La primera fue la arteria supraescapular acompañada por el nervio quien lleva el mismo nombre. La arteria cervical superficial se continuó luego como rama ascendente para irrigar los músculos esternocefálico, trapecio, esternocleidomastoideo, escaleno y nódulo linfático cervical superficial desapareciendo en pequeñas ramas hacia los músculos antes mencionados.

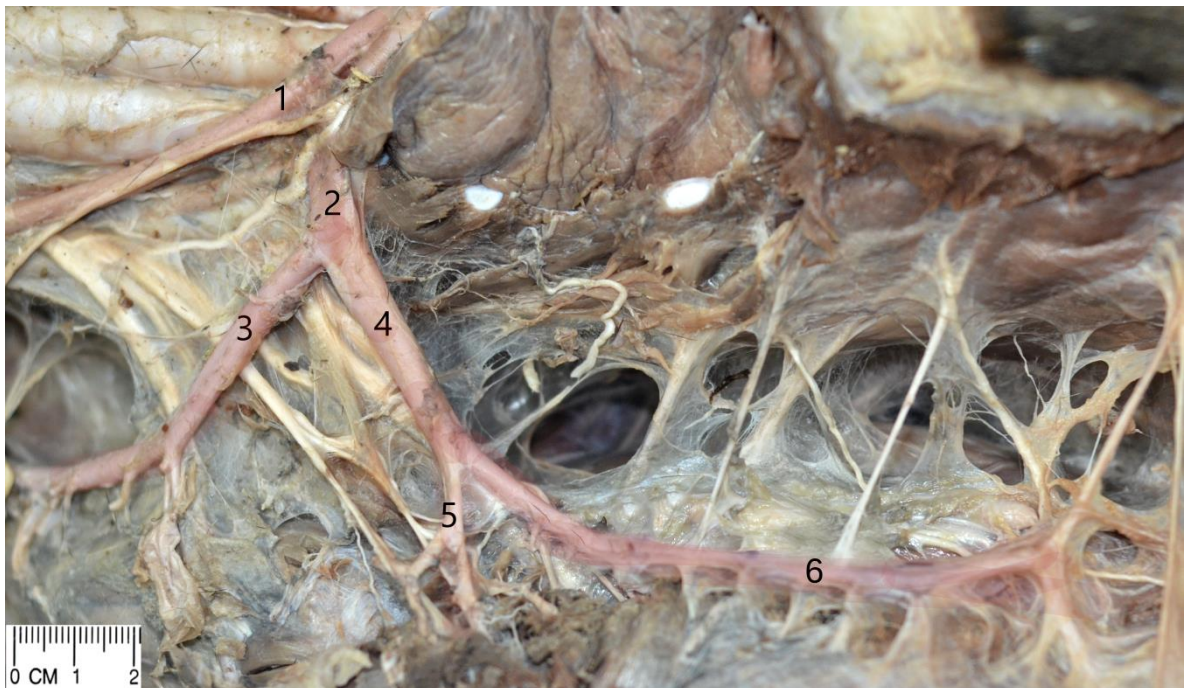


Ilustración 9: Vista ventrolateral derecha de región axilar luego de remover los músculos pectorales.

1:arteria carótida común derecha; 2: arteria subclavia derecha; 3:arteria cervical superficial;  
4:arteria axilar; 5: arteria subescapular; 6:arteria torácica externa



La arteria aorta luego de emitir la arteria subclavia izquierda en la convexidad del arco aórtico tomó una dirección hacia dorsal continuando como aorta torácica descendente hasta el hiato aórtico donde se continuó como aorta abdominal. Durante su trayecto se posicionó ventral al techo del tórax emitiendo 12 arterias intercostales dorsales que eran distribuidas a ambos lados del tórax y eran responsables de vascularizar toda la cavidad torácica. (ilustración 10). Las arterias intercostales dorsales se anastomosaban con las arterias intercostales ventrales que eran ramas directas de la arteria torácica interna.

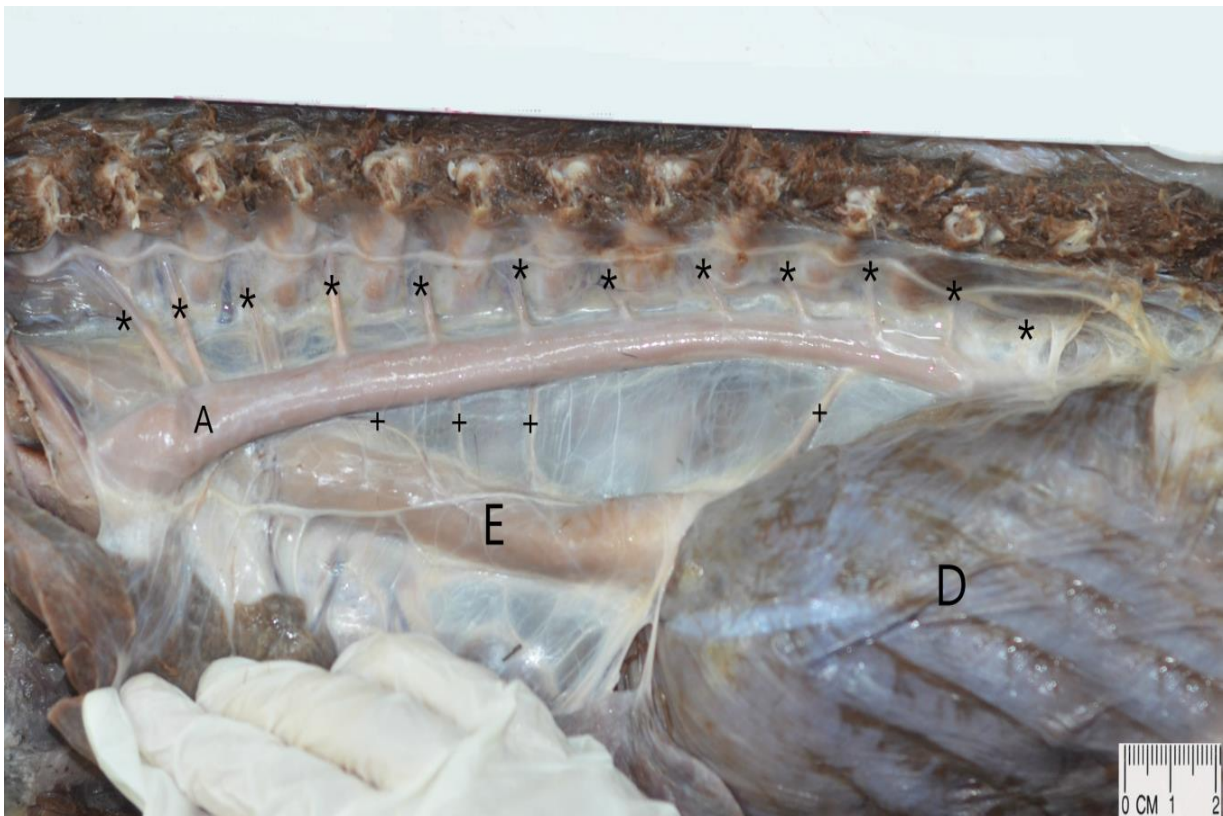


Ilustración 10: Vista lateral del tórax luego de retirar el miembro torácico, las costillas y reclinar el pulmón hacia ventral.

\*:Arterias intercostales dorsales; +:Arterias broncoesofágicas; A:Aorta, D:Diafragma;E:Esófago

Las tres primeras arterias intercostales dorsales derivaron del tronco costo cervical. Las arterias broncoesofágicas fueron ramas emitidas en el borde ventral de la aorta descendente, dando ramas bronquiales y esofágicas. En total se describieron 4 arterias broncoesofagicas emitidas por la aorta descendente y fueron inconstantes en el origen de los diferentes animales disecados (Ilustración 10). La ultima arteria broncoesofagica emitida se ramificaba en diversas ramas para el esofago emitiendo también un rama para el musculo diafragma. La última rama emitida por la aorta torácica descendente fue la arteria costoabdominal dorsal. (Ilustración 11)

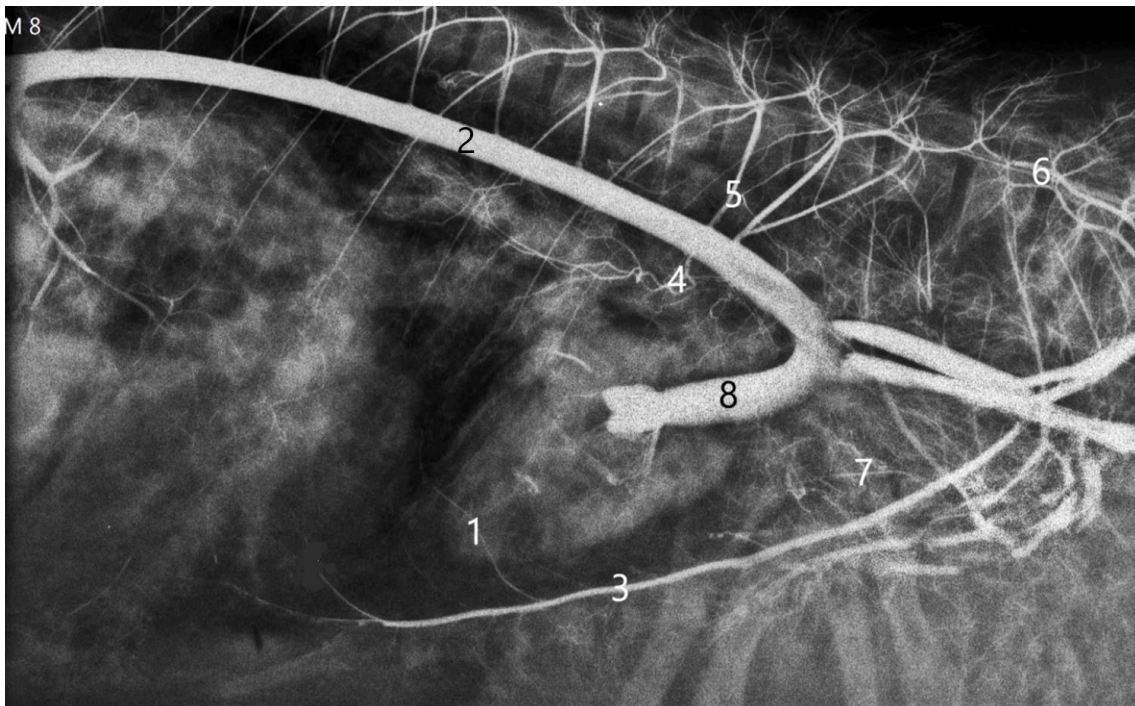


Ilustración 11: Radiografía de tórax. Incidencia laterolateral.

1: Rama de arteria torácica interna para el pericardio 2:Aorta torácica descendente; 3: Arteria torácica interna; 4: Arterias broncoesofágicas 5: Arterias intercostales dorsales 6: Arterias intercostales dorsales derivadas del tronco costocervical 7: Rama de la arteria torácica interna para el timo; 8:Arco aórtico.

La arteria axilar era la continuación directa de la subclavia, siendo la principal arteria que irrigaba el miembro torácico (Ilustración 12). Presentó un recorrido importante en la región axilar posicionándose ventralmente al plexo axilar previo a continuarse como arteria braquial a la altura de la articulación escapulohumeral. Las principales zonas irrigadas por la arteria axilar fueron la región pectoral y del hombro. Una de las arterias de mayor calibre emitida por la arteria axilar fue la arteria torácica externa seguida por la arteria subescapular. La arteria torácica lateral era emitida unos cuantos centímetros más hacia distal en conjunto con la arteria circunfleja caudal del húmero y la arteria circunfleja craneal del húmero (Ilustración 12).



Ilustración 12: Vista ventral de región axilar y miembro torácico.

1:Arteria circunfleja caudal del húmero; 2: Arteria circunfleja craneal del húmero; 3:Arteria Braquial 4: Arteria braquial superficial 5: Arteria ulnar colateral 6:Arteria mediana 7:Arteria mediana 8:Arteria ulnar 9:Arteria radial

La arteria axilar luego de emitir estas tres importantes ramas se continuó como arteria braquial quien presentó un corto tamaño y se posicionó medial y oblicuamente al húmero donde emitió antes de llegar a la articulación del codo la arteria braquial superficial y la ulnar colateral. Luego de emitir estas arterias la arteria axilar se continuó como arteria mediana de corta longitud. La arteria mediana próximo a la articulación del codo emitió la arterial ulnar. La arteria mediana continuó hasta la mitad del antebrazo donde se ramificó hacia craneal con el mismo nombre y siguió una dirección recta para formar la arteria radial. Luego de emitir las arterias digitales palmares (Ilustración 13), encargadas de irrigar la región de los cinco metacarpianos, estas se anastomosaban en la parte más distal del miembro y se perdían dificultado su identificación.



Ilustración 13: Vista palmar del miembro torácico luego de retirar piel y fascia.

4: Arteria radial; 5:Arteria digital palmar

## 8.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES:

El corazón de los mamíferos domésticos se ubica en el mediastino medio hacia la izquierda envueltos por una membrana fibroserosa correspondiente al pericardio (Barone, 1996; König y Liebich, 2015; Dyce, 2010). Estaba formado por cuatro cámaras, dos atrios y dos ventrículos siendo los mismos resultados encontrados por (Pérez, 2008); Los mamíferos marinos a diferencia de los mamíferos domésticos presentan una compresión dorso ventral del tórax provocando que la cara auricular se disponga de forma ventral y la cara atrial hacia dorsal, estos mismos resultados encontramos en los lobos marinos y se corresponden a los descritos por (Smodlaka 2009;Dabrek, 1975) sobre la disposición aplanada dorsoventral del corazón en la *Phoca hispida*.

En los mamíferos domésticos las arterias que nutren al corazón son derivadas de la aorta y se conocen como arterias coronarias derecha e izquierda. Ellas surgen de los senos coronarios derecho e izquierdo respectivamente. En el perro y la foca anillada la arteria coronaria derecha se convierte en la arteria circunfleja derecha la cual corre dorsalmente al atrio derecho formando la rama interventricular subsinusal que se dirige hacia abajo por el surco longitudinal aproximándose a la rama paraconal de la arteria coronaria izquierda (Barone,1996; Dyce 2010). La principal diferencia que encontramos en los lobos marinos finos fue que la rama interventricular subsinusal tenía una procedencia distinta, ya que su origen fue directamente de la arteria coronaria derecha y no de la rama circunfleja derecha, anastomosándose en el apex con la rama correspondiente de la arteria coronaria izquierda. Esto último coincide con lo publicado por Pérez en 2008.

En el lobo marino se encontró que el tronco pulmonar nació del ventrículo derecho abrazado por las aurículas izquierda y derecha al igual que lo ya descrito para el lobo fino y la foca de anillos (Pérez, 2008; Smodlaka, 2009). Estos resultados coinciden también para los mamíferos domésticos (Dyce, 2010; Barone, 1996; Evans, 2013). Se encontró la presencia de un ligamento arterioso entre la aorta y el tronco pulmonar siendo el mismo vestigio del conducto arterioso que en la edad fetal se encarga de conducir la mayor parte de sangre de la arteria pulmonar a la aorta (Pérez, 2008; Barone, 1996; Evans, 2013). En la especie estudiada, se observó que del tronco pulmonar iban tres arterias para el pulmón derecho y cinco al pulmón izquierdo, que difiere de lo encontrado en fócidos, específicamente en la foca anillada el tronco pulmonar emitía una arteria derecha e izquierda, ambas con dos ramas, una craneal y otra caudal (Smodlaka, 2009).

En los primates y el hombre la aorta es la primera arteria en salir del corazón, esta emite tres ramas principales, el tronco braquiocefálico, la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda (Barone, 1996). En la especie estudiada observé que de la aorta nacían solo dos ramas, el tronco braquiocefálico que emitía tres ramas (arteria subclavia derecha, arteria carótida común derecha y arteria carótida común izquierda) y la arteria subclavia izquierda mismo patrón de distribución encontrado para el león marino australiano (*Neophoca cinérea*) (King, 1977) pero diferente al hallado en las especies domésticas ya que estas poseen tronco bicarotídeo exceptuando el perro, el cual posee un patrón de distribución muy similar de los grandes vasos del corazón al lobo fino (Barone, 1996).

En *Phoca hispida* se ha descrito una expansión del bulbo aórtico, lo cual se cree que es consecuencia de las adaptaciones al medio acuático (Drabek, 1975) .En los ejemplares estudiados también encontramos esta característica anatómica.

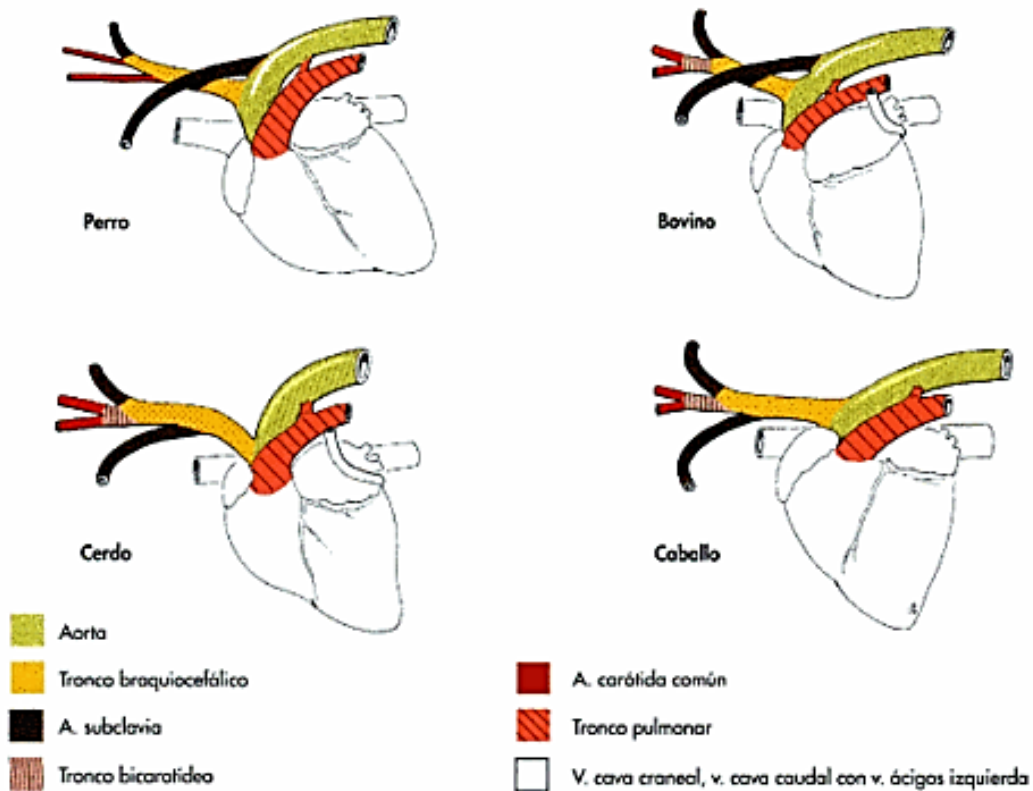


Ilustración 14: Representación esquemática comparativa de la ramificación de los grandes vasos en la base del corazón de los mamíferos domésticos. Fuente: Ghetie,1967.

En la foca anillada, la arteria aorta, luego de crear los vasos que se dirigen hacia craneal, se inclina hacia dorsal y continúa como aorta descendente torácica. Esta última genera nueve pares de arterias intercostales dorsales encargadas de irrigar la pared torácica y la médula espinal. De la porción craneal del arco aórtico se originó la arteria broncoesofágica en dos partes, una rama esofágica y otra bronquial (Smodlaka, 2009). Su hallazgo en el pinnípedo difiere de lo encontrado en el lobo fino, ya que la aorta descendente crea 12

arterias intercostales dorsales y las arterias broncoesofágicas son 4 ramas emitidas del borde ventral de la aorta descendente, dando ramas bronquiales y esofágicas. También difiere de lo publicado por König y Liebich en 2015 para los équidos, en donde afirma que la aorta descendente crea hacia caudal un tronco broncoesofágico que se divide en una rama bronquial y otra esofágica, y en el perro que posee una sola arteria broncoesofágica y sale dorsalmente en dirección craneal de la aorta descendente.

La arteria carótida común izquierda nacía del tronco braquiocefálico, al igual que la arteria carótida común derecha y la arteria subclavia derecha, ellas eran las responsables de nutrir la mayor parte miembro torácico en el lobo fino.

En el caballo los territorios perfundidos por la arteria subclavia pertenecen al cuello, la parte dorsal y ventral del tórax así como del miembro torácico. Esta arteria se ramificó en el tronco costocervical, la arteria torácica interna y la arteria axilar. El tronco costocervical da a nacer dos ramas; la intercostal suprema y la escapular dorsal. La arteria torácica interna emite ramas hacia los espacios intercostales caudales y dos ramas bien marcadas, la musculofrénica y la epigástrica craneal (König y Liebich, 2015). En el lobo fino se encontró un patrón muy similar al de los équidos.

La arteria subclavia izquierda se ramifica en el tronco costocervical, la arteria torácica interna y la arteria axilar. El tronco costocervical da a nacer dos ramas; la intercostal suprema y la escapular dorsal. La arteria torácica interna emite ramas hacia los espacios intercostales caudales y dos ramas bien marcadas, la musculofrénica y la epigástrica craneal. Este patrón fue muy similar al encontrado en los équinos y carnívoros domésticos (König y Liebich, 2015).



Tanto en los caballos, como bovinos y perros la arteria axilar deriva de la subclavia y se continua como arteria braquial a la altura de la articulación escapulohumeral. La arteria braquial cambia su nombre por el de arteria mediana a la altura del antebrazo y esta discurre en sentido caudal y medialmente al radio. A la altura de la articulación del carpo pasa a denominarse arteria radial, emitiendo las arterias digitales palmares comunes (Sisson, 1978; Done; 2010). En el lobo fino encontramos el mismo modelo de distribución de las arterias del miembro torácico. Al llegar a la región más distal del miembro se iban ramificando pero no pudimos avanzar en la disección de los pequeños vasos ya que se disipaban. Se concluye que el patrón de distribución arterial del miembro torácico del lobo fino es muy parecido al de los mamíferos domésticos, mientras que la irrigación arterial de la cavidad torácica presenta marcadas diferencias con animales de su mismo suborden, no obstante con la de los carnívoros domésticos y los équidos.

## 9.0 Bibliografía:

1. Arbiza, J; Blanc, A. (2006). Uruguayan pinnipeds (*arctocephalus australis* and *otaria flavescens*): evidence of influenza virus and mycobacterium pinnipedii infections. Intech journal, pp 170
2. Barone, R (1996). Anatomie compare des mammifères domestiques, París, Vigot, V3. Pp 856
3. Clarke, J; De Burgh Daly, M(1986). The carotid body of the harbor seal (*phoca vitulina*). Anatomy and Embryology, 174(3):391-400.
4. De Grotte, F (2007). Hallazgos cardiorespiratorios en crías de lobo fino austral (*arctocephalus australis*) muertos en Isla Guafo. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile, pp 51
5. De María, M; Golluchi, M; Szteren, D (2012). Registros de *Arctocephalus australis* interaccionando con la pesca artesanal en Uruguay. Tesis de grado. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, pp 55
6. Done, S; Goody, S (2010). Atlas en color de anatomía veterinaria: El perro y el gato. 2da ed. Madrid, Elsevier, 150-220.

7. Dyce, K; Sack, W; Wensing, C (2010). Textbook of Veterinary Anatomy, 4ta edi. St. Louis, Elsevier, (3) 420-434.
8. Drabek, C (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.
9. Drago, M (2010). Dieta y dinámica poblacional del león marino del sur (*Otaria flavescens*) en Patagonia. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, pp 223.
10. Evans, H; de Lahunta, A (2013). Miller's anatomy of the dog. Filadelfia, 4<sup>ta</sup> edición, Saunders Company, pp 872.
11. Franco, V; Tassino, B; Paez, E. (2010). Comportamiento maternal de *Arctocephalus australis* en isla de lobos. Revista de Etología. 9:29-40.
12. Harrison, R (1956). Observations on the venous system in certain Pinnipedia and Cetacea. Journal of zoology, 126(2):205-234.
13. King, E (1977). Comparative anatomy of the major blood vessels of the Sealions *Neophoca* and *Phocarctos*. Journal of zoology, 181(1):69-94

14. König HE, Liebich HG (2015) Anatomie der Haussäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. 6ta ed. Stuttgart, Schattauer, pp 790.
15. 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.
16. Paez, E ; Lima, M(1997). Demography and population dynamics of South American fur seals. *J Mammal* 78, 914–20.
17. Pérez, W; Katz, H; Lima, M. (2008). Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). *Anatomical Science International*, 83(1), 6-10.
18. Ponce de león, A (2000). Biología de las especies de pinnipedia de Uruguay. Instituto Nacional de Pesca–programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, pp117
19. Riera, M. (2000) Irrigación arterial macroscópica y microscópica del radio en perros de diferentes tallas. *Revista científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 10(3): 175.
20. Santos, A.; Menezes, Q; Brito, T (2011). Suprimento arterial para as glândulas adrenais de lobo marinho *Arctocephalus australis*, *Pubvet* 5(11):1065-1071.

21. Sisson, S. (1978). Anatomía de los animales domésticos. 4 ed, Barcelona, Salvat, pp 923.
  
22. 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*). Anatomía, Histología, Embriología, 38(3), 161-168.
  
23. Túnez, J; Capozzo, H (2008) regional factors associated with the distribution of South American fur seals along the Atlantic coast of South America. Ices Journal of Marine Science, 65(9), 1733-1738.
  
24. Vaz-Ferreira, R; Ponce de León, A. (1987). South American fur seal, *Arctocephalus australis*, Uruguay, Biology and Ecology of Fur Seals, NOAA Technical Report, pp 32.