



**“Anatomía cardiovascular del Venado de Campo  
(*Ozotoceros bezoarticus*)”**

**Noelia Vazquez**

**Tutor: Dr. William Pérez**

**PEDECIBA Biología**

**Subárea Zoología**

**2018**



# **INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE**

## **DEFENSA DE TESIS**

**Daniel Bia; Msc, PhD**

**Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina,  
Universidad de la República –Uruguay**

**Rodolfo Ungerfeld, Biol, MSc, PhD**

**Departamento de Fisiología Animal, Facultad de  
Veterinaria, Universidad de la República –Uruguay**

**Alejandro Benech, DMTV, MSc, PhD**

**Departamento de Pequeños Animales, Facultad de  
Veterinaria, Universidad de la República- Uruguay**

El presente trabajo incluye información de un artículo publicado y de otro que se encuentra bajo revisión:

- Vazquez N., Ríos C., Sorriba, V. y Pérez W (2018): Arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia Histologia Embryologia* 47:133–139. (Anexo 1)
- Vazquez N., Dos Santos D. y Pérez W (2018). Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomical Science International*. (Anexo 2) Estado actual: Minor revision (esta revisión fue enviada el 8/4/2018):

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |    |
|---|----|
| AGRADECIMIENTOS .....   | 7  |
| RESUMEN .....   | 8  |
| SUMMARY .....   | 9  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 14 |
| 1.1 Antecedentes.....   | 14 |
| 1.2 El venado de Campo .....  | 16 |
| 1.3 El sistema cardiovascular .....   | 22 |
| 1.4 El sistema cardiovascular de los rumiantes.....                                     | 25 |
| 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA TESIS.....   | 28 |
| 2.1 Hipótesis.....  | 28 |
| 2.2 Objetivo general.....   | 28 |
| 2.3 Objetivos específicos.....  | 28 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS .....   | 29 |
| 4. RESULTADOS .....   | 32 |
| 4.1 Irrigación sanguínea de la cabeza y cuello.....                                     | 32 |
| 4.2 Irrigación sanguínea del miembro torácico.....                                      | 43 |
| 4.3 Anatomía macroscópica del corazón e irrigación sanguínea del tórax<br>.....         | 45 |
| 4.4 Irrigación sanguínea del abdomen.....   | 55 |
| 4.5 Irrigación sanguínea de la pelvis y órganos genitales .....                         | 61 |
| 4.6 Irrigación sanguínea del miembro pelviano .....                                     | 66 |
| 4.6.1 Lista del tipo de la NAV de las principales arterias del venado de campo<br>..... | 70 |
| 5. DISCUSIÓN.....   | 76 |
| 5.1 General.....  | 76 |
| 5.2 Irrigación sanguínea de la cabeza y cuello.....                                     | 78 |
| 5.3 Irrigación sanguínea del miembro torácico.....                                      | 80 |
| 5.4 Anatomía macroscópica del corazón e irrigación sanguínea del tórax<br>.....         | 81 |
| 5.5 Irrigación sanguínea del abdomen.....   | 84 |
| 5.6 Irrigación sanguínea de la pelvis y órganos genitales .....                         | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.7 Irrigación sanguínea del miembro pelviano .....                                  | 87  |
| 5.8 Resumen de las principales variaciones cardiovasculares<br>interespecíficas..... | 88  |
| 6. CONCLUSIONES.....   | 94  |
| 7. PERSPECTIVAS.....   | 95  |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 96  |
| 9. ANEXOS.....   | 105 |

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a mis hijos Nahuel y Agustina, que son el estímulo necesario para buscar seguir progresando en mi carrera. Por ellos todo lo que hago.

A mi tutor, compañero y amigo William Pérez, por su apoyo constante. Sin su guía y su estímulo no habría podido desarrollar este trabajo.

A mis amigos, todos, que siempre están ahí aportando las ganas y energía necesaria. Gracias especialmente a Dellis Dos Santos, siempre ahí para ayudarme con las fotos, la bibliografía y más que nada sus consejos y amistad.

A los integrantes del Tribunal, que con su valioso aporte ayudaron a mejorar este trabajo.

Al personal de la ECFA de Maldonado, por la recolección de los venados.

A los docentes de Radiología de la Facultad de Veterinaria por su excelente disposición al momento de realizar las angiografías.

A los 4 tesistas de grado que recorrieron parte del camino conmigo y trabajaron en este proyecto.

## RESUMEN

Este es el primer trabajo que reúne la anatomía cardiovascular del venado de campo, y según nuestro conocimiento, el primero de la familia Cervidae. El venado de campo era una especie común y abundante, que ocupaba una amplia distribución en América del Sur. Sin embargo, a finales del siglo XIX las poblaciones se redujeron y su hábitat fue fragmentado. Con una reducción del 98% aproximadamente, en su distribución histórica, el venado de campo es tal vez el ciervo sudamericano con mayor riesgo de extinción. El conocimiento anatómico básico brinda el camino necesario para poder aplicar y mejorar cualquier procedimiento que se realice en esta especie. La irrigación de los distintos órganos puede variar entre diferentes especies, aunque se pueden observar variaciones en animales de la misma especie. El objetivo general de este trabajo fue describir el patrón de distribución arterial, venoso y la anatomía cardíaca del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). El estudio se realizó con animales muertos por causas naturales y libres de patologías que afectaran el aparato circulatorio, procedentes de la Estación de Cría de Fauna Autóctona de Pan de Azúcar, Maldonado, Uruguay. Se utilizó la disección simple con inyección de látex coloreado, angiografía de contraste y tomografía computada con reconstrucción 3D. El patrón de distribución arterial de la cabeza y cuello del venado de campo era similar a los descrito para otros cérvidos. La arteria carótida interna no era completa (como sucede en los rumiantes domésticos) y presentaba un buen desarrollo de la arteria facial. Esta arteria no está presente en el ovino pero sí en el bovino. El corazón se extendía desde el 3º al 6º espacio intercostal. La irrigación cardíaca era bilateral en el venado, teniendo gran importancia ambas arterias coronarias. En los rumiantes domésticos la circulación cardíaca es del tipo izquierdo. Del tronco braquiocefálico partían las dos arterias subclavias y el tronco bicarotídeo. Las arterias y venas en el abdomen, pelvis, miembro pelviano y miembro torácico del venado de campo a pesar de que eran similares a las descritas en los rumiantes domésticos, presentaban pequeñas diferencias. El patrón de distribución arteriovenosa y la anatomía cardíaca del venado de campo, presenta similitudes y diferencias con respecto a lo descrito para los rumiantes domésticos y miembros de la familia Cervidae.

## SUMMARY

This is the first work that describe the cardiovascular anatomy of the pampas deer, and to our knowledge, the first of the Cervidae family. The pampas deer was a common and abundant species, which occupied a wide distribution in South America. However, at the end of the 19th century the populations were reduced and its habitat was fragmented. With a reduction of approximately 98%, in its historical distribution, the pampas deer is perhaps the South American deer with the highest risk of extinction. Basic anatomical knowledge provides the necessary information to be able to apply and improve any procedure that is performed in this species. The irrigation of the different organs can vary between different species, although variations in animals of the same species can be observed. The general objective of this work was to describe the pattern of arterial, venous distribution and cardiac anatomy of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). The study was conducted with animals death by natural causes and free of diseases that affect the circulatory system, coming from the Estación de Cría del Cerro Pan de Azúcar, Maldonado, Uruguay. We used simple dissection with colored latex injection, contrast angiography and computed tomography with 3D reconstruction. The pattern of arterial distribution of the head and neck of the pampas deer was similar to those described for other cervids. The internal carotid artery was not complete (as in domestic ruminants) and had a good development of the facial artery. This artery is not present in sheep but in bovine. The heart extended from the 3rd to the 6th intercostal space. The cardiac irrigation was bilateral in the deer, having great importance both coronary arteries. In domestic ruminants the cardiac circulation is left. The two subclavian arteries and the bicarotid trunk arise from the brachiocephalic trunk. The arteries and veins in the abdomen, pelvis, pelvic and thoracic limbs of the pampas deer, despite being similar to those described in domestic ruminants, presented small differences. The pattern of arteriovenous distribution and cardiac anatomy of the pampas deer presents similarities and differences with respect to what has been described for domestic ruminants and members of the Cervidae family.

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| 1: Distribución histórica y actual de <i>Odocoileus virginianus</i> , <i>Hippocamelus antisensis</i> , <i>H. bisulcus</i> , y <i>Ozotocerus bezoarticus</i> en América Latina | 16 |
| 2: Ubicación actual del venado de campo en Uruguay. ....  | 17 |
| 3: Imágenes de venado de campo en la ECFA en el año 2016.....   | 19 |
| 4: Sistema circulatorio de un equino adulto .....   | 21 |
| 5: - A la izquierda se observa un corte histológico de una arteria (hematoxilina y eosina). A la derecha una arteriola y una vénula (hematoxilina y eosina)....               | 22 |
| 6: Angiografía latero-lateral de un venado hembra adulto.....   | 27 |
| 7: Vista lateral región cervical craneal de venado de campo .....   | 28 |
| 8: Reconstrucción 3D- Tomografía computarizada. Venado macho adulto astado .....  | 29 |
| 9: Vista lateral de la región caudal de la cabeza de venado de campo.....   | 30 |
| 10: Vista ventral de la lengua de venado de campo .....   | 31 |
| 11 Vista dorsolateral de cabeza de venado de campo macho astado .....   | 31 |
| 12: Vista lateral de cabeza de macho adulto astado de venado de campo....   | 32 |
| 13: Vista ventromedial de corte sagital de cabeza de venado de campo.....   | 33 |
| 14: Red admirable oftálmica .....   | 34 |
| 15: Vista lateral de cabeza de venado de campo luego de la remoción de parte del hueso maxilar.....   | 35 |
| 16: Vista lateral de encéfalo de venado de campo.....   | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 17: Vista ventrolateral de la cabeza de venado de campo de una hembra.....   | 37 |
| 18: Vista medial miembro torácico izquierdo de venado de campo.....  | 38 |
| 19: Vista lateral tórax izquierdo, luego de la remoción de los músculos costales.....                                      | 40 |
| 20: Vista lateral tórax derecho, luego de la remoción de los músculos costales.....  | 41 |
| 21: Vista lateral tórax izquierdo luego de remover las costillas.....  | 41 |
| 22: Vista lateral tórax derecho luego de remover las costillas.....  | 42 |
| 23: Vista lateral izquierda de tórax del venado de campo.....  | 42 |
| 24: Vista de cara derecha del corazón.....   | 44 |
| 25: Vista de cara izquierda del corazón.....   | 45 |
| 26: Vista ventrolateral tórax izquierdo de venado de campo.....  | 46 |
| 27: Vista cara izquierda de corazón de venado de campo.....  | 47 |
| 28: Vista ventral del ápex del corazón del venado de campo.....  | 47 |
| 29: Vista lateroventral izquierda de tórax y región cervical de venado de campo.....                                       | 48 |
| 30: Vista lateral tórax derecho de venado de campo, luego de remover las costillas y desplazar el pulmón hacia caudal..... | 49 |
| 31: Vista lateral tórax izquierdo de venado de campo, luego de remover las costillas.....                                  | 49 |

|  |    |
|--|----|
| 32: Vista ventral de la arteria aorta abdominal del venado de campo.....   | 50 |
| 33: Vista ventro lateral de la arteria aorta abdominal del venado de campo.....                                      | 50 |
| 34: Vista ventro lateral mostrando las ramas de la arteria mesentérica caudal del venado de campo.....               | 52 |
| 35: Vista ventral de ramas de la arteria aorta abdominal.....  | 53 |
| 36: Vista dorso caudal del diafragma de venado de campo.....   | 53 |
| 37: Vista ventral del origen de la vena cava caudal y la terminación de aorta, de venado de campo hembra.....        | 54 |
| 38: Vista ventral de ramas de la vena cava caudal de venado de campo..   | 55 |
| 39: Vista lateral de las venas cavas y hepáticas de venado de campo.....   | 55 |
| 40: Vista ventral de la terminación de la aorta de venado de campo.....  | 56 |
| 41: Vista ventral de la arteria ílica externa en una hembra .....  | 57 |
| 42: Vista ventral de la terminación de la aorta y las arterias iliacas internas.....                                 | 58 |
| 43: Vista caudoventral de la arteria umbilical en una hembra.....  | 59 |
| 44: Radiografía lateral izquierda de una hembra adulta de venado de campo.....                                       | 61 |
| 45: Vista medial del miembro pelviano de venado de campo, mostrando la terminación de la arteria iliaca externa..... | 62 |
| 46: Vista lateral de la arteria poplítea y sus ramas en una hembra.....  | 63 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| 1: Tabla 1: Número de animales estudiado por región. ....                  | 29 |
| 2: Tabla 2: Principales diferencias cardiovasculares interespecíficas..... | 88 |

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

El conocimiento anatómico básico brinda el camino necesario para poder aplicar y mejorar cualquier procedimiento médico o quirúrgico, técnico o conservacionista que se realice en el venado de campo. También es el pilar fundamental para estudios fisiológicos o fisiopatológicos. El desconocimiento de la distribución de los vasos sanguíneos al momento de realizar, por ejemplo, una cirugía, podría traer severas consecuencias para el animal, incluso la muerte. No se puede extrapolar el conocimiento anatómico de los animales domésticos para su aplicación en animales silvestres. No existe, hasta donde llega nuestro conocimiento, ningún trabajo que reúna la anatomía cardiovascular de algún miembro de la familia Cervidae.

Los estudios de contraste como por ejemplo la venografía, son aplicados para obtener mayor información morfológica sobre los vasos anómalos (Llabres, 2006). También actualmente se desarrollan estudios no invasivos, como el uso de ultrasonografías para evaluar el riesgo de alteraciones podales en bovinos, midiendo, entre otros parámetros, el flujo de la arteria digital (Müller *et al.*, 2017). El uso de estos equipos permite la medición de los diámetros de las arterias y venas de los miembros, lo que se ha realizado en bovinos (Kofler, 1995).

El patrón de desarrollo de la circulación carotidea en varios de los órdenes de mamíferos, puede servir como una característica de importancia taxonómica (Bugge, 1985). La arteria carótida común se ha utilizado en cérvidos con el fin de extraer sangre arterial y de utilizar métodos invasivos para el estudio de la presión arterial (Salles *et al.*, 2009). Suttie *et al.* (1986) colocaron una prótesis en la arteria carótida común de 6 ciervos para realizar inyecciones repetidas de líquido de contraste con la finalidad de realizar angiografías del crecimiento de las astas.

La irrigación de los distintos órganos puede variar entre diferentes especies, aunque se pueden observar variaciones en animales de la misma especie inclusive (Erdoğan, 2011; Erdoğan y Kilinc, 2011). Las principales diferencias observadas son: la distribución de los vasos, su tamaño, longitud, topografía, origen y terminación (Dubreuil-Chambardel, 1925).

En *Ozotoceros bezoarticus* los estudios realizados respecto a la irrigación arterial abarcan la distribución arterial del arco aórtico (Pérez y Erdoğan, 2014), la vascularización arterial de las glándulas adrenales (Erdoğan y Pérez, 2014), anatomía del aparato reproductor masculino (Pérez *et al.* 2013), anatomía del aparato reproductor femenino (Pérez *et al.*, 2012) y la irrigación del estómago y del intestino (Pérez *et al.*, 2015).

El presente estudio fue llevado a cabo con el fin de completar la descripción e integrar las principales características de la anatomía cardiovascular del venado de campo.

## 1.2 El venado de campo

La historia de la evolución de los cérvidos se remonta a 20 millones de años atrás, en el Mioceno o Plioceno temprano de Eurasia (Webb, 2000). Los ciervos de Centro y Sudamérica se reúnen en dos grupos morfológicos (Barbanti *et al.*, 2008). El primer grupo se trata de cérvidos de una altura al hombro menor a 60 cm, sin desarrollo de astas con puntas. Se tratan de adaptaciones morfológicas para sobrevivir en hábitats con vegetación densa (*Mazama* y *Pudu*). Las otras especies tienen mayor altura, astas desarrolladas y habitan lugares más abiertos (*Odocoileus*, *Hippocamelus*, *Ozotoceros* y *Blastocerus*) (Eisenberg 2000; Merino *et al.*, 2005). La evolución de la familia Cervidae no es del todo conocida, ya que el registro de fósiles es incompleto y escaso (Webb, 2000).

América Latina es una de las regiones biológicamente más ricas del mundo. Tiene la mayor diversidad de cérvidos del mundo, con siete géneros y 18 especies descritas hasta el momento (Medellin y Ceballos, 1994; Wemmer, 1998, en Weber y Gonzalez 2003): ciervo de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ciervo mula (*O. hemionus*), ciervo de los pantanos (*Blastocerus doctomus*), venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*), huemul (*Hippocamelus bisulcus*), taruca (*Hippocamelus antisensis*), pudú mayor (*Pudu mephistophiles*), pudú menor (*Pudu pudu*), y nueve especies de mazama (*Mazama americana*, *M. gouazoubira*, *M. nana*, *M. bricenni*, *M. chunyi*, *M. Rufina*, *M. pandora*, *M. rondoni*, y *M. bororo*). De este grupo, tres géneros han sido bien estudiados (*Odocoileus*, *Hippocamelus* y *Blastocerus*). El venado de campo, el ciervo de los pantanos, el taruca, el huemul, el pudú menor, el Mazama nana y el M. bororo, son las especies en mayor riesgo de extinción y se encuentran en el apéndice I de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, 2013), y son considerados por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como casi amenazados o en peligro (González *et al.*, 2016).

El venado de campo pertenece a la familia Cervidae (Orden Artiodactyla) que incluye, además, alrededor de 40 especies de venados, alces y caribúes. Estas especies se encuentran en América, Europa, Asia y al norte del Sahara en

África. En Australia, Nueva Zelanda y algunas islas oceánicas se encuentran solo especies introducidas por el hombre (Eisenberg, 1999).

Los Artiodactilos aparecieron en el Eoceno temprano en Norte América y Europa. Mientras que en Sudamérica no aparecen hasta el Plioceno tardío (Eisenberg, 1999). En cuanto al registro fósil del venado de campo, estuvo representado en gran parte del continente sudamericano desde el Pleistoceno tardío y Holoceno en Brasil (Oliveira *et al.*, 2005) y Pleistoceno superior en Uruguay (Ubilla, 1985) y Argentina (Vezzosi, 2010).

El venado de campo era una especie común y abundante, que ocupaba una amplia distribución. Sin embargo, a finales del siglo XIX las poblaciones fueron diezimadas y su hábitat fue fragmentado. Con una reducción estimada del 98% en su distribución histórica, el venado de campo es tal vez el ciervo latinoamericano con mayor riesgo de extinción (González *et al.*, 1998) (Fig. 1).



**Figura 1-** Distribución histórica (gris) y distribución actual (negro) de *Odocoileus virginianus*, *Hippocamelus antisensis*, *H. bisulcus*, y *Ozotocerus bezoarticus* en América Latina. Los signos de pregunta representan posibles lugares de expansión del ciervo de cola blanca. (Weber y Gonzalez, 2003).

Las causas principales del declive del venado de campo fueron la reducción y modificación de sus hábitats, la introducción de ganado y de ungulados salvajes (de Europa y Asia) con sus enfermedades, y la sobre-caza. Una amenaza adicional, y relativamente reciente, es el "esfuerzo de control" de los ganaderos que creen que el venado compite con el ganado (González *et al.*, 2010). La presión cinegética también es considerada una causa posible de la disminución de su población (Pautasso *et al.*, 2002).

Las poblaciones existentes en Uruguay están aisladas en establecimientos privados: "El Tapado" en el noroeste del país (Departamento de Salto) y "Los Ajos" en el sudeste (Departamento de Rocha) (González 1993, González 1996, González *et al.*, 2002) (Fig. 2). El grupo cautivo más grande con alrededor de 95 individuos de la subespecie *O. b. arerunguaensis* se encuentra en Uruguay. La mayoría de ellos están ubicados en la Estación de Cría de Fauna Autóctona (ECFA) de Piriápolis.



**Figura 2-** Ubicación actual del venado de campo en Uruguay. Tomado de UICN redlist (Gonzalez *et al.*, 2016).

El venado de campo está legalmente protegido en toda su área de distribución. En Uruguay fue declarado Monumento Natural por el Parlamento Nacional y el Poder Ejecutivo (Ley N° 17.733 de 2003 y Decreto N° 12/985 de 1985, respectivamente). A pesar de todos estos esfuerzos, la población permanece en condición frágil.

Gonzalez *et al.* (2010) describen 5 subespecies de *Ozotoceros*. La subespecie estudiada en esta tesis es *Ozotoceros bezoarticus arerunguaensis*.

- *O. b. bezoarticus* (Linnaeus 1758), en el Cerrado que va desde el este y el centro de Brasil, al sur del río Amazonas entre la meseta de Mato Grosso y la parte superior del río San Francisco.

- *O. b. celer* (Cabrera, 1943), habita toda la pampa argentina desde la costa atlántica al pie de los Andes y el sur de la cuenca del Río Negro.

- *O. b. leucogaster* (Goldfüss, 1817), situado en las praderas inundables de suroeste de Brasil en el sur de Mato Grosso, el sureste de Bolivia, Paraguay y en las sabanas del Chaco en el norte de Argentina.

- ***O. b. arerunguaensis*** (González *et al.*, 2002). Uruguay; al noroeste del departamento de Salto, Arerunguá, El Tapado.

- *O. b. uruguayensis* (González *et al.*, 2002). Uruguay, praderas del departamento de Rocha, Sierra de Los Ajos.

El venado de campo es un cérvido de tamaño mediano que pesa de 20 a 40 kg y muestra una amplia variación en el tamaño corporal, tanto entre los individuos como entre las poblaciones (González *et al.*, 2010). El color de la capa varía geográficamente de acuerdo a las subespecies de un color rojo-marrón a un bayo. Los cervatillos son manchados hasta los tres meses de edad (Fig. 3). Después cambian a la capa juvenil similar a la de los adultos (González *et al.*, 2010). La cara en la parte frontal tiene un rombo de color marrón oscuro a negro. Las áreas blanquecinas se ven en los penachos tarsales, alrededor de cada ojo, dentro de las orejas, los labios, región cervical ventral, las partes inferiores del pecho, los lados delantero e interno de los muslos y la parte inferior de la cola (Cabrera, 1943). El venado de campo tiene bien desarrolladas las glándulas preorbitales con un olor característico fuerte que recuerda al ajo o a la cebolla. Otras glándulas que presenta son, la vestibular nasal y metatarsal (González *et al.*, 2010).

Solamente los machos tienen astas, con tres puntas características (Fig. 3). El primer par de astas es una simple "punta", el segundo tiene (normalmente) dos puntas y es con el tercer par que aparecen las tres puntas típicas en el

venado adulto (González *et al.*, 2010). Las astas mantienen el terciopelo por un período de 30 a 45 días, luego se desprende y queda el asta ósea (Merino *et al.*, 1997). Las hembras tienen un pequeño punto blanco situado en cada lado de la región frontal, en la misma área donde se localizan las astas en los machos (Fig. 3).



**Figura 3-** Imágenes de venado de campo en la ECFA en el año 2016. A: Cervatillo; B: Hembra adulta; C: Macho astado; D: Macho con felpa.

Las hembras son poliéstricas estacionales y el ciclo estral dura aproximadamente 21 días (Ungerfeld *et al.*, 2010). Tienen una manifestación del estro muy corta, de aproximadamente 10 min (Morales-Piñeyrúa y Ungerfeld, 2012). Los machos de la ECFA mostraron estacionalidad reproductiva, siendo

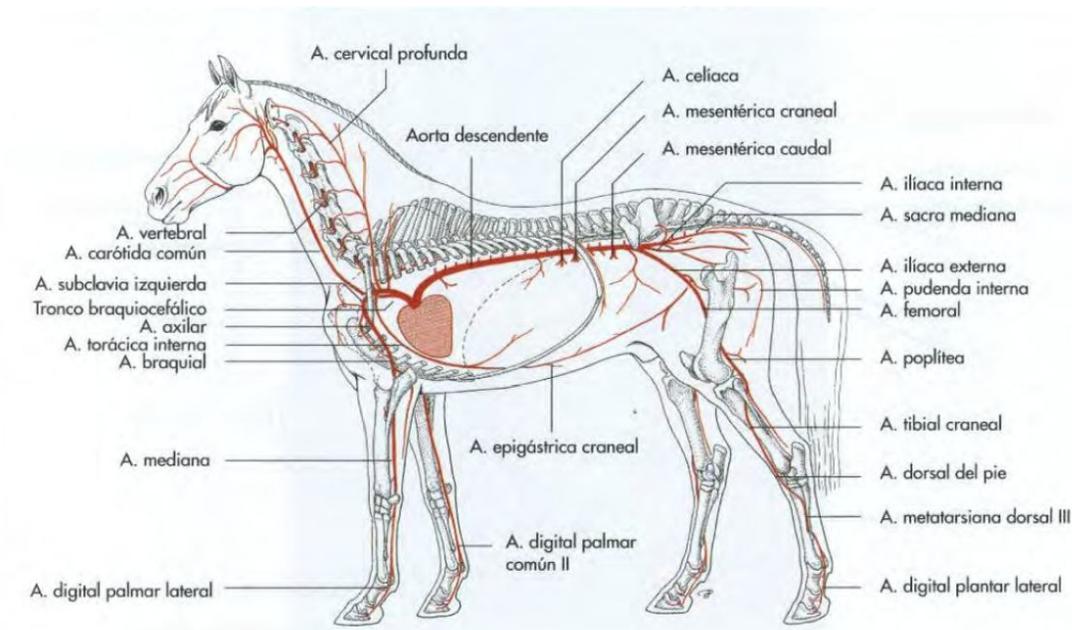
otoño la estación en la que presentan mayor desarrollo corporal (Orcasberro, 2012). La preñez dura aproximadamente siete meses y la temporada de nacimiento varía según la ubicación (Merino *et al.*, 1997). En Uruguay, las crías generalmente nacen en primavera, aunque se observaron nacimientos durante todo el año (Ungerfeld *et al.*, 2008).

De acuerdo a su anatomía digestiva, el venado de campo se encuentra en el grupo intermedio de la clasificación de los rumiantes en nichos alimentarios. Tiene gran plasticidad para pasar al pastoreo o al ramoneo de acuerdo con la vegetación disponible. Esta versatilidad facilita mucho su alimentación en condiciones de cautiverio, o incluso en vida libre si su hábitat es compartido con otros rumiantes (Pérez, 2016).

### 1.3 El sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular comprende el corazón, los vasos sanguíneos y linfáticos. Los vasos sanguíneos consisten en las arterias, capilares y venas formando un sistema continuo en el que la sangre circula por el organismo. La sangre transporta el oxígeno y otras moléculas necesarias para el metabolismo celular normal.

El corazón es el órgano central del sistema cardiovascular (Fig. 4). Se aloja en el tórax, en el mediastino, cubierto por el pericardio. Posee una actividad rítmica e involuntaria. Durante la diástole sus cavidades reciben la sangre proveniente de las venas y en la sístole envía la sangre a las arterias. Este órgano se divide en cuatro cámaras (atrios derecho e izquierdo y ventrículos derecho e izquierdo).

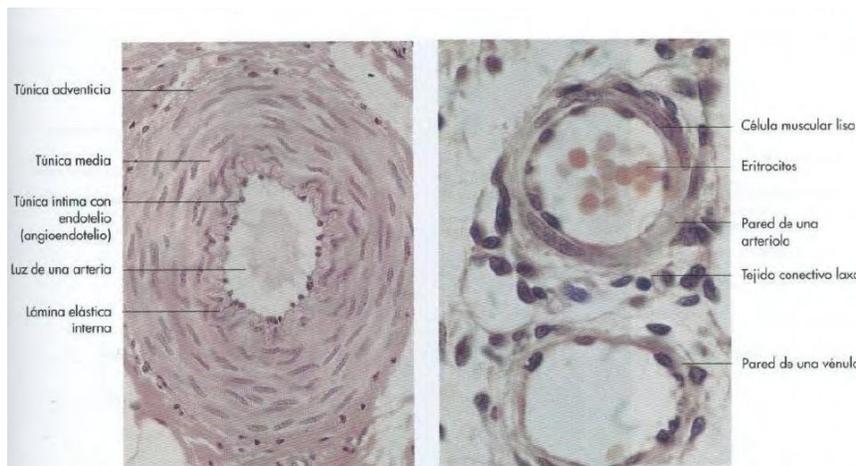


**Figura 4-** Representación esquemática de las principales arterias y sus ramificaciones desde la aorta torácica y abdominal del caballo (König y Liebich, 2011).

Desde el corazón parten las arterias que recorren el cuerpo, las que van disminuyendo de calibre hasta llegar a las arteriolas o arterias precapilares, terminando en innumerables capilares que forman una extensa cama vascular. Luego la sangre es llevada a las vénulas o venas poscapilares. Las arteriolas,

los capilares y las vénulas forman lo que se conoce como circulación terminal; aquí es donde se produce el intercambio entre la sangre y los tejidos o células de las sustancias necesarias. Luego las venas llevan la sangre hasta el corazón (Nickel *et al.*, 2005; König y Liebich, 2014).

Las arterias presentan paredes blancas, gruesas y relativamente rígidas. Están constituidas por tres túnicas superpuestas: íntima, media y adventicia (Fig. 5). La íntima es la capa más interna, en contacto directo con la sangre. La media es la túnica más gruesa en las arterias de mediano y gran calibre, pero la más variable según el tipo de arteria. La adventicia forma una capa resistente. Según el desarrollo de la túnica media principalmente, las arterias se clasifican en elásticas, musculares y mixtas (Barone, 2011).



**Figura 5-** A la izquierda se observa un corte histológico de una arteria (hematoxilina y eosina). A la derecha una arteriolo y una vénula (hematoxilina y eosina) (König y Liebich, 2011).

La vascularización de las arterias es variable, las más pequeñas pueden asegurar su nutrición directamente a partir de la sangre que contienen. La pared de las otras arterias es irrigada por pequeños vasos, los *vasa vasorum*, que provienen de la propia arteria o de una arteria vecina. La inervación de las arterias proviene de nervios que pertenecen al sistema nervioso autónomo y forman plexos en la adventicia (Nickel *et al.*, 2005).

Las arterias más grandes siguen generalmente un patrón de distribución constante, pero sus ramas más pequeñas muestran mucha variación (Dyce *et al.*, 2017). Las ramas más grandes de las arterias divergen en ángulos más

agudos para minimizar la resistencia. Las arterias más pequeñas siguen el recorrido más directo al órgano blanco (Nickel *et al.*, 2005).

Solo algunas arterias de poco calibre tienen una posición superficial en el cuerpo del animal. Las más importantes se ubican profundamente, en las cavidades esplácnicas o en los intersticios musculares. Sin embargo, en la cabeza y en las extremidades, algunas arterias de mediana importancia pueden recorrer el conjuntivo subcutáneo, permitiendo su acceso a la palpación (Barone, 2011).

Muchas de las arterias tienen conexiones con arterias vecinas. Estas anastomosis proporcionan rutas colaterales a través de las cuales puede mantenerse la circulación en caso de bloqueo de la ruta principal. No solo existen anastomosis interarteriales, sino que, según la función del órgano, pueden haber anastomosis arteriovenosas (piel, vísceras digestivas, pulmones, etc.) (Nickel *et al.*, 2005).

Las venas se distinguen por sus paredes más delgadas (Fig. 5). Poseen las mismas tres túnicas que las arterias, aunque la túnica media es muy delgada. La mayoría de las venas poseen válvulas en su interior, las que aseguran un flujo unidireccional de la sangre e impiden el reflujo. Las arterias y venas más importantes no son satélites entre sí, pero las venas de tamaño medio y las menores acompañan a las arterias correspondientes (Dyce *et al.*, 2017).

## 1.4 El sistema cardiovascular de los rumiantes

A nivel cardiovascular se han realizado diversos estudios en roedores, carnívoros y artiodáctilos entre otras especies animales, pero el Suborden Ruminantia se caracteriza por presentar una serie de modificaciones a nivel cardiovascular que los hace diferentes, entre ellas las más notables se encuentran a nivel de la cabeza y en la irrigación de las gónadas. Hay especies que manifiestan un patrón casi universal en la disposición de las estructuras vasculares y otras que se distancian en algunos aspectos.

El patrón arterial de la base del encéfalo en el suborden Ruminantia se distingue por la presencia de redes admirables como la epidural rostral y la obliteración del segmento extracraneal de la arteria carótida interna (Godynicki y Frackowiak, 1979; Zdun *et al.*, 2013). La arteria carótida interna completamente desarrollada en dos especies como el buey almizclero (Godynicki y Frackowiak, 1979) y el ciervo ratón (Tandler, 1902) es una divergencia considerable del patrón regular observado en los rumiantes.

Desde el Eoceno, la diversidad de artiodáctilos ha aumentado, mientras que la de los perisodáctilos ha disminuido. Las razones propuestas para explicar esto se basan en la obtención de un tracto digestivo diferente con fermentación preintestinal y una locomoción mejorada fueron adaptativamente ventajosas en el clima altamente estacional posterior al Eoceno, a lo que se debe anexar la presencia de la red admirable epidural rostral que permite termorregular la sangre destinada al encéfalo y junto a las adaptaciones digestivas y locomotoras permitir que los rumiantes se asienten en una diversidad de territorios con climas muy diferentes y extremos, lo que está en contraste con los perisodáctilos que no tienen la red (Mitchel y Lust, 2008). La red confiere la capacidad de regular la temperatura del encéfalo independientemente de la temperatura corporal. En condiciones ambientales cálidas, los artiodáctilos pueden conservar energía y agua, y en condiciones ambientales frías son capaces de conservar la temperatura corporal (Mitchel y Lust, 2008). En los perisodáctilos, la temperatura del cerebro y del cuerpo cambian en paralelo y la termorregulación requiere abundantes alimentos y agua para calentar o enfriar el cuerpo. En consecuencia, los perisodáctilos ocupan hábitats de baja estacionalidad y ricos en alimentos y agua, como los bosques tropicales. Por el contrario, la mayor flexibilidad

termorreguladora de los artiodáctilos ha facilitado la invasión de nuevas zonas adaptativas que van desde el círculo Polar ártico hasta los desiertos y las sabanas tropicales (Mitchel y Lust, 2008).

Todos los taxones de artiodáctilos para los cuales los datos embrionarios están disponibles inicialmente desarrollan una arteria carótida interna. Con la excepción de los tragúlidos, esta arteria disminuye en diámetro o se oblitera en un punto variable durante la ontogenia. Algunas especies, como la cabra doméstica y las ovejas, mantienen una fuerte arteria carótida interna hasta poco después del parto (Daniel *et al.*, 1953). Esta arteria puede persistir durante varios años en los grandes bóvidos (Daniel *et al.*, 1953; Bamel *et al.*, 1975). El mecanismo que impulsa la eliminación de la arteria carótida interna es actualmente desconocido.

Entre los artiodáctilos, pocas especies enfrentan demandas cardiovasculares tan únicas como las de jirafas (*Giraffa camelopardalis*). Las jirafas tienen muchas adaptaciones cardiovasculares, en gran parte debido a su forma corporal excepcional, sus cuerpos grandes con pesos de 1191,8 kg para los machos y 828,4 kg para las hembras (Skinner y Chimimba, 2005) con miembros y cuello muy largos. Esta anatomía inusual conlleva mecanismos para evitar los edemas en los miembros y el mantenimiento de la presión arterial encefálica. La acumulación venosa en los miembros es prevenida por mecanismos que ayudan al retorno venoso como la piel rígida y de poca elasticidad (Mitchell y Hattingh, 1993). Con una cabeza que está a una media de 2 m por encima del corazón, la sangre debe recorrer una distancia considerable mientras lucha contra la gravedad para alcanzar e irrigar la cabeza. Las jirafas logran esto a través de una combinación única de especializaciones vasculares cardíacas y craneocervicales. Una vez que la sangre llega a la cabeza, la presión arterial cerebral puede estar regulada por una serie de especializaciones morfológicas y fisiológicas a las que se han dedicado diversas investigaciones (Lawrence y Rewell, 1948).

Por otra parte, otras adaptaciones pueden asociarse a adaptaciones que presentan los rumiantes que viven en las alturas; por ejemplo, se ha descrito en el yak la presencia de arterias pulmonares de paredes delgadas sin evidencia de hipertrofia ventricular derecha, sugiriéndose que puede ser una característica de

adaptación a una vida en la hipoxia hipobárica de gran altitud (Heath *et al.*, 1984). Sin duda la investigación en otras especies que viven en ambientes elevados podrá dilucidar otros posibles mecanismos adaptativos.

Por otra parte, debido al desarrollo del estómago de los rumiantes y la diferente disposición del intestino trae concomitantemente un desarrollo diferente de la distribución de los vasos sanguíneos, que, aunque sean iguales en origen a otras especies animales, las ramas que emiten los vasos principales son muy diferentes en cuanto a número, distribución y extensión (Barone, 2011).

También se han realizado muchos estudios sobre la irrigación sanguínea en rumiantes domésticos, mayormente en relación a la íntima relación que existe entre arteria y vena ovárica, ya que la misma permite explicar el pasaje de factores luteolíticos uterinos (prostaglandina-F2alfa) en forma directa del cuerno uterino al ovario ipsilateral, evadiendo la circulación sistémica para evitar la metabolización de la prostaglandina a nivel pulmonar (Dobrowolski y Hafez, 1970; McCracken *et al.*, 1999).

El plexo pampiniforme es una estructura generada por las venas testiculares rodeando a la arteria testicular, lugar donde también se ha demostrado la existencia de anastomosis arteriovenosas (Noordhuizen-Stassen *et al.*, 1985) que permiten el intercambio de hormonas a través de la misma (Jacks y Setchell, 1973). Polguy *et al.* (2011) reportaron la presencia de anastomosis indirectas entre la red capilar de los *vasa vasorum* de la arteria testicular y el plexo pampiniforme. La relación entre las arterias y venas del cordón espermático disminuye la temperatura de la sangre que llega a los testículos (Brito *et al.*, 2004), permite un intercambio hormonal arteriovenoso y disminuye la presión sanguínea testicular (Polguy *et al.*, 2011).

En base a las diferentes adaptaciones que podemos encontrar en los Artiodáctilos, se puede esperar que el venado de campo presente una red admirable epidural desarrollada, así como una red admirable oftálmica. Así mismo debido a su hábitat, su calidad de animal presa (siendo un hábil animal de salto) y el desarrollo anual de astas, podemos esperar algunas particularidades cardiovasculares en esta especie. El objetivo de este trabajo es realizar una descripción anatómica del sistema cardiovascular de esta especie.

## **2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA TESIS**

### **2.1 Hipótesis**

La anatomía cardiovascular del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) presenta particularidades que lo diferencian de lo descrito para los rumiantes domésticos.

### **2.2 Objetivo general**

Describir el patrón de distribución arterial, venoso y la anatomía cardíaca del venado de campo.

### **2.3 Objetivos específicos**

1. Describir la morfología macroscópica, topografía e irrigación del corazón.
2. Estudiar la distribución de los vasos sanguíneos del venado de campo, haciendo especial hincapié en la distribución de las arterias.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Animales

El estudio anatómico se realizó con 40 animales muertos por causas naturales y libres de patologías que afectaran el aparato circulatorio, procedentes de la Estación de Cría de Fauna Autóctona de Pan de Azúcar, Maldonado, Uruguay (ECFA; 34°3'S, 55°1'O). Allí se encuentran venados de la subespecie *Ozotoceros bezoarticus arerunguaensis*, en sectores de unas 0,5 há en grupos compuestos por un macho adulto y de cinco a nueve hembras adultas, además de crías y juveniles (Ungerfeld *et al.*, 2008). Los animales muertos en la ECFA fueron recolectados por personal del lugar y congelados a -20°C para su posterior estudio. Cada uno de los animales fue utilizado para el estudio de más de una región (Tabla 1). Se disecaron 15 hembras adultas, 8 machos adultos y 17 crías. El peso medio fue de 13.45±1.3 kg. Los animales fueron tratados acorde a la reglamentación y protocolo aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal.

**Tabla 1-** Número de animales estudiado por región.

| <b>Región</b>                  | <b>Nº de animales estudiado</b> | <b>Jóvenes</b> | <b>Adultos</b> |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|
| Cabeza y cuello                | 28                              | 10             | 18             |
| Miembro torácico               | 10                              | 4              | 6              |
| Corazón y tórax                | 15                              | 7              | 8              |
| Abdomen                        | 10                              | 5              | 5              |
| Pelvis y órganos reproductores | 25                              | 5              | 20             |
| Miembro pelviano               | 10                              | 4              | 6              |

#### Métodos

El principal método de estudio de los animales fue la disección simple. En todos los animales se inyectó látex coloreado en una de las arterias carótidas comunes para facilitar la visualización de las arterias. Para realizar este procedimiento se incidió la piel a nivel de la región ventral de cuello, lateral a la

tráquea, se aislaron los músculos de la región para acceder a una de las arterias carótidas comunes. Se colocó un catéter (de calibre acorde al volumen del vaso) dentro de ésta y se inyectó látex coloreado de rojo hasta que se pudieron visualizar las arterias femorales coloreadas. Para facilitar la visualización de las venas se inyectó látex coloreado de azul en la vena yugular externa para visualizar las venas de la región craneal. Para permitir la visualización de las ramas en abdomen y el origen de la vena cava caudal, se realizó la apertura del abdomen y se inyectó látex azul en la vena. Se colocaron los animales por 48 hs en la cámara de frío (a 3°C) para permitir la coagulación adecuada del látex. Luego se procedió a la disección de la región a estudiar.

En 6 animales se realizaron angiografías, en el Hospital de la Facultad de Veterinaria de Montevideo (Uruguay) con líquido de contraste (Iohexol 300, Omnipaque®, GE Healthcare Ireland, Cork, Irlanda) inyectado previamente en una de las arterias carótidas comunes, utilizando el procedimiento ya mencionado para el látex. El equipo de rayos es fijo marca Vetter Rems y digitalizador marca Carestream, las imágenes se archivaron en formato DICOM para su posterior estudio. Luego de realizado el estudio se procedió a la inyección de látex y disección de los animales. El número de angiografías realizadas se justifica debido al hecho de que las mismas se realizaban según la región estudiada, buscando obtener la mejor imagen posible.

En un animal (macho adulto astado) se realizó Tomografía Computarizada en el tomógrafo del Hospital de Clínicas de la Universidad de la República, Montevideo (Uruguay). El equipo utilizado para la tomografía fue el Somatom Sensation 64 Siemens de cuatro celdas. Con la finalidad de visualizar las arterias se le inyectó líquido de contraste (Iohexol 300, Omnipaque®, GE Healthcare Ireland, Cork, Irlanda) en la arteria carótida común izquierda. Luego de realizado el estudio se procedió a la inyección de látex y disección del animal. Este estudio fue realizado en un único animal debido a que no existe en Uruguay un equipo de tomografía de uso veterinario y el acceso al equipo del Hospital de Clínicas para este uso es limitado.

Las fotografías se tomaron con cámara digital y objetivo macro. Luego fueron procesadas utilizando el software libre, GIMP 2.8.

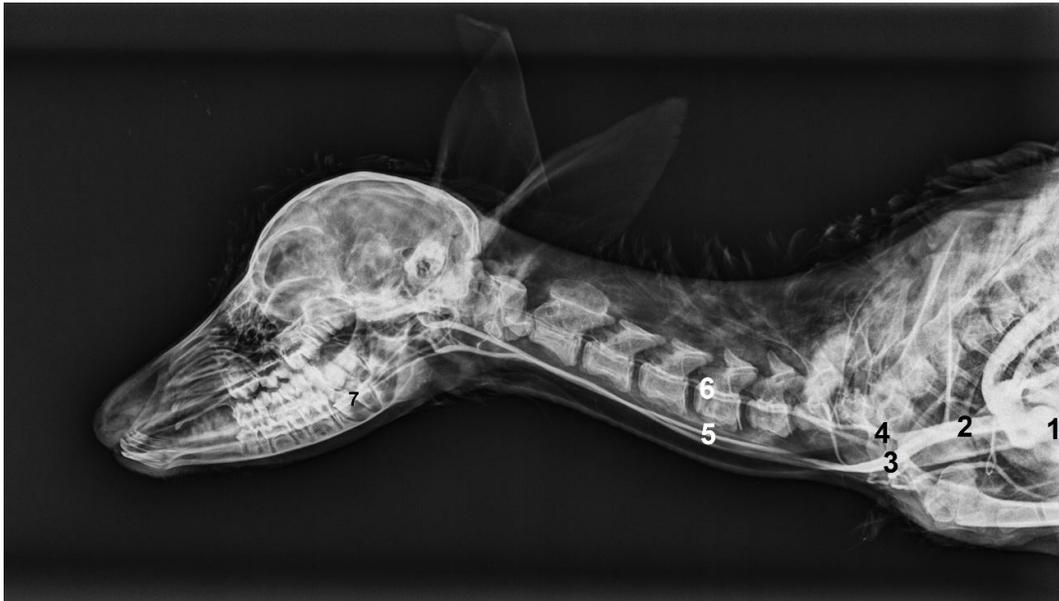
Los términos utilizados para la descripción están acordes a la Nomina Anatomica Veterinaria (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

## 4. RESULTADOS

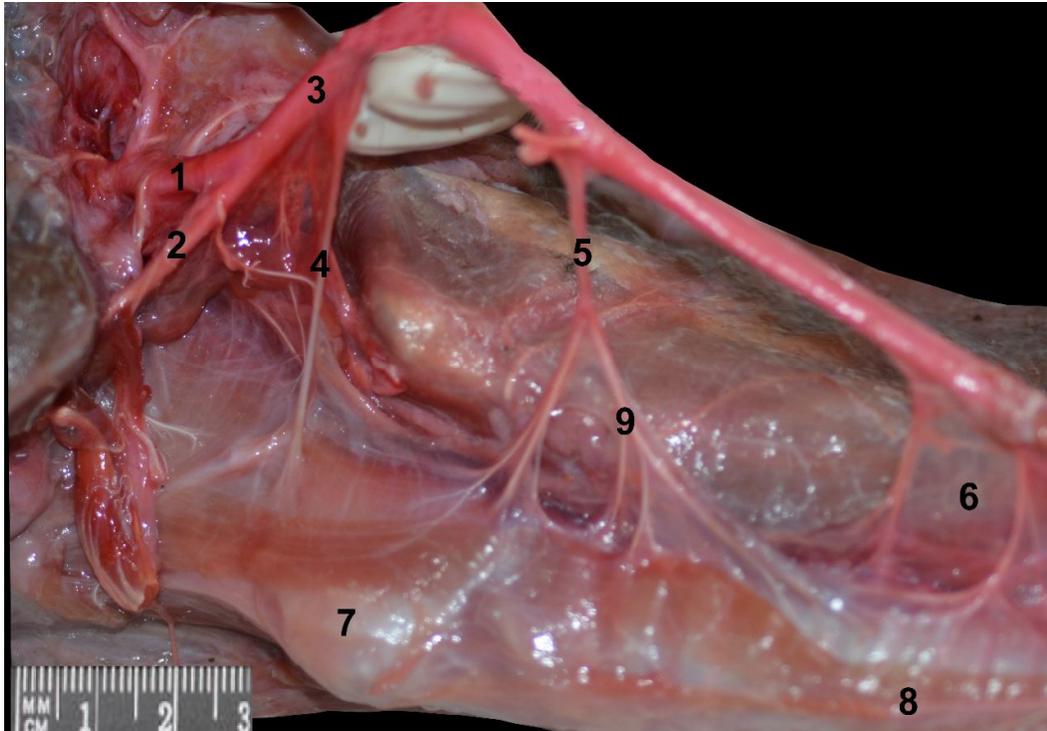
A continuación, se describen los resultados del trabajo, siguiendo un orden de craneal a caudal. Al finalizar este capítulo se realiza una lista basada en la Nomina Anatomica Veterinaria de las principales arterias del venado de campo.

### 4.1 Irrigación sanguínea de la cabeza y cuello

La cabeza y las partes craneales del cuello estaban irrigadas por las divisiones de las arterias carótidas comunes (Fig. 6). Estas daban numerosas ramas hacia los músculos ventrales de la región cervical. Al llegar al nivel de la glándula tiroides cada arteria carótida común emitía una arteria tiroidea caudal (hacia la glándula tiroides) y una craneal (Fig. 7). La arteria tiroidea craneal emitía la rama laríngea caudal. La arteria laríngea craneal provenía de la parte terminal de la arteria carótida común (Fig. 7).



**Fig. 6-** Angiografía latero-lateral de un venado hembra adulto. 1: Corazón; 2: Tronco braquiocefálico; 3: Tronco bicarotideo; 4: Arteria subclavía; 5: Arteria carótida común; 6: Arteria vertebral; 7: Arteria alveolar inferior.

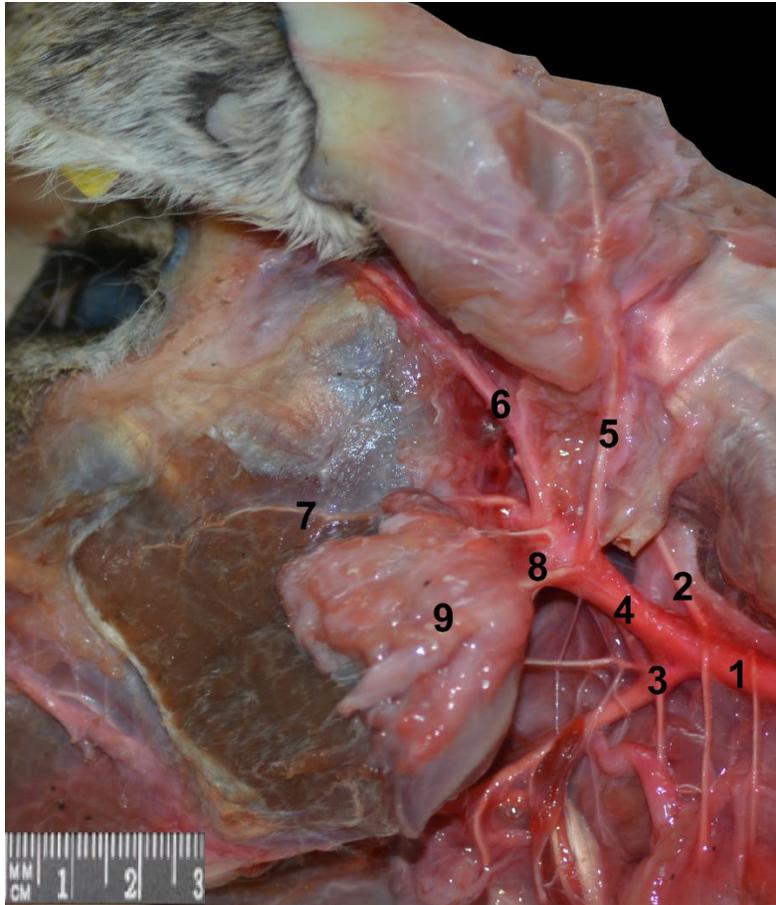


**Fig. 7-** Vista lateral región cervical craneal de venado de campo. 1: Arteria carótida externa; 2: Tronco linguofacial; 3: Arteria carótida común, 4: Arteria laríngea craneal; 5: Arteria tiroidea craneal; 6: Ramas a la tráquea; 7: Laringe; 8: Tráquea; 9: Arteria laríngea caudal.

A nivel de la articulación atlantoaxial, la arteria carótida común luego de emitir un pequeño tronco común que daba las arterias carótida interna y occipital, se continuaba como arteria carótida externa (Figs. 8, 9). En dos de los animales estudiados la arteria carótida interna era emitida a rostral de la arteria occipital, sin tronco común pero muy próximas entre sí. La arteria carótida interna era muy delgada y representaba un simple vestigio. La arteria occipital irrigaba la parte caudal de la pared del cráneo y la parte adyacente de la región cervical (Fig. 8).

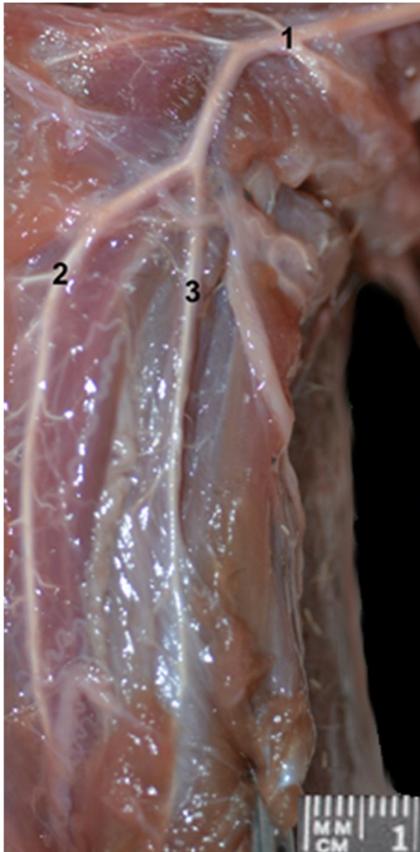


**Fig. 8-** Reconstrucción 3D- Tomografía computarizada. Venado macho adulto astado. 1: Arteria carótida común derecha; 2: Arteria occipital; 3: Arteria auricular caudal; 4: Arteria temporal superficial; 5: Arteria facial; 6: Arteria infraorbitaria; 7: Arteria palpebral superior; 8: Arteria angular del ojo.

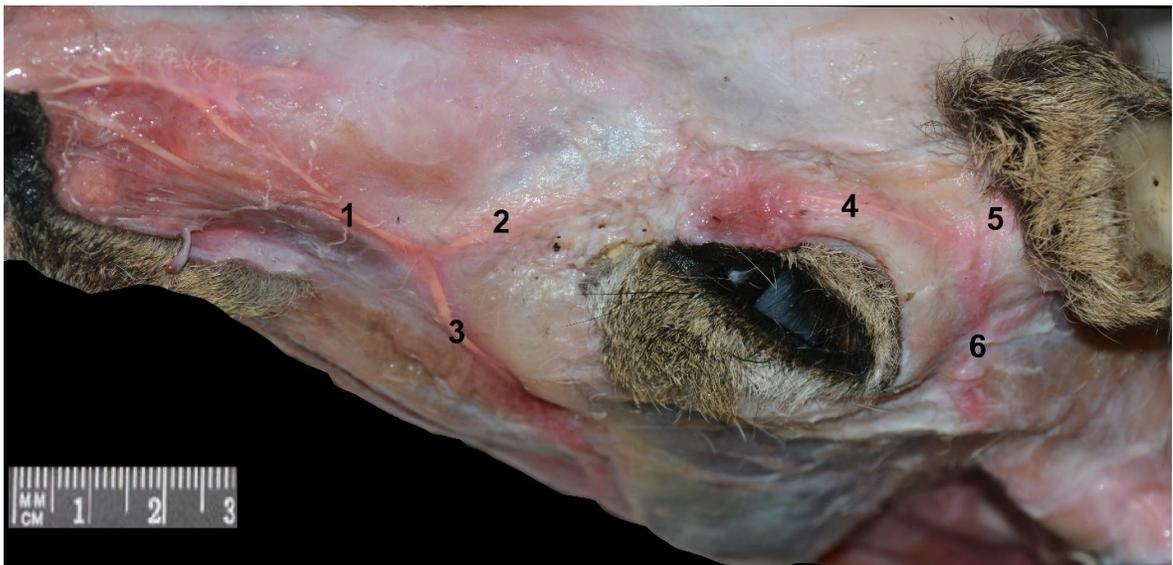


**Fig. 9-** Vista lateral de la región caudal de la cabeza de venado de campo. 1: Arteria carótida común; 2: Arteria occipital; 3: Tronco linguofacial; 4: Arteria carótida externa; 5: Arteria auricular caudal; 6: Arteria temporal superficial; 7: Arteria transversa de la cara; 8: Ramas glandulares; 9: Glándula parótida.

La arteria carótida externa emitía las arterias lingual, facial, auricular caudal, maxilar, temporal superficial, ramas glandulares y musculares (Fig. 9). Las arterias lingual y facial nacían de un tronco común (tronco linguofacial) (Fig. 9). La arteria lingual terminaba dividiéndose en arteria profunda de la lengua y arteria sublingual (Fig. 10). La arteria facial pasaba bajo el ángulo de la mandíbula, rodeaba el músculo masetero cranealmente y se dirigía dorsalmente terminando en la región infraorbitaria (Fig. 11).

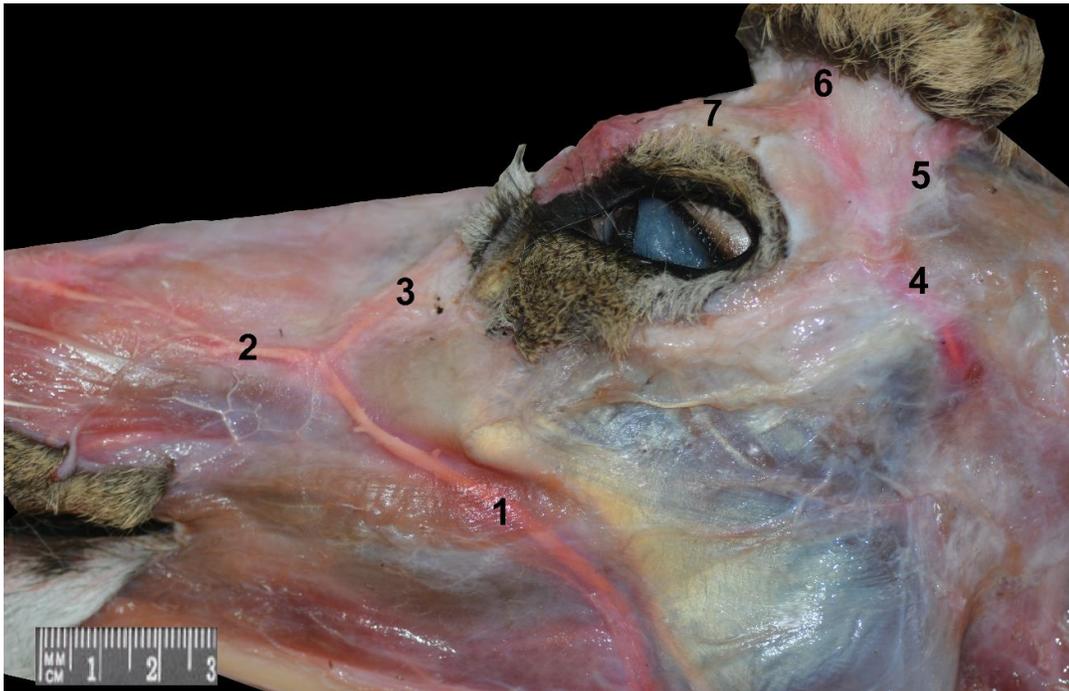


**Fig. 10-** Vista ventral de la lengua de venado de campo. 1: Arteria lingual; 2: Arteria profunda de la lengua; 3: Arteria sublingual.



**Fig.11-** Vista dorsolateral de cabeza de venado de campo macho astado. 1- Ramas a la nariz y labio superior; 2: Arteria angular del ojo; 3: Arteria facial; 4: Arteria palpebral superior; 5: Arteria cornual; 6: Arteria temporal superficial.

Hacia caudal del ángulo de la mandíbula, la arteria carótida externa daba ramas múltiples a la glándula parótida, a los músculos de la región y antes de terminarse emitía la arteria auricular caudal (Fig. 9). La arteria carótida externa terminaba dividiéndose en arteria temporal superficial y arteria maxilar. La arteria temporal superficial emitía como principales colaterales, las arterias transversa de la cara y auricular rostral (Fig. 9). La arteria transversa de la cara se dirigía rostralmente en la parte dorsal del músculo masetero, era un vaso de pequeño calibre (Fig. 9). Por último, la arteria temporal superficial terminaba a la altura del ángulo lateral del ojo, dando tres ramas (2 arterias cornuales y la arteria palpebral superior) (Figs. 11, 12). Las arterias cornuales (rostral y caudal) rodeaban el pedículo de las astas sin anastomosarse.



**Fig. 12-** Vista lateral de cabeza de macho adulto astado de venado de campo. 1: Arteria facial; 2: Ramas a la nariz y labio superior; 3: Arteria angular del ojo; 4: Arteria temporal superficial; 5: Arteria cornual caudal; 6: Arteria cornual rostral; 7: Arteria palpebral superior.

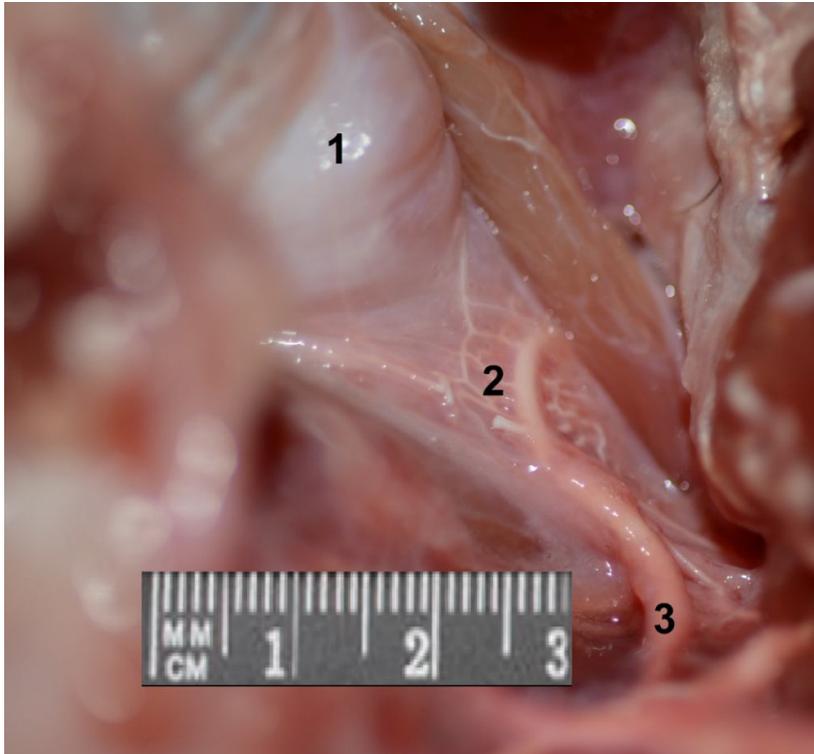
La arteria maxilar era un vaso fuerte cuyas ramas principales eran las arterias alveolar inferior, oftálmica externa, bucal, malar y ramas para la red admirable epidural rostral (que pasaban por los forámenes oval y redondo) (Fig. 13). La arteria alveolar inferior era la primera rama y se dirigía ventralmente para

alcanzar el foramen mandibular (Fig. 6). Recorría con la vena y el nervio homónimos, el canal mandibular hasta llegar al foramen mentoniano. En este canal daba múltiples ramas dentarias. Más allá de éste se continuaba por la arteria mentoniana que se distribuía al mentón y al labio inferior.



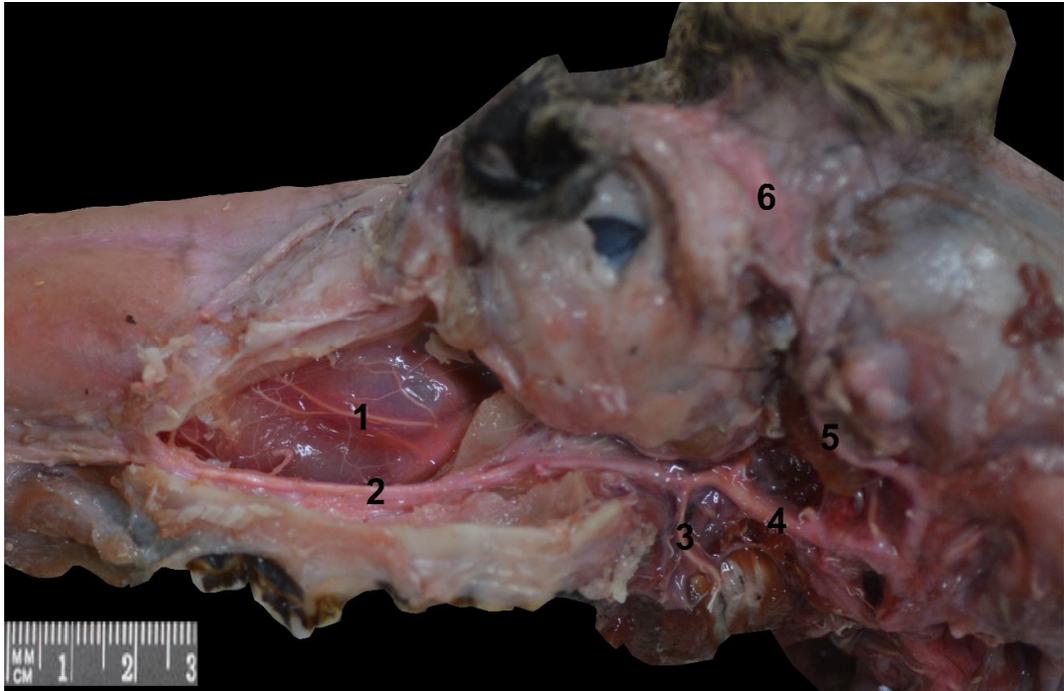
**Fig. 13-** Vista ventromedial de corte sagital de cabeza de venado de campo. 1: Arteria maxilar; 2 y 3: Ramas para la red admirable epidural rostral; 4: Arteria infraorbitaria.

La arteria oftálmica externa nacía de la arteria maxilar. Ella describía una curva que estaba ocupada por una red admirable oftálmica (Fig. 14). La arteria oftálmica externa irrigaba los músculos oculares, la glándula lacrimal y la región frontal mediante la arteria supraorbitaria. Al llegar a la pared interna de la órbita penetraba el cráneo por el foramen etmoidal y daba la arteria etmoidal externa. La arteria bucal se dirigía rostroventralmente y daba ramas para irrigar los músculos de la región, las glándulas salivares y la mucosa de la zona.



**Fig. 14-** Vista lateral del globo ocular izquierdo luego de la remoción de los huesos y músculos de la órbita. 1: Globo ocular izquierdo; 2: Red admirable oftálmica; 3: Arteria oftálmica externa.

Las ramas terminales de la arteria maxilar eran las arterias infraorbitaria y palatina descendente (Fig. 15). La arteria infraorbitaria recorría el canal homónimo, irrigaba los dientes superiores, la mayor parte del maxilar y la región infraorbitaria (Figs. 8, 15). La arteria infraorbitaria terminaba rostralmente al foramen homónimo emitiendo ramas a la nariz y el labio superior. La arteria palatina descendente era un breve tronco que daba origen a las arterias esfenopalatina, palatina menor y palatina mayor. La arteria esfenopalatina daba ramas a la cavidad nasal (Fig. 15). La arteria palatina menor irrigaba el paladar blando. La arteria palatina mayor enviaba ramas al paladar duro.



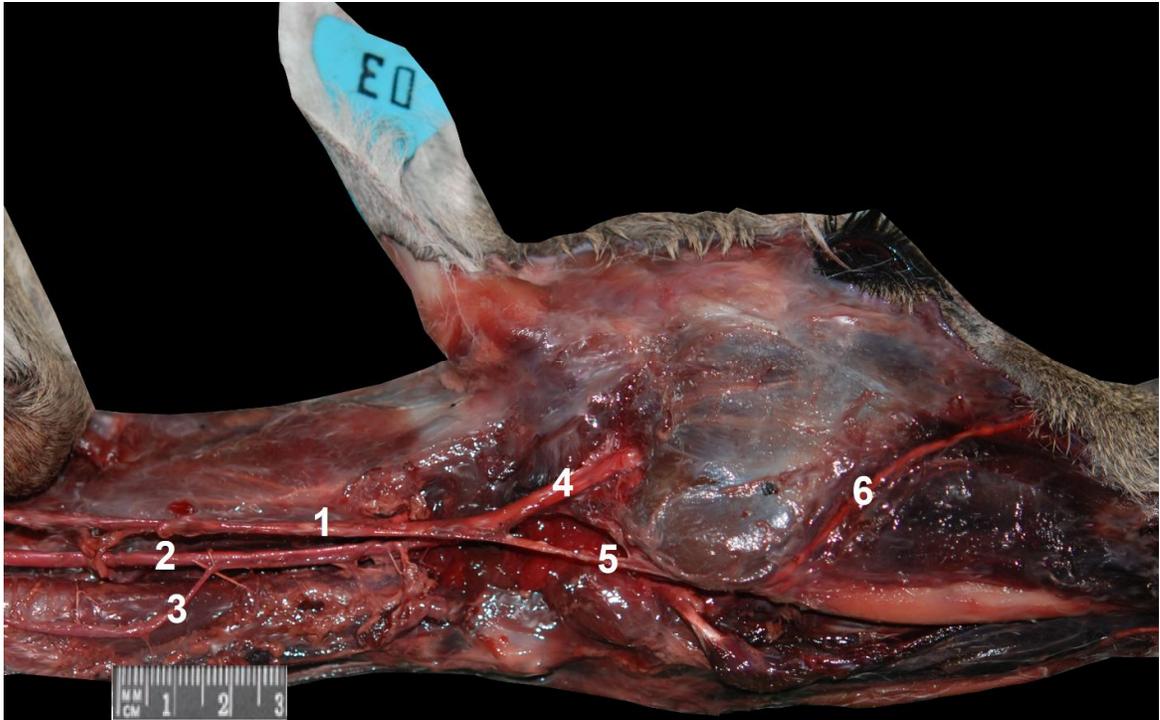
**Fig. 15-** Vista lateral de cabeza de venado de campo luego de la remoción de parte del hueso maxilar. 1: Arteria esfenopalatina; 2: Arteria infraorbitaria; 3: Arteria palatina descendente; 4: Arteria maxilar; 5 y 6: Arteria temporal superficial.

La irrigación arterial del encéfalo era dada por ramas de la arteria maxilar, vestigios de la carótida interna y ramas de la arteria vertebral (Figs. 6,13, 16). Las ramas de la arteria maxilar llevaban la irrigación al vestigio de la arteria carótida interna. La arteria cerebral rostral, rama de la arteria carótida interna, formaba el círculo arterial del cerebro. Otra rama de la arteria carótida interna era la arteria cerebral media. Esta arteria enviaba ramas a la cara lateral del encéfalo (Fig. 16). Solo la red admirable epidural rostral estaba desarrollada. La continuación hacia caudal de la arteria carótida interna era la arteria comunicante caudal. Ésta se unía a la arteria basilar. La arteria basilar provenía de la unión de ambas arterias vertebrales. Era una arteria impar que corría en la cara ventral del puente. De la arteria basilar partían ramas hacia la médula oblonga y el cerebelo.



**Fig. 16-** Vista lateral de encéfalo de venado de campo. 1: Arteria cerebral media; \*: Ramas corticales.

La vena yugular externa recorría el surco de la yugular, que estaba formado por los músculos braquiocefálico y esternocéfálico. Esta vena se formaba próximo al ángulo de la mandíbula por la unión del tronco linguofacial y la vena maxilar (Fig 17). Las venas lingual y facial, que formaban el tronco, acompañaban las arterias de su mismo nombre y drenaban las estructuras más superficiales y rostrales de la cabeza. La vena maxilar también acompañaba a su arteria homónima, drenando las estructuras más profundas, incluyendo las de la cavidad craneana.

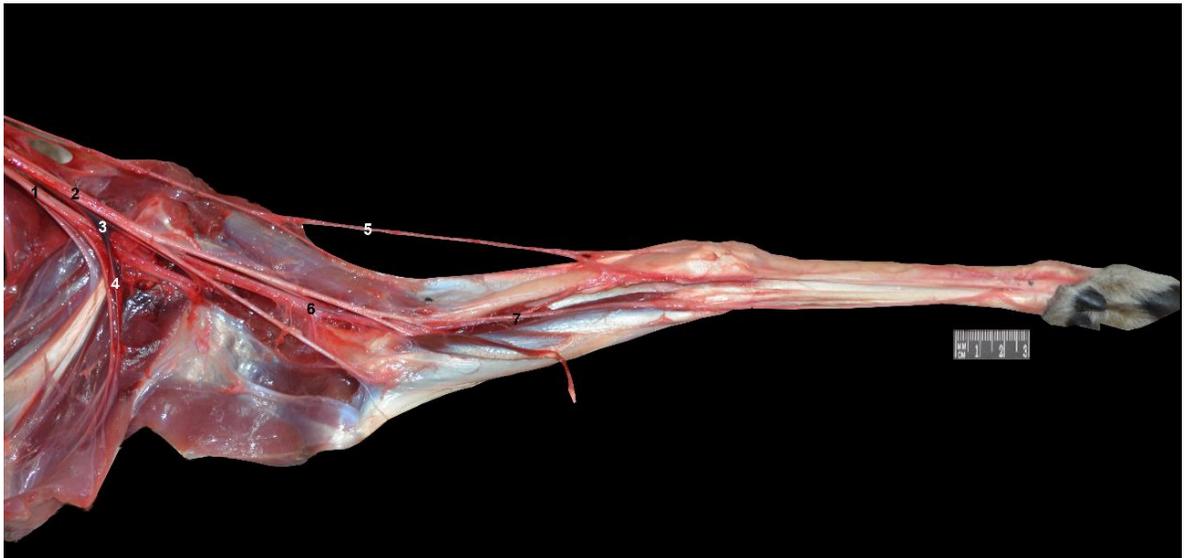


**Fig. 17-** Vista ventrolateral de la cabeza de venado de campo de una hembra. 1: Vena yugular externa; 2: Arteria carótida común; 3: Tronco vagosimpático; 4: Vena maxilar; 5: Tronco linguofacial; 6: Arteria y vena facial.

## 4.2 Irrigación sanguínea del miembro torácico

A partir de la arteria aorta se originaba el tronco braquiocefálico que daba comienzo a ambas arterias subclavias (derecha e izquierda), las cuales llevaban la sangre hacia el miembro torácico respectivo. Esta arteria cruzaba el borde craneal de la primera costilla y entraba en el espacio axilar, donde pasaba a llevar ese nombre. Emitía varias ramas al tronco y al miembro torácico (arteria deltoidea, torácica externa, supraescapular y subescapular). Su rama más importante, la arteria subescapular (Fig. 18), se introducía entre los músculos subescapular y redondo mayor; emitía dos ramas, la arteria circunfleja humeral craneal y la caudal.

La arteria axilar se continuaba como arteria braquial cuando pasaba la articulación escápulo-humeral (Fig. 18). De ésta emergía la arteria braquial profunda que se encontraba entre las cabezas del músculo tríceps e irrigaba los músculos de la cara caudal del brazo y la arteria bicipital para el músculo con el mismo nombre. Cerca de la articulación del codo la arteria braquial emitía las ramas transversa ulnar y la colateral ulnar para los músculos del antebrazo. Luego la arteria axilar pasaba a llamarse mediana corriendo hacia distal de la cara caudomedial del antebrazo junto con el nervio mediano (Fig. 18).



**Fig. 18-** Vista medial miembro torácico izquierdo de venado de campo. 1: Arteria axilar; 2: Nervios mediano y ulnar; 3: Vena axilar; 4: Arteria y Vena subescapular; 5: Vena cefálica; 6: Arteria braquial; 7: Arteria mediana.

A la altura del carpo la arteria mediana daba ramas que contribuían a formar el arco dorsal de la mano. También emitía la arteria profunda del antebrazo y la arteria radial. Las arterias para la mano se originaban sobretodo en la región palmar, ya que las dorsales eran poco desarrolladas. La arteria mediana se continuaba hacia distal como arteria digital común palmar. Distalmente daba ramas para la articulación metacarpo falangeanas, los tendones extensores y flexores digitales, fascia y piel.

Las venas eran satélites de las arterias en su mayoría. Las venas superficiales comprendían la vena cefálica y cefálica accesoria, las cuales eran prominentes. La vena cefálica se comunicaba con la braquial a nivel del codo, y continuaba en un surco comprendido entre el músculo braquiocefálico y pectoral descendente, desembocando en la vena yugular externa en la base del cuello.

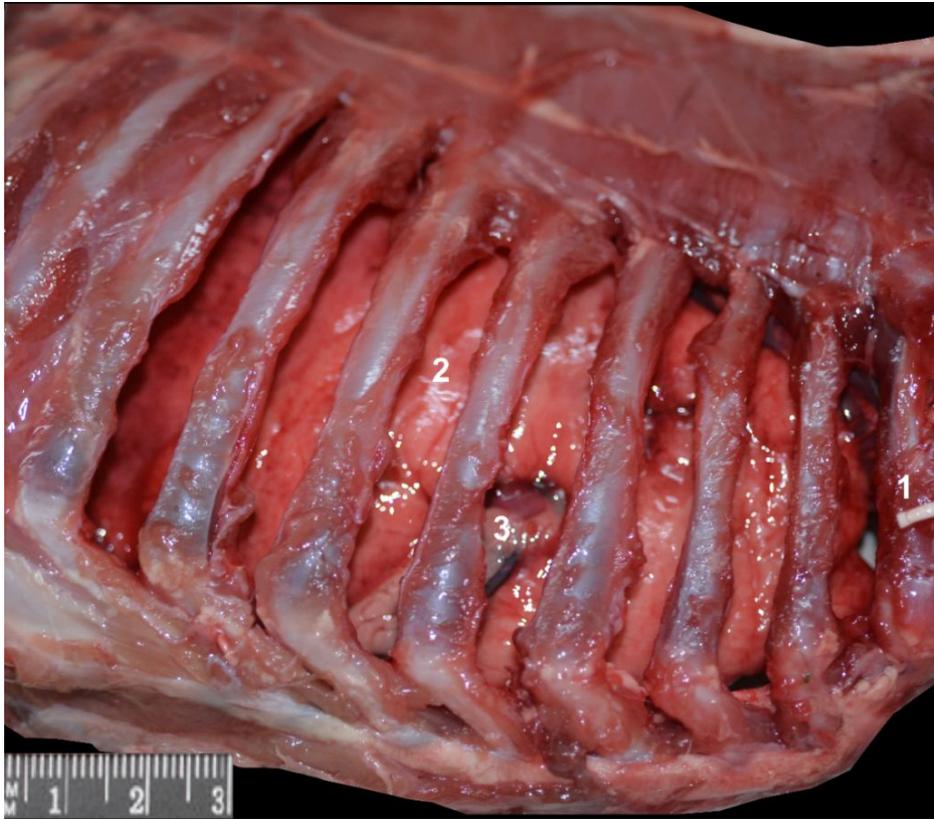
### 4.3 Anatomía macroscópica del corazón e irrigación sanguínea del tórax

El corazón se alojaba en el mediastino medio. Los dos tercios del corazón se encontraban a la izquierda del plano medio del cuerpo y su eje formaba un ángulo de 45° (Figs. 19, 20). El ápex se encontraba cerca del esternón a nivel del sexto espacio intercostal. La proyección del corazón sobre la pared del tórax se extendía entre el tercer y sexto espacio intercostal del lado izquierdo (Fig. 21) y el quinto y sexto del lado derecho (Fig. 22).

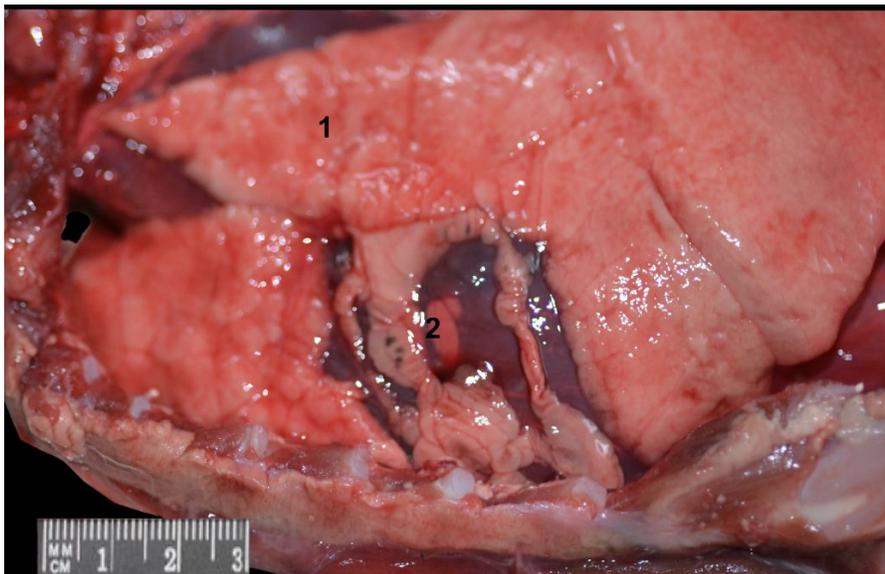
Estaba revestido por el pericardio (Figs. 21, 22). El pericardio fibroso ayudaba a fijar el corazón al esternón mediante un ligamento esternopericárdico doble (Fig. 23). No se observó ligamento frenicopericárdico.



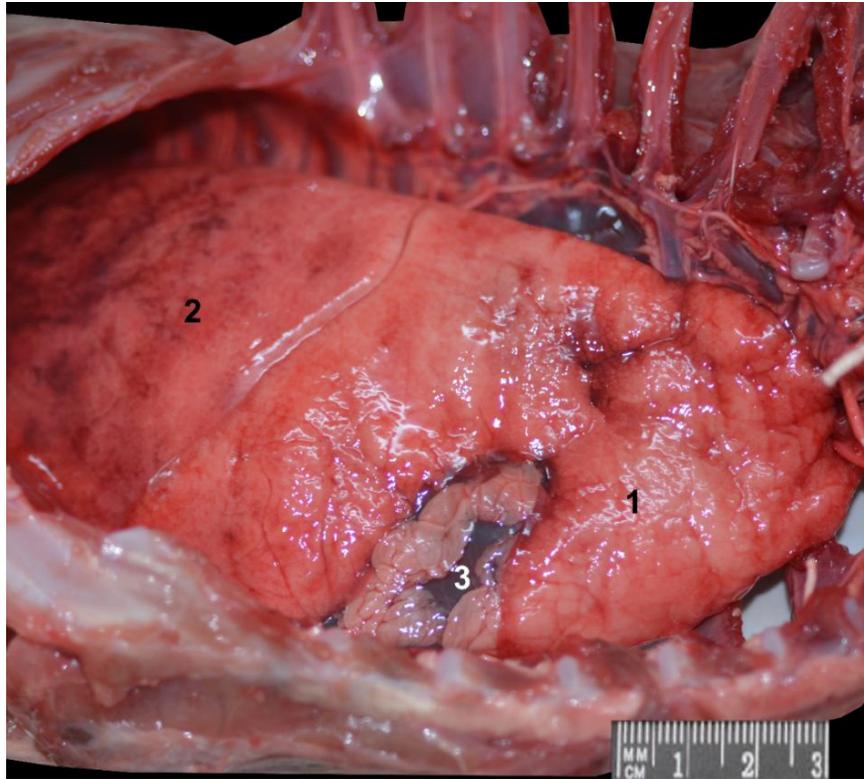
**Fig. 19-** Vista lateral tórax izquierdo, luego de la remoción de los músculos costales. 1: Primera costilla; 2: Pulmón; 3: Corazón.



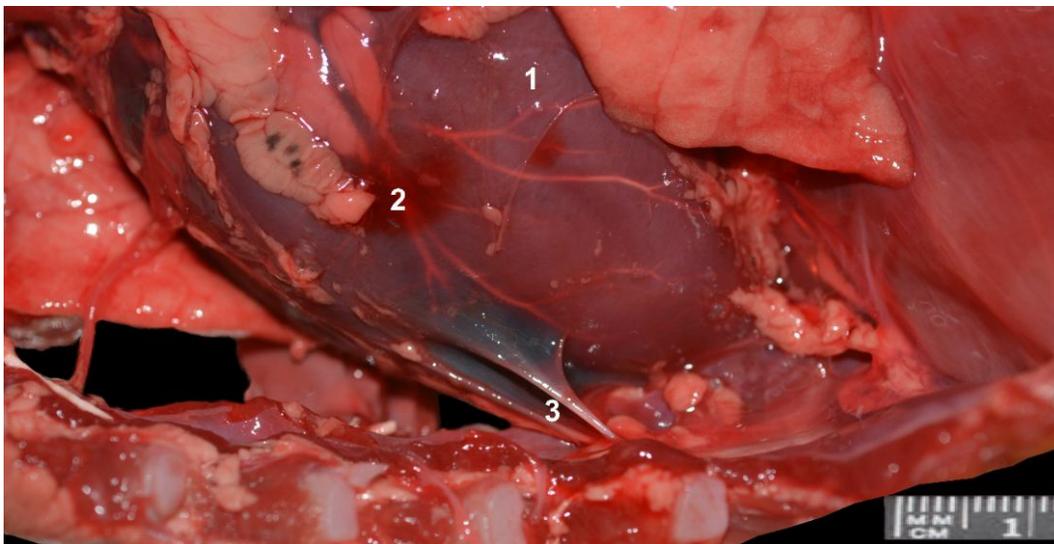
**Fig. 20-** Vista lateral tórax derecho, luego de la remoción de los músculos costales. 1: Primera costilla; 2: Pulmón; 3: Corazón.



**Fig. 21-** Vista lateral tórax izquierdo luego de remover las costillas. 1: Pulmón; 2: Corazón.



**Fig. 22-** Vista lateral tórax derecho luego de remover las costillas. 1: Lóbulo caudal del pulmón; 2: Lóbulo craneal del pulmón; 3: Corazón.



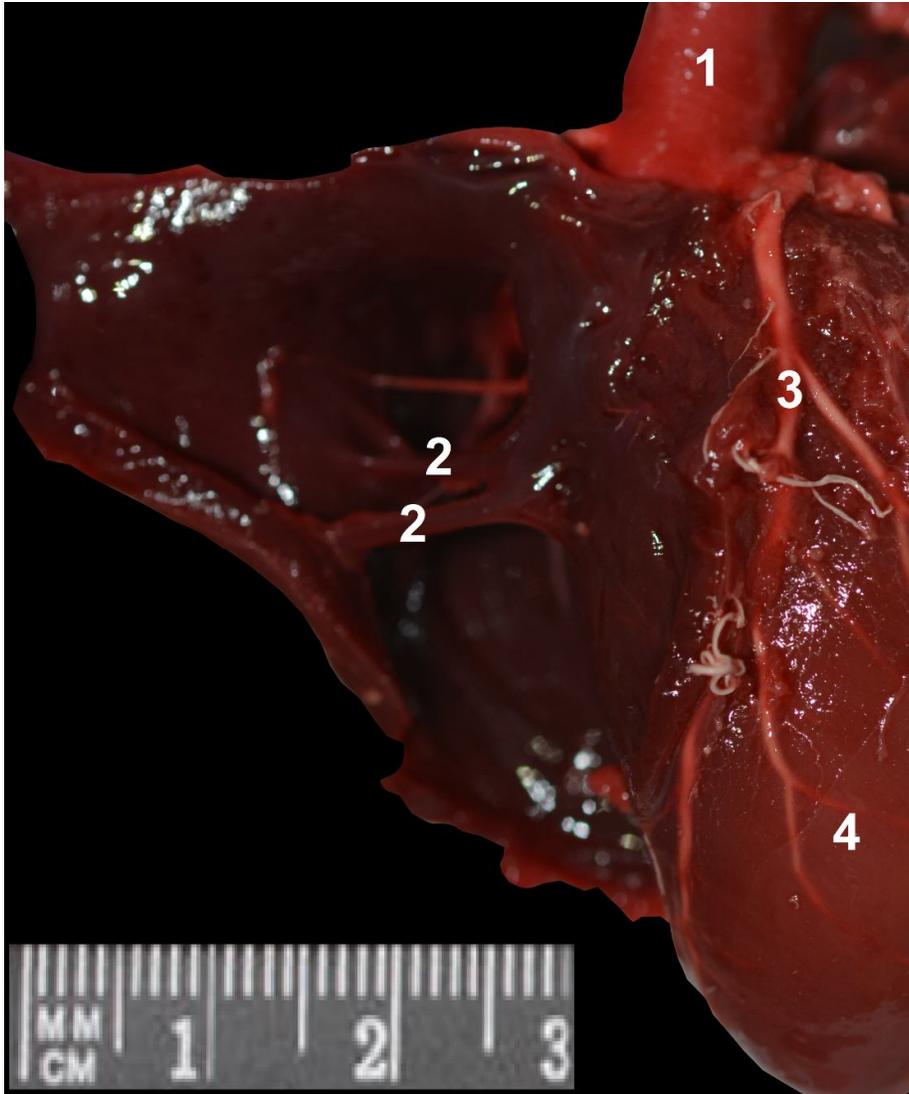
**Fig. 23-** Vista lateral izquierda de tórax del venado de campo. 1: Ventriculo izquierdo; 2: Arteria paraconal; 3: Ligamento esternopericárdico doble.

El corazón era alargado transversalmente acompañando la forma del tórax (Fig. 23). El color en fresco era rojo claro amarronado. Los surcos y vasos estaban cubiertos por poca cantidad de tejido adiposo subepicardico, de color

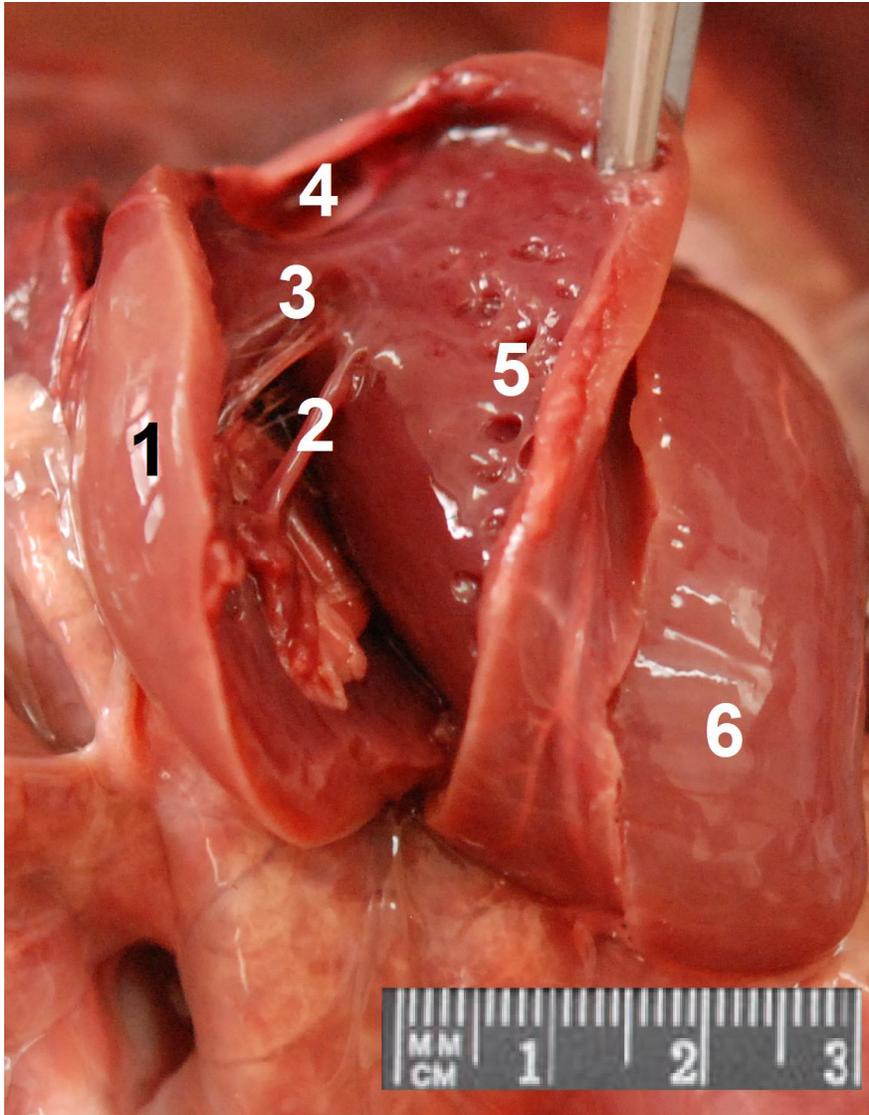
beige y consistencia media (Figs. 21, 22, 23). La consistencia del miocardio era firme, aunque el lado derecho del corazón era depresible, mientras que el lado izquierdo era más resistente a la presión.

Ambos atrios estaban separados entre sí por el septum interatrial. De ambos atrios, el derecho era el más voluminoso. Cada uno de los atrios tenía un divertículo ciego, las aurículas. En el atrio derecho se observó la abertura de las venas cava craneal y caudal y entre ambas había un tubérculo intervenoso poco desarrollado. También se observó la desembocadura del seno coronario. En el atrio izquierdo desembocaban 4-5 venas pulmonares.

El ventrículo derecho recibía la sangre del atrio derecho a través del ostium atrioventricular derecho. Este ventrículo no formaba parte del ápex del corazón. Se proyectaban 3 músculos papilares en su interior (subarterioso, parvi y magnus). Estos músculos daban fijación a las cuerdas tendinosas que formaban parte de la válvula tricúspide. El músculo papilar magnus se ubicaba sobre la pared septal y estaba conectado por la trabécula septomarginal derecha al músculo papilar subarterioso. No se observaron cartílagos ni huesos en la estructura del esqueleto cardíaco. Se observaban dos trabéculas septomarginales bien desarrolladas en este ventrículo (Fig. 24). La sangre se dirigía de este ventrículo al tronco pulmonar, pasando por la válvula semilunar pulmonar (Fig. 25). La cresta supraventricular estaba bien desarrollada (Fig. 25). Las trabéculas carnosas estaban muy poco desarrolladas en ambos ventrículos, siendo sus paredes casi lisas (Fig. 25).

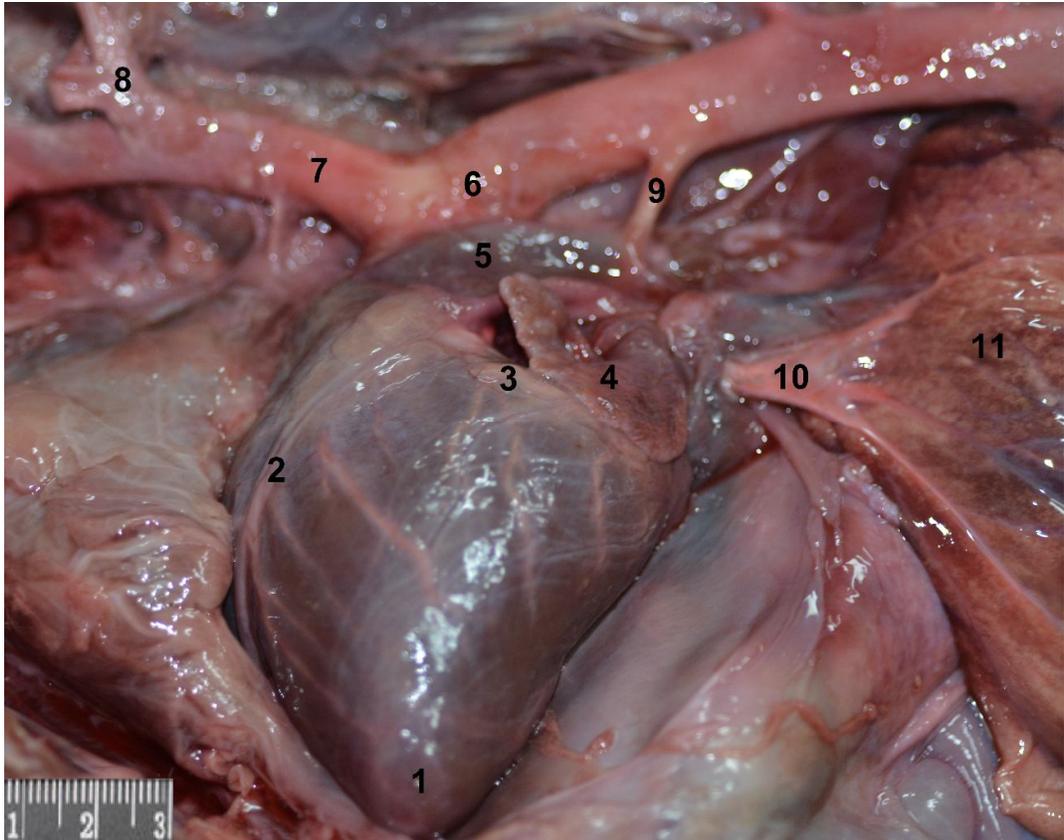


**Fig. 24-** Vista de cara derecha del corazón. 1: Arteria Aorta; 2: Trabéculas septomarginales derechas; 3: Arteria subsinusal; 4: Ventrículo izquierdo.



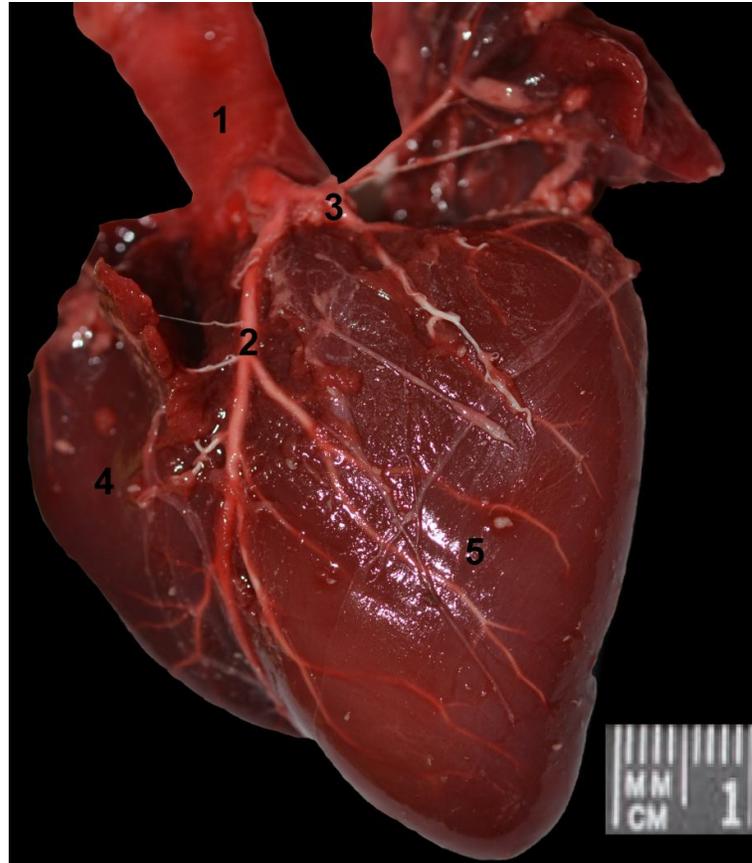
**Fig. 25-** Vista de cara izquierda del corazón, con el ventrículo derecho incidido. 1: Ventrículo derecho; 2: Trabéculas septomarginales derechas; 3: Cresta supraventricular; 4: Válvula semilunar pulmonar; 5: Trabéculas carnosas; 6: Ventrículo izquierdo.

El ventrículo izquierdo recibía la sangre del atrio correspondiente, pasando por la válvula mitral o bicúspide. En este ventrículo ambos músculos papilares se ubicaban sobre la pared marginal. Del músculo sub papilar auricular salían dos trabéculas septomarginales. Este ventrículo enviaba la sangre hacia la arteria aorta. El ducto arterioso vestigial permanecía en el adulto formando el ligamento arterioso, él unía el tronco pulmonar con la arteria aorta (Fig. 26).

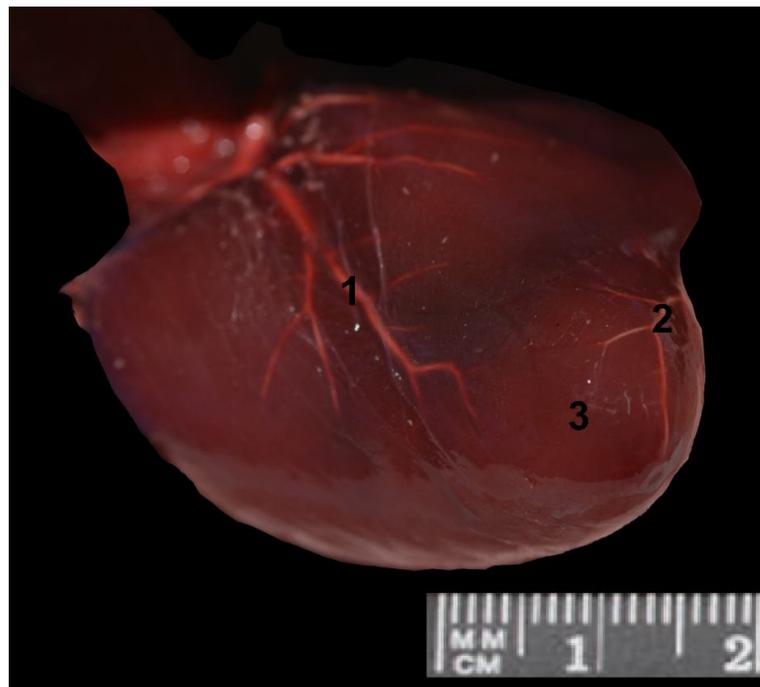


**Fig. 26-** Vista ventrolateral tórax izquierdo de venado de campo. 1: Ventrículo izquierdo; 2: Arteria paraconal; 3: Arteria circunfleja; 4: Aurícula izquierda; 5: Tronco pulmonar; 6: Arteria Aorta; 7: Tronco braquiocefálico; 8: Arteria subclavia; 9: Ligamento arterioso; 10: Arteria pulmonar; 11: Pulmón.

El corazón estaba irrigado por las arterias coronarias. La arteria coronaria izquierda era la mayor, su principal rama era la rama interventricular paraconal (Fig. 27). Ésta recorría el surco homónimo y alcanzaba el ápex. Luego la arteria coronaria izquierda se continuaba como la rama circunfleja (Fig. 27) que seguía el surco coronario hacia la cara caudal del corazón, y se terminaba antes de alcanzar el surco subsinusal. La arteria coronaria derecha alcanzaba el surco coronario después de pasar entre el atrio izquierdo y el tronco pulmonar, se continuaba en el surco subsinusal (Fig. 28). No se producían anastomosis entre las ramas visibles de las arterias coronarias (Fig. 28). La sangre venosa se volcaba en el seno coronario, en el atrio derecho mediante la vena cardíaca magna.

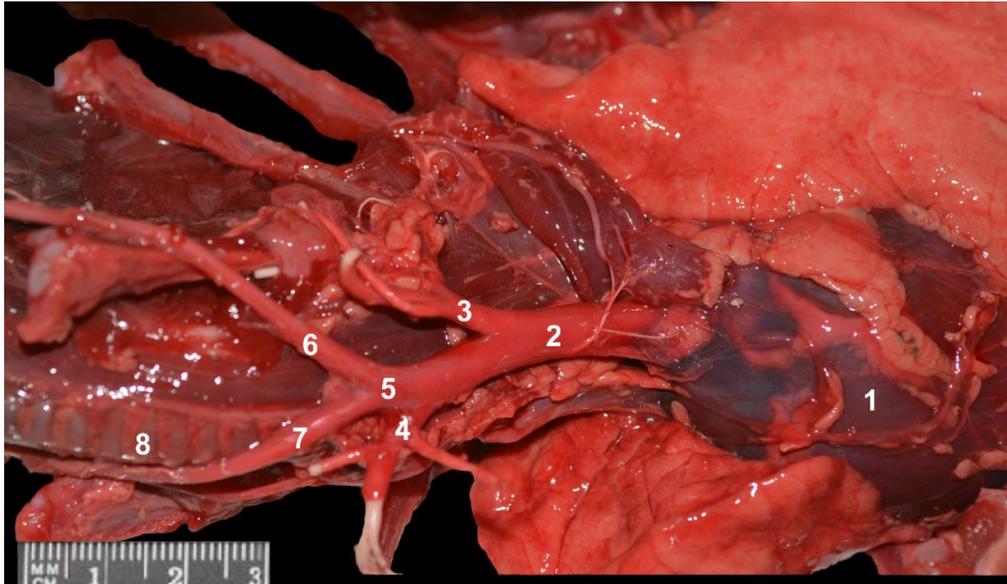


**Fig. 27-** Vista cara izquierda de corazón de venado de campo. 1: Arteria aorta; 2: Arteria paraconal; 3: Arteria circunfleja; 4: Ventriculo derecho; 5: Ventriculo izquierdo.



**Fig. 28-** Vista ventral del ápex del corazón del venado de campo. 1: Arteria subsinusal; 2: Arteria paraconal; 3: Ápex.

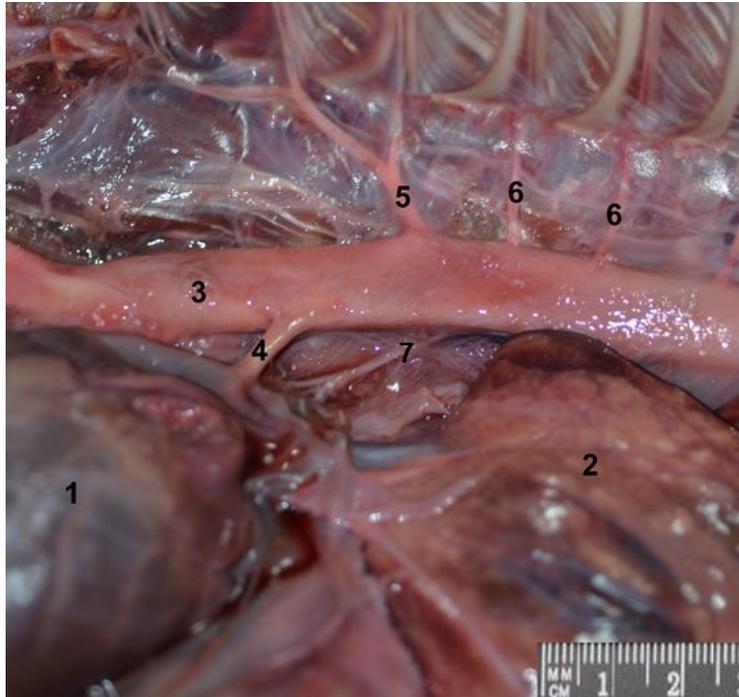
El tronco braquiocefálico (Fig. 26) daba la arteria subclavia izquierda, luego la arteria subclavia derecha y terminaba en el tronco bicarotideo (Fig. 29). La primera rama de la arteria subclavia era el tronco costocervical, luego emitía la arteria torácica interna y las arterias cervicales superficiales, se continuaba como arteria axilar luego de contornear la primera costilla.



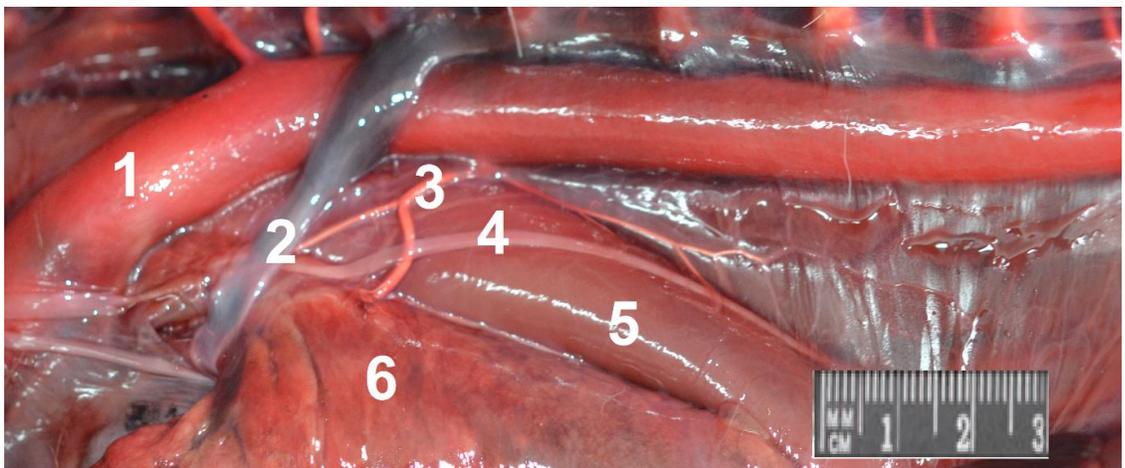
**Fig. 29-** Vista lateroventral izquierda de tórax y región cervical de venado de campo. 1: Corazón; 2: Tronco braquiocefálico; 3: Arteria subclavia izquierda; 4: Arteria subclavia derecha; 5: Tronco bicarotideo; 6: Arteria carótida común izquierda; 7: Arteria carótida común derecha; 8: Tráquea.

El tronco costocervical emitía tres arterias hacia dorsal (arteria intercostal suprema, arteria escapular dorsal y arteria cervical profunda). Desde la arteria intercostal suprema partían las tres primeras arterias intercostales. Desde la superficie dorsal de la aorta torácica se originaban ocho arterias intercostales (Fig. 30). Desde la superficie ventral de la aorta torácica, a nivel de la octava costilla, se originaba la arteria broncoesofágica (Figs. 30, 31).

Se observó la presencia de vena ácigos izquierda (Fig. 31) pero no había vena ácigos derecha en los animales estudiados. Ésta desembocaba en la vena cava caudal antes de su ingreso en el atrio izquierdo.



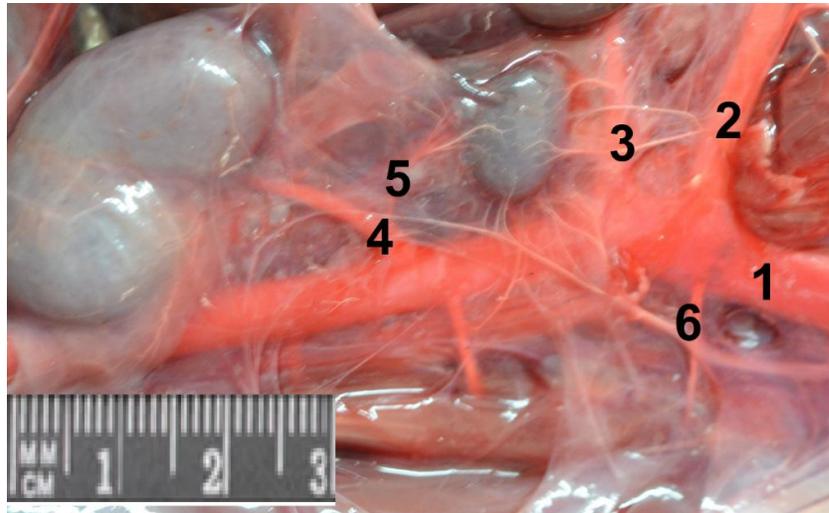
**Fig. 30-** Vista lateral tórax derecho de venado de campo, luego de remover las costillas y desplazar el pulmón hacia caudal. 1: Corazón; 2: Pulmón izquierdo; 3: Arteria aorta descendente; 4: Ligamento arterioso; 5: Primera arteria intercostal; 6: Arterias intercostales; 7: A. broncoesofágica.



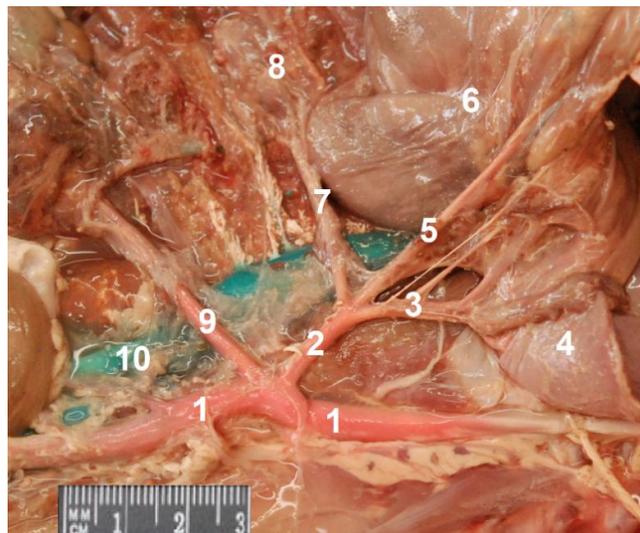
**Fig. 31-** Vista lateral tórax izquierdo de venado de campo, luego de remover las costillas. 1: Aorta; 2: Vena ácigos izquierda; 3: Arteria broncoesofágica; 4: Rama vagal dorsal izquierda; 5: Esófago; 6: Pulmón izquierdo.

#### 4.4 Irrigación sanguínea del abdomen

La arteria celíaca (Fig. 32) se originaba directamente de la aorta. Emitía tres ramas: arteria hepática, arteria esplénica y arteria gástrica izquierda (Fig. 33). La arteria esplénica se dirigía al bazo, y su única rama hacia el estómago era la arteria ruminal derecha, principal arteria del rumen.



**Fig. 32-** Vista ventral de la arteria aorta abdominal del venado de campo. 1: Arteria Aorta; 2: A. celíaca; 3: Arteria mesentérica craneal; 4: Arteria renal; 5: ramas adrenales; 6: Arteria lumbar.



**Fig. 33-** Vista ventro lateral de la arteria aorta abdominal del venado de campo. 1: Arteria Aorta; 2: A. celíaca; 3: Arteria esplénica; 4: Bazo; 5: Arteria gástrica izquierda; 6: Estómago; 7: Arteria hepática; 8: Hígado; 9: Arteria mesentérica caudal; 10: Vena cava caudal.

La arteria gástrica izquierda irrigaba los cuatro compartimentos gástricos. Emitía la arteria ruminal izquierda, luego la arteria reticular. Antes de llegar al omaso, emitía la arteria gastroepiploica izquierda que recorría la curvatura mayor del abomaso. Esta irrigaba la cara visceral del retículo mediante la arteria reticular accesoria. Ambas arterias, gástrica y gastroepiploica izquierda, se anastomosaban con su contraparte derecha en las curvaturas del abomaso.

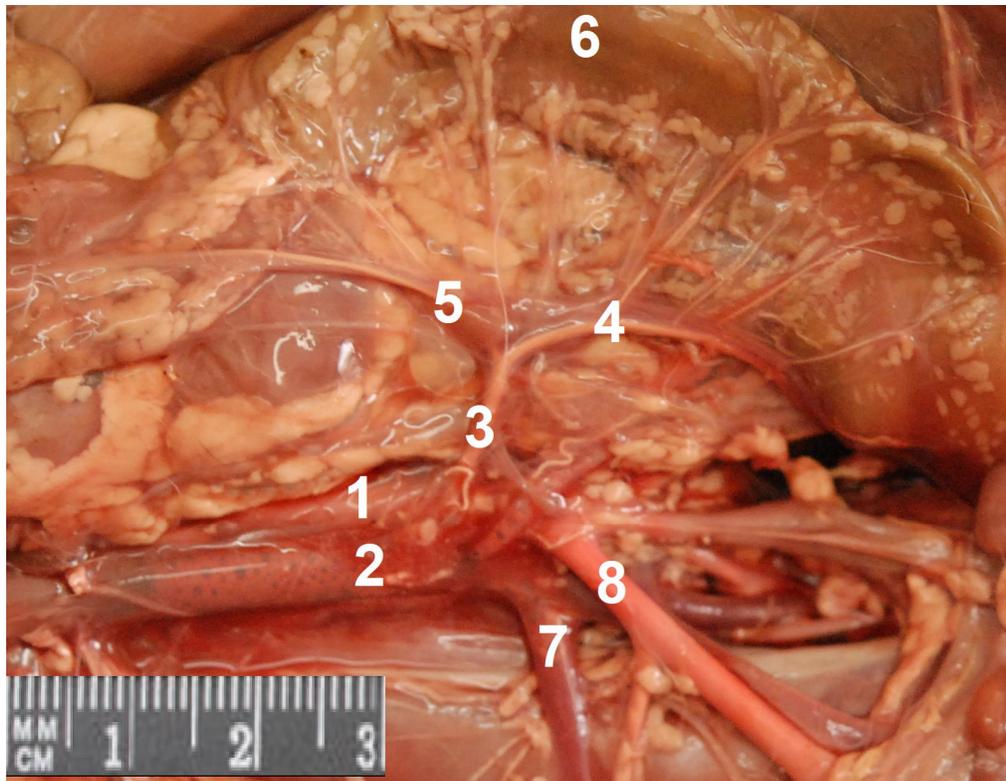
La arteria hepática emitía la arteria gástrica derecha y la arteria gastroduodenal, de esta última se originaba la arteria gastroepiploica derecha. La arteria gástrica derecha recorría la curvatura menor del abomaso, y la gastroepiploica derecha, la curvatura mayor.

La arteria mesentérica craneal se originaba caudalmente a la arteria celíaca (Figs. 32, 33), e irrigaba desde la segunda mitad del duodeno hasta el comienzo del colon descendente. Emitía ramas pancreáticas al lóbulo derecho del páncreas y daba la arteria pancreaticoduodenal caudal. Esta arteria se anastomosaba cranealmente con la arteria pancreaticoduodenal craneal, rama de la arteria gastroduodenal.

La mayor parte de las ramas de la arteria mesentérica craneal eran las arterias yeyunales. Estas arterias se dividían en varias ramas antes de alcanzar el yeyuno, y se anastomosaban con las ramas vecinas para formar una serie de arcos. Estas ramas también daban divisiones al último giro centrífugo del colon ascendente. Luego de emitir las últimas arterias yeyunales, la arteria mesentérica craneal daba origen a las arterias ileales. La rama más delgada emitida por la arteria mesentérica craneal era la arteria ileocolica, la que irrigaba el colon ascendente, el ciego y el ileon.

La arteria mesentérica caudal se originaba cranealmente al origen de las arterias ilíacas, se dividía en arteria rectal craneal y arteria cólica izquierda (Fig. 34). En uno de los animales estudiados la arteria mesentérica caudal fue emitida en la cara ventral del corto segmento de aorta ubicado entre las emisión de las arterias ilíacas externas e internas. La arteria cólica izquierda tenía un calibre menor que la arteria rectal craneal, se distribuía a la mayor parte del colon ascendente y se anastomosaba cranealmente con la arteria cólica media. La arteria rectal craneal irrigaba la parte craneal del recto y el colon descendente.

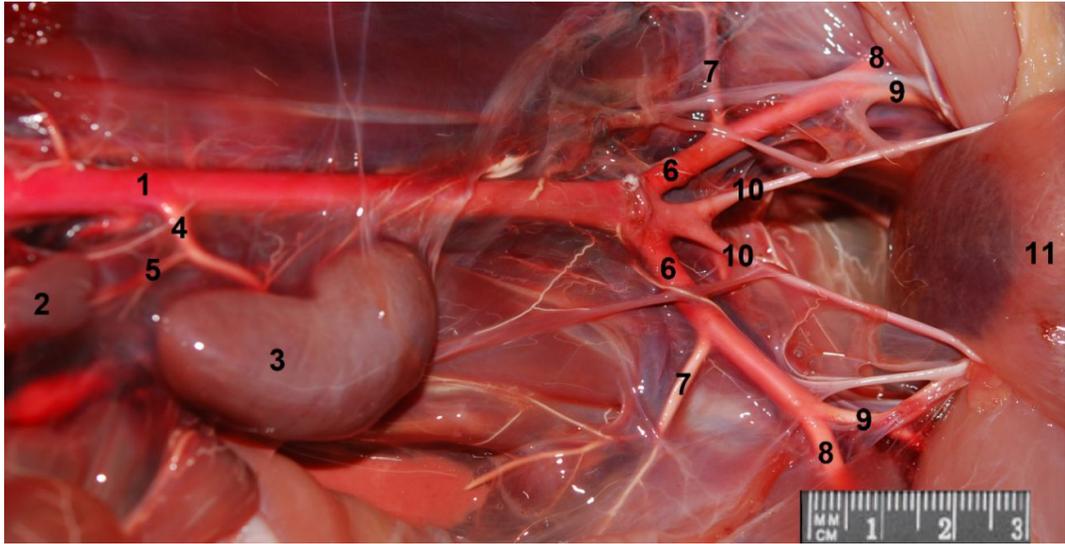
La arteria rectal craneal se anastomosaba con las arterias rectal media y caudal que irrigaban la parte caudal del tracto gastrointestinal, y provenían de ramas de la arteria ilíaca interna.



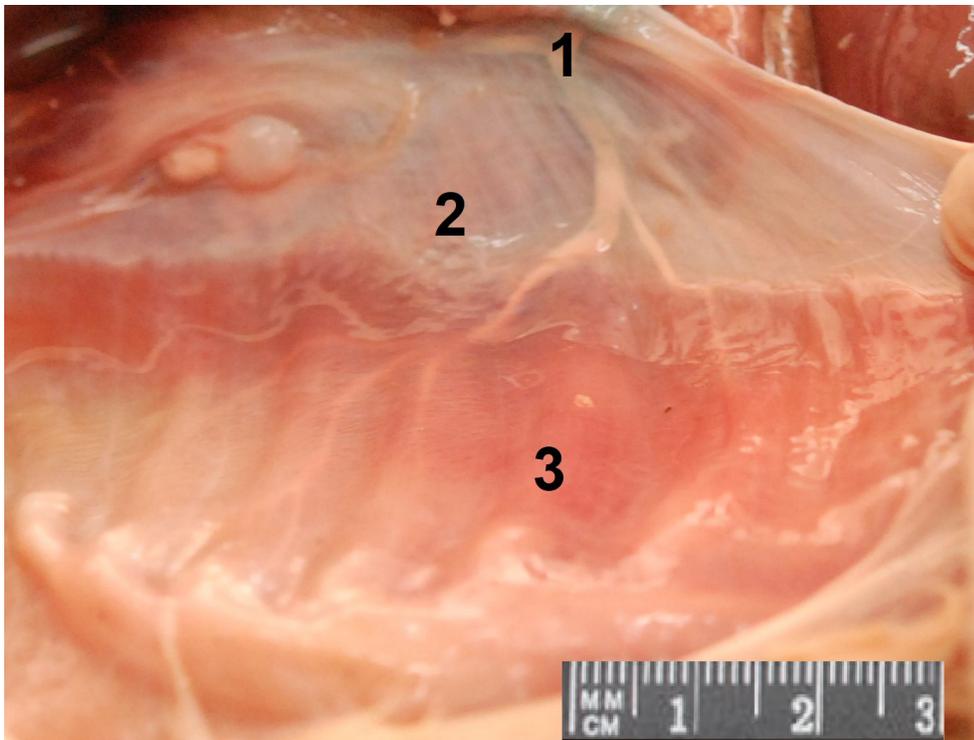
**Fig. 34:** Vista ventro lateral mostrando las ramas de la arteria mesentérica caudal del venado de campo. 1: Arteria Aorta; 2: Vena cava caudal; 3: Arteria mesentérica caudal; 4: Arteria rectal craneal; 5: Arteria cólica izquierda; 6: Colon descendente; 7: Vena circunfleja iliaca profunda; 8: Arteria iliaca izquierda.

Las glándulas adrenales izquierdas estaban irrigadas por la arteria celíaca, la arteria mesentérica craneal, la arteria renal y arterias lumbares que se originaban directamente de la arteria aorta. La glándula adrenal derecha era irrigada únicamente por las arterias lumbares y renal (Fig. 35). La vascularización arterial de la glándula adrenal izquierda era mucho más compleja que la derecha.

La irrigación arterial hacia el diafragma provenía de las arterias frénicas (Fig. 36), rama directa de la arteria aorta. Las paredes del abdomen recibían su sangre principalmente de las arterias circunflejas iliacas profundas, ramas de la arteria iliaca externa. Hacia dorsal, desde la arteria aorta abdominal partían las ramas lumbares (Fig. 32), pares, destinadas a las estructuras de la región.

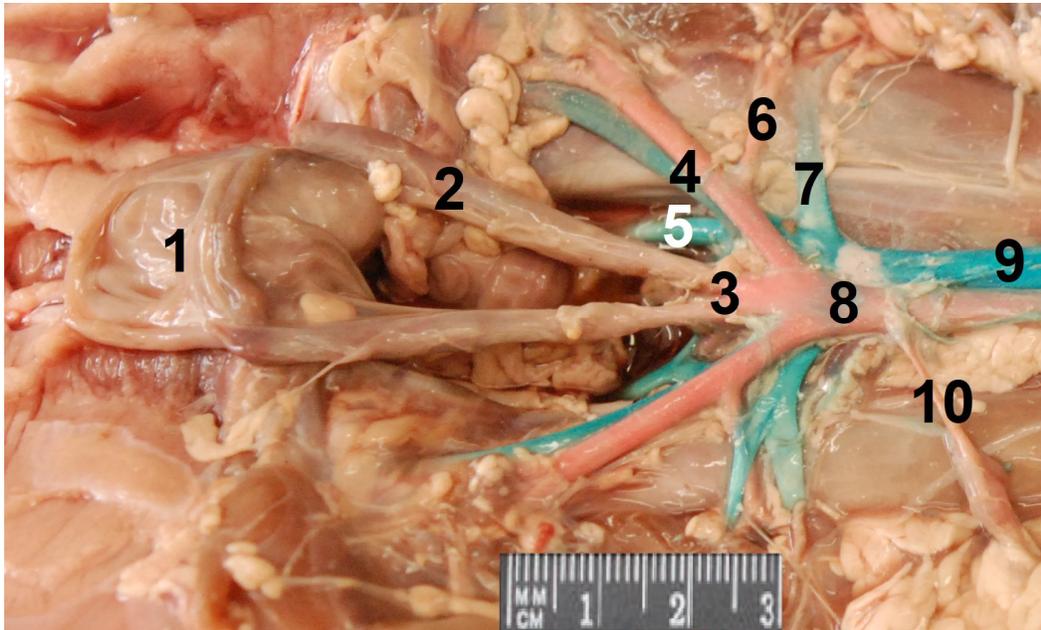


**Fig. 35:** Vista ventral de ramas de la arteria aorta abdominal de venado de campo. 1: Arteria Aorta; 2: Glándula adrenal; 3: Riñón izquierdo; 4: Arteria renal; 5: Ramas adrenales; 6: Arteria iliaca externa; 7: Arteria circunfleja iliaca profunda; 8: Arteria femoral; 9: Arteria femoral profunda; 10: Arteria umbilical; 11: Vejiga.

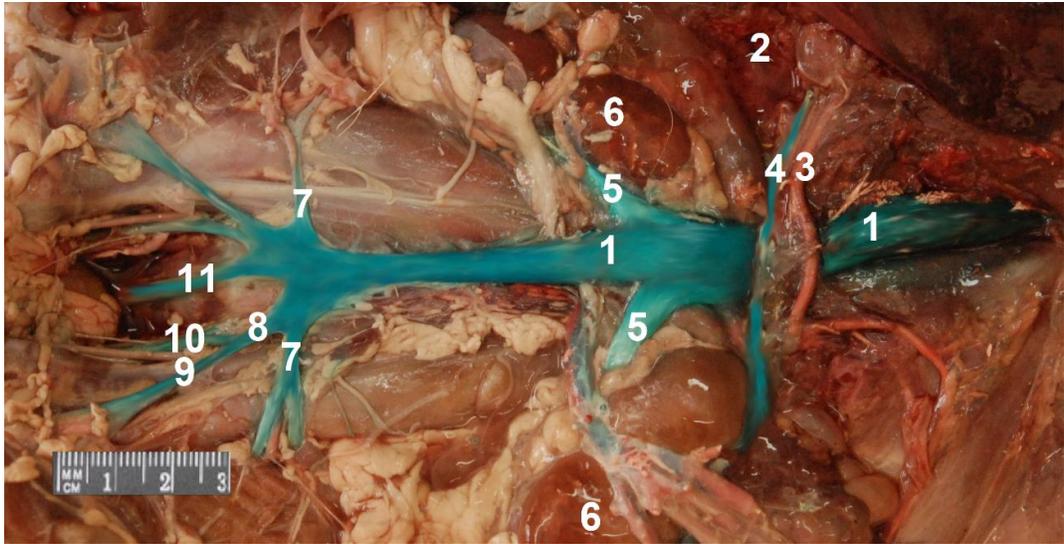


**Fig. 36:** Vista dorso caudal del diafragma de venado de campo. 1: Arteria frénica; 2: Porción tendinosa del diafragma; 3: Porción carnosa del diafragma.

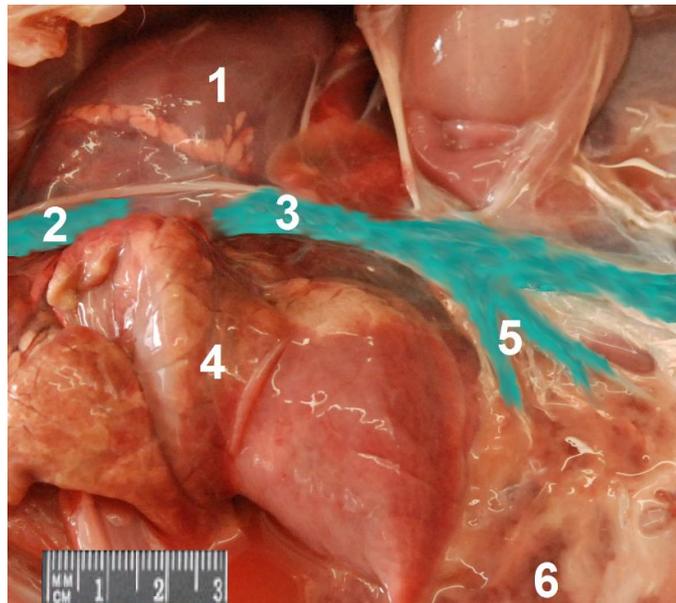
La vena cava caudal recorría el abdomen a la derecha de la arteria aorta abdominal (Fig. 37). En ella desembocaban las venas renales (Fig. 38). Luego tomaba contacto con el hígado para recibir las venas hepáticas (Fig. 39). Por último, pasaba el diafragma por el foramen de la vena cava para alcanzar el atrio izquierdo del corazón. La vena porta recibía la sangre de ambas venas mesentéricas (craneal y caudal) y de la vena esplénica para luego alcanzar el hilio del hígado (Fig. 38).



**Fig. 37:** Vista ventral del origen de la vena cava caudal y la terminación de aorta, de venado de campo hembra. 1: Vejiga; 2: Ligamento redondo; 3 Arterias iliacas internas; 4: Arteria y vena iliaca externa; 5: Vena iliaca interna; 6: Arteria circunfleja iliaca profunda; 7: Vena circunfleja iliaca profunda; 8: Arteria aorta; 9: Vena cava caudal; 10: Arteria mesentérica caudal.



**Fig. 38:** Vista ventral de ramas de la vena cava caudal de venado de campo. 1: Vena cava caudal; 2: Hígado; 3 Arteria hepática; 4: Vena porta; 5: Venas renales; 6: Riñones; 7: Vena circunfleja iliaca profunda; 8: Tronco común; 9: Vena iliaca externa; 10: Vena iliaca interna; 11: Vena sacra media.



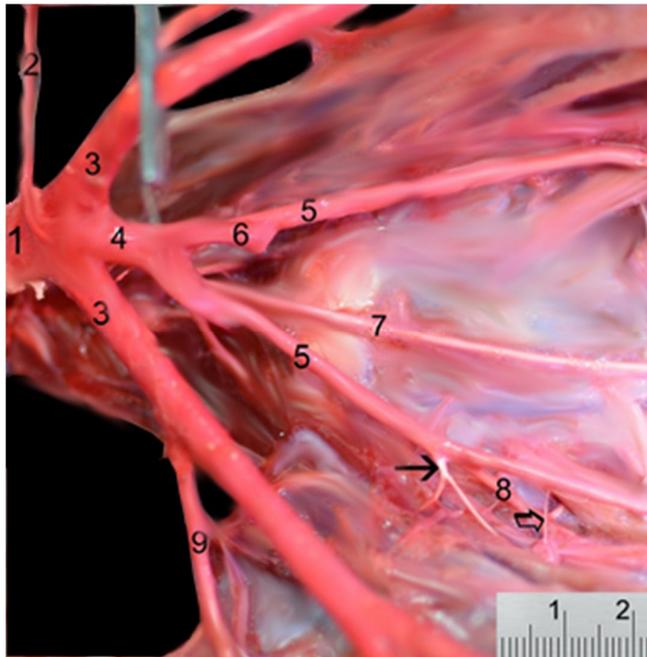
**Fig. 39:** Vista lateral de las venas cavas y hepáticas de venado de campo. 1: Corazón (desplazado hacia dorsal); 2: Vena cava craneal; 3 Vena cava caudal; 4: Pulmón derecho; 5: Venas hepáticas; 6: Hígado.

#### 4.5 Irrigación sanguínea de la pelvis y órganos genitales

El aparato genital femenino estaba irrigado por ramas de la arteria aorta y de la arteria ilíaca interna. La arteria aorta emitía la arteria ovárica que irrigaba al ovario, la trompa uterina y parte del cuerno del útero.

Las arterias del pene procedían de una rama de la arteria pudenda interna. La irrigación sanguínea del escroto y del prepucio procedía de ramas de la arteria pudenda externa. La arteria testicular, rama directa de la aorta proveía la irrigación arterial para el testículo y epidídimo, yendo por el cordón espermático rodeada por las pequeñas venas testiculares que formaban el plexo pampiniforme que no presentaba mucho desarrollo.

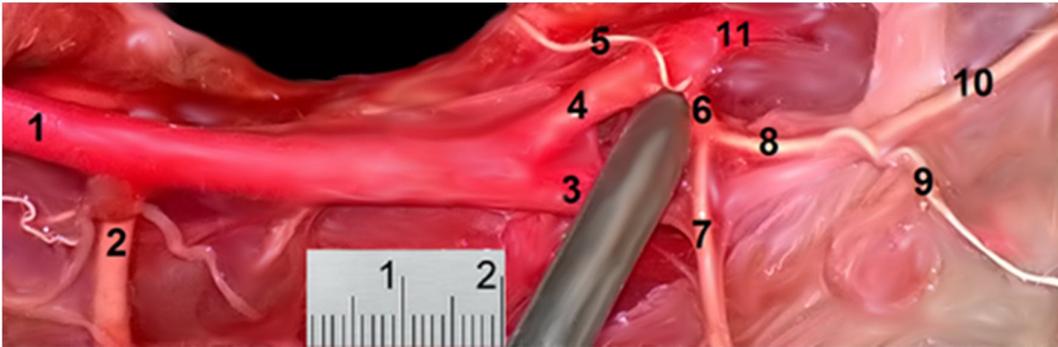
La arteria aorta en la región sublumbar daba las dos arterias ilíacas externas y luego de un corto trayecto se terminaba en las dos arterias ilíacas internas (Fig.40). La arteria sacra media se originaba de la superficie dorsal junto con las últimas dos arterias lumbares (Fig. 40).



**Fig. 40-** Vista ventral de la terminación de la aorta de venado de campo. 1: Aorta; 2: Arteria mesentérica caudal; 3: Arteria iliaca externa; 4: Porción intermedia de la aorta entre las arterias iliacas externas e internas; 5: Arteria iliaca interna; 6: Arteria umbilical; 7: Arteria sacra media; 8: Arteria glútea craneal; 9: Arteria circunfleja ilíaca profunda: Flecha negra: Arteria iliolumbar. Flecha blanca: Rama parietal pequeña de la arteria iliaca interna

La arteria iliaca externa daba como primera rama la arteria circunfleja iliaca profunda que se dividía en una rama craneal y una caudal para irrigar las paredes del abdomen (Figs. 40, 41). Luego de un corto trayecto la arteria iliaca externa terminaba dividiéndose en arteria femoral profunda y femoral (Fig. 41). La arteria femoral profunda daba origen al tronco pudendoepigástrico y la arteria circunfleja femoral medial (Fig. 41).

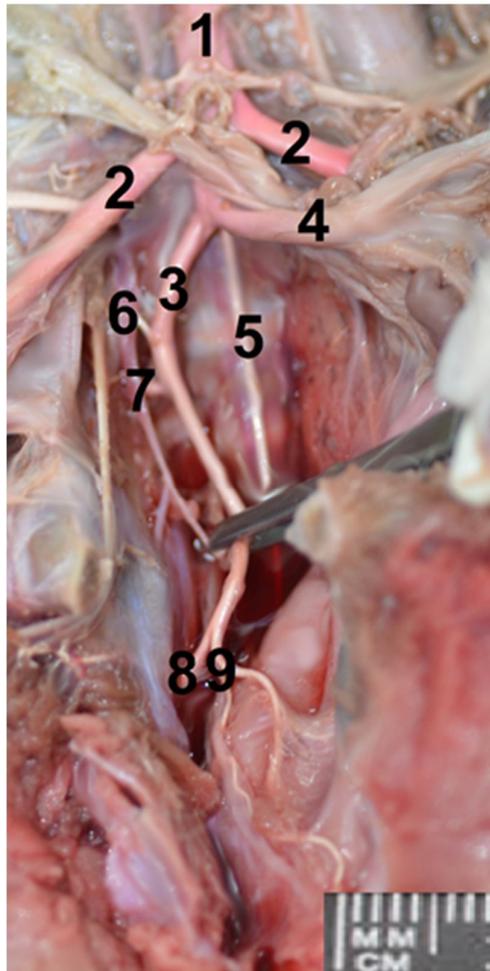
Del pequeño tronco pudendo epigástrico partían las arterias epigástrica caudal, pudenda externa y vesical media (Fig. 41). La arteria pudenda externa daba dos ramas, la arteria epigástrica caudal superficial que corría superficialmente por la pared abdominal ventral dando ramas mamarias o prepuciales según el sexo del animal, y la rama escrotal ventral en el macho o la arteria mamaria caudal que llegaba en la hembra a los labios de la vulva y las mamas inguinales.



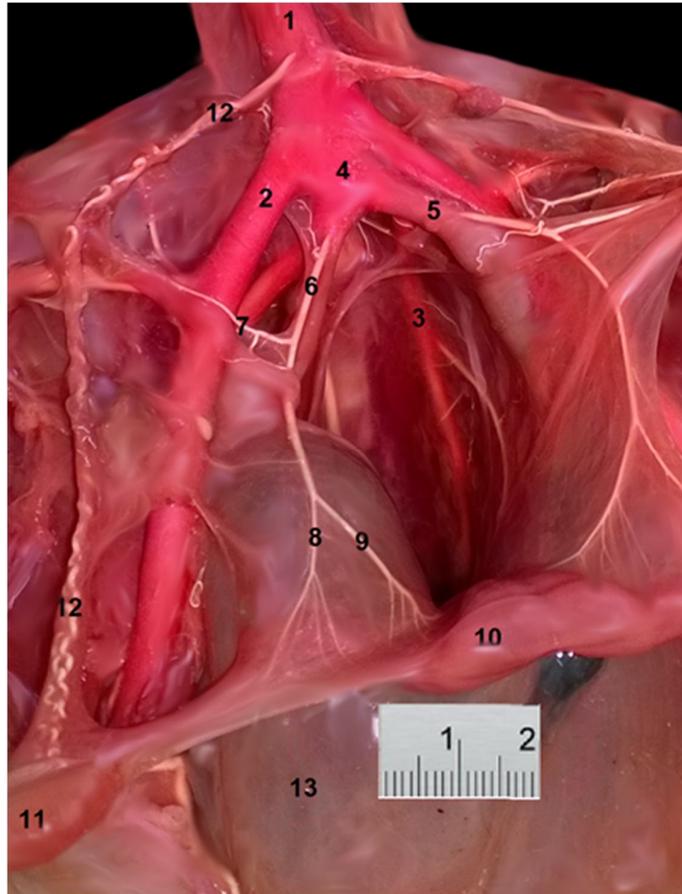
**Fig. 41-** Vista ventral de la arteria ilíaca externa en una hembra de venado de campo. 1: Arteria ilíaca externa; 2: Arteria circunfleja ilíaca profunda; 3: Arteria femoral; 4: Arteria femoral profunda; 5: Arteria vesical media; 6: Tronco pudendoepigástrico; 7: Arteria epigástrica caudal; 8: Arteria pudenda externa; 9: Arteria epigástrica caudal superficial; 10: Arteria mamaria caudal; 11: Arteria circunfleja femoral medial.

La arteria ilíaca interna emitía ramas parietales y viscerales. Las primeras ramas parietales eran dos arterias iliolumbares y una arteria glútea craneal (Figs. 40, 42). La emisión de las arterias iliolumbares se producía a partir de un corto tronco común a las dos (Fig. 40). Ventralmente cerca de su origen surgía la arteria umbilical que daba como primera rama la arteria uretérica y luego daba la arteria vesical craneal. La arteria umbilical emitía la arteria uterina que se dirigía al ligamento ancho del útero, donde se dividía en tres ramas (Fig. 43). La rama craneal se anastomosaba con la rama uterina de la arteria ovárica y la rama más caudal con la rama uterina de la arteria vaginal. En el macho, se emitía un ramo

homologo que terminaba anastomosándose con el ramo para el conducto deferente procedente de la arteria prostática. Finalmente, la arteria umbilical cerca del borde craneal del ligamento lateral de la vejiga terminaba en un vestigio que constituía el ligamento redondo de la vejiga (Fig. 37). En uno de los animales la arteria iliaca interna derecha daba la arteria umbilical, la cual daba dos ramas; un pequeño tronco que se bifurcaba dando la arteria uretérica y la vesical, y la siguiente rama era la arteria uterina.



**Fig. 42-** Vista ventral de la terminación de la aorta y las arterias iliacas internas. 1: Arteria aorta; 2: Arteria iliaca externa; 3: Arteria iliaca interna; 4: Arteria umbilical; 5: Arteria sacra media; 6: Arterias iliolumbares; 7: Arteria glútea craneal; 8: Arteria glútea caudal; 9: Arteria pudenda interna.



**Figura 43.** Vista caudoventral de la arteria umbilical en una hembra. 1: Arteria aorta; 2: Arteria ilíaca externa; 3: Arteria ilíaca interna; 4: Porción intermedia de la aorta entre las arterias ilíacas externas e internas; 5: Arteria umbilical; 6: Arteria uterina; 7: Rama craneal de la arteria uterina; 8: Rama media de la arteria uterina; 9: Rama caudal de la arteria uterina; 10: Cuernos uterinos; 11: ovario; 12: Arteria ovárica; 13: Vejiga.

Luego de emitir la arteria umbilical la arteria ilíaca interna acompañada por su vena satélite se dirigía caudalmente sobre las paredes laterales de la cara interna de la cavidad pelviana. Esta arteria terminaba dividiéndose a nivel del borde craneal del agujero ciático menor en arteria pudenda interna y glútea caudal (Fig. 42).

La arteria pudenda interna emitía la arteria vaginal que enviaba una rama uterina a anastomosarse con la rama más caudal de la arteria uterina a la altura del cuerpo del útero, ramas hacia la vagina y ramas hacia el recto (arteria rectal media y caudal). Luego la arteria pudenda interna se dividía en arteria perineal ventral y en la arteria del clítoris en el caso de la hembra. En el macho la arteria pudenda interna emitía las arterias prostática y uretral, luego se continuaba como

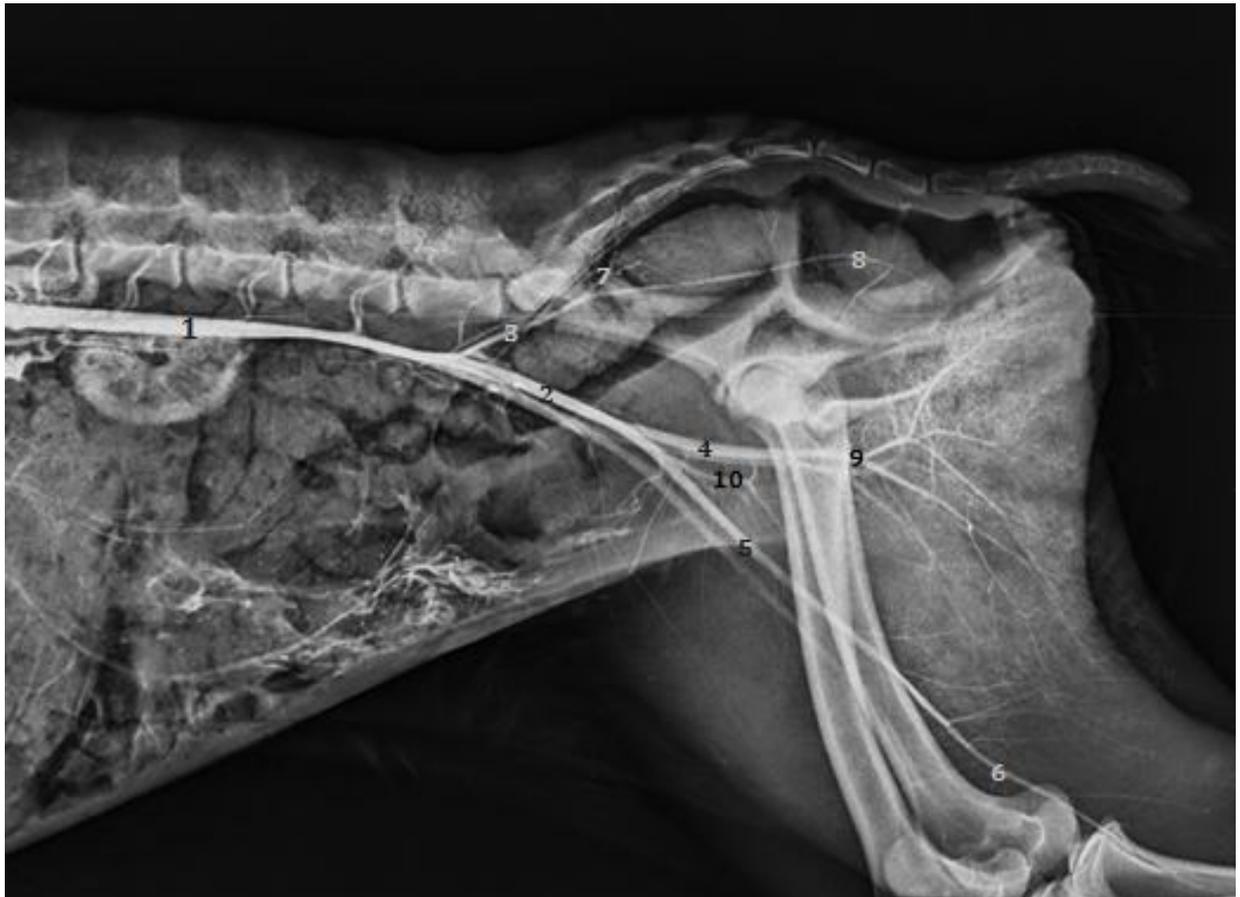
arteria del pene. La arteria prostática se distribuía a las glándulas ampollar y vesicular de cada lado. La arteria del pene emitía, las arterias del bulbo del pene, dorsal y profunda del pene.

En lo que respecta al drenaje venoso, las venas principales acompañaban a las arterias en su recorrido. La vena ovárica se originaba en forma plexiforme y recibía afluentes de las trompas. Se hacía más notoria al recibir su afluente uterino, satélite de la rama uterina de la arteria ovárica. La arteria y la vena ováricas se colocaban en íntima aposición durante un trayecto extenso hasta las cercanías de la aorta y de la vena cava caudal. Las venas que drenaban al útero se unían en la vena marginal del útero que se continuaba cranealmente con la vena ovárica y caudalmente con la vena vaginal.

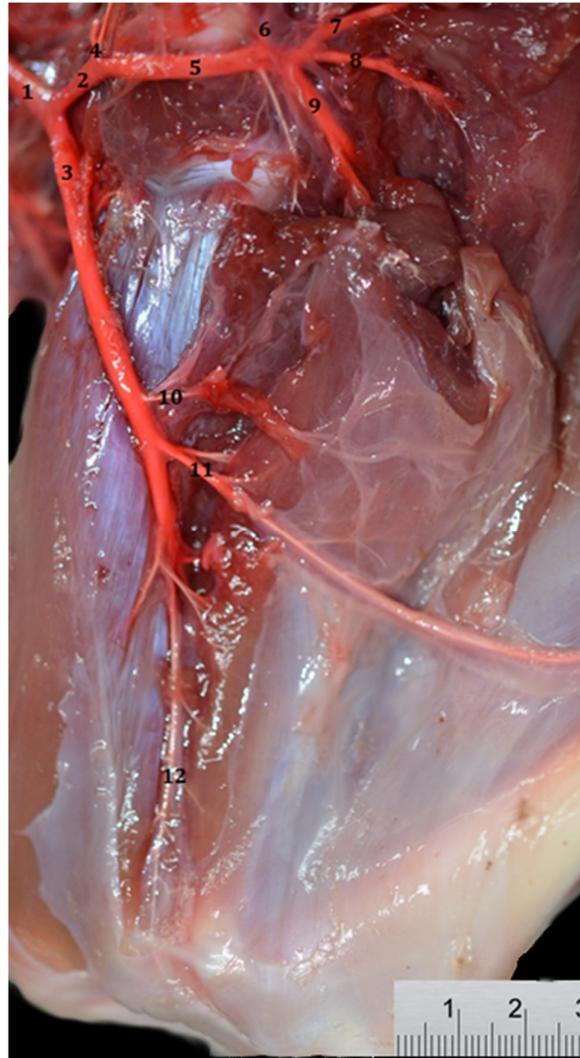
Las venas del pene constituían un sistema dorsal y un sistema profundo. Las venas dorsales se originaban sobre la parte libre del pene y terminaban en la vena pudenda interna. Las venas ilíacas externa e interna de cada lado se unían entre sí para formar un tronco común que finalmente daba origen a la vena cava caudal. La vena sacra media desembocaba o en uno de los troncos formado por las iliacas o directamente en la vena cava caudal (Fig. 38).

#### 4.6 Irrigación sanguínea del miembro pelviano

La irrigación arterial del miembro pelviano era dada por las ramas de las arterias femoral y femoral profunda (Fig. 44). La arteria femoral profunda luego de emitir el tronco pudendoepigástrico se continuaba como arteria circunfleja femoral medial (Fig. 44). Esta se dirigía hacia la cara medial del fémur, cubierta por los músculos mediales de muslo, dividiéndose en cuatro ramas: obturatriz, profunda, ascendente y acetabular. Se continuaba mediante su rama transversa (Fig. 45).



**Fig. 44-** Radiografía lateral izquierda de una hembra adulta de venado de campo. 1: Arteria aorta; 2: Arteria iliaca externa; 3: Arteria iliaca interna; 4: Arteria femoral profunda; 5: Arteria femoral; 6: Arteria poplítea; 7: Arteria glútea craneal; 8: Arteria pudenda interna; 9: Arteria circunfleja femoral medial; 10: Arteria circunfleja femoral lateral.



**Fig. 45-** Vista medial del miembro pelviano de venado de campo, mostrando la terminación de la arteria iliaca externa. 1: Arteria iliaca externa; 2: Arteria femoral profunda; 3: Arteria femoral; 4: Tronco pudendo epigástrico; 5. Arteria circunfleja femoral medial; 6: Rama acetabular de la arteria circunfleja femoral medial; 7: Rama obturatriz de la arteria circunfleja femoral medial; 8: Rama ascendente de la arteria circunfleja femoral medial; 9: Rama profunda de la arteria circunfleja femoral medial; 10: Arteria circunfleja femoral lateral; 11: Arteria safena; 12: Arteria poplítea.

La primera rama de la arteria femoral hacia el miembro pelviano era la arteria circunfleja femoral lateral (Fig. 44). Esta era delgada y pasaba entre los músculos recto femoral y vasto medial. La arteria safena nacía en la punta del triángulo femoral (Fig. 45), pasaba entre los músculos sartorio y gracilis para dividirse a nivel del tarso en dos arterias plantares que alimentaban las distintas

redes arteriales de la región. En su porción inicial emitía ramas delgadas para los músculos de la región.

La arteria nutricia del fémur era un pequeño vaso que procedía directamente de la femoral antes de que se originara la arteria descendente de la rodilla, la cual se dirigía al borde caudal del músculo vasto lateral. Sus terminaciones se distribuían a la región patelar y a la cara medial de la articulación de la rodilla.

A continuación, hacia caudal se desprendían las arterias femorales caudales poco desarrolladas. La continuación de la femoral luego de emitir estas ramas era la arteria poplítea cuyas colaterales se dirigían a la articulación femoro-tibio-patelar y a los músculos tríceps sural y flexor digital superficial (Fig. 46). Terminaba dividiéndose en las arterias tibiales caudal y craneal (Fig. 46).



**Fig. 46-** Vista lateral de la arteria poplítea y sus ramas en una hembra. 1: Arteria poplítea; 2: Arteria genicular; 3: Arteria sural; 4: Arteria tibial craneal; 5: Arteria tibial caudal; 6: Articulación femorotibiopatelar.

La arteria tibial caudal era pequeña, acompañaba al nervio tibial y terminaba en las dos arterias plantares (Fig. 46). La arteria tibial craneal tenía un desarrollo mayor (Fig. 46) y mediante sus ramas irrigaba la región craneal de la pierna y alimentaba el sistema dorsal de las arterias del pie.

En lo que respecta a la irrigación del pie, había dos planos arteriales, uno superficial y otro profundo. Las arterias más importantes se encontraban en la cara dorsal del tarso y metatarso (ramas que provenían de la arteria tibial craneal), mientras que en los dedos el mayor desarrollo se daba en la cara plantar a partir de las arterias plantares medial y lateral, provenientes de la arteria safena.

Las venas eran en gran medida satélites de las arterias, aunque también había vasos sanguíneos superficiales. Los vasos superficiales comprendían las venas safenas lateral y medial. En la pierna las venas safenas corrían entre el tendón calcáneo común y la masa muscular caudal. Luego la vena safena medial cruzaba la cara medial del muslo y desembocaban ambas en la vena femoral, la cual desembocaba en la vena ilíaca externa.

#### **4.7 Lista del sistema arterial del venado de campo del tipo de la N6mina Anatómica Veterinaria.**

A continuación se presenta un listado de las principales arterias del venado de campo. El formato de la misma está basado en la N6mina Anatómica Veterinaria.

- A. aorta ascendente
  - o A. coronaria derecha
    - Rama interventricular subsinusal
  - o A. coronaria izquierda
    - Rama interventricular paraconal
    - Rama circunfleja
  - o Tronco braquiocefálico
    - A. subclavia izquierda
      - Tronco costocervical
        - o A. escapular dorsal
        - o A. intercostal suprema
        - o A. cervical profunda
      - A. vertebral
        - o A. basilar
      - A. cervical superficial
      - A. torácica interna
      - A. axilar
        - o A. deltoidea
        - o A. torácica externa
        - o A. supraescapular
        - o A: subescapular
          - A. circunfleja humeral caudal
          - A. circunfleja humeral craneal
        - o A. braquial
          - A. braquial profunda
          - A. colateral ulnar

- Aa. Digitales dorsales comunes
- IV
  - A. ulnar transversa
  - A. interósea común
  - A. mediana
    - A. antebraquial profunda
    - A. radial
      - Ramas carpeanas
        - Aa. Metacarpianas dorsales
        - Aa. Metacarpianas palmares
        - Aa. digitales
  - A. subclavia derecha (Ramas ídem a las de la A. subclavia izquierda)
  - Tronco bicarotideo
    - A. Carótida Común derecha
      - A. tiroidea caudal
      - A. tiroidea craneal
        - Rama laríngea caudal
      - A. laríngea craneal
      - A. occipital
      - A. Carótida Interna
      - A. Carótida Externa
        - Tronco linguofacial
          - A. lingual
            - A. profunda de la lengua
            - A. sublingual
          - A. facial
            - Aa. Labiales
            - A. angular del ojo
            - Ramas a la nariz
        - A. auricular caudal

- A. temporal superficial
      - A. transversa de la cara
      - A. auricular rostral
      - Aa. Cornuales
      - A. palpebral superior
    - A. maxilar
      - A. alveolar inferior
        - Ramas dentarias
        - A. mentoniana
      - A. oftálmica externa
        - Red admirable oftálmica
      - A. bucal
      - A. malar
      - Ramas para la red admirable epidural rostral
      - A. infraorbitaria
      - A. palatina descendente
        - A. esfenopalatina
        - A. palatina menor
        - A. palatina mayor
  - A. Carótida Común izquierda (Ramas ídem a las de la A. Carótida Común derecha).
- A. Aorta descendente
  - A. Aorta torácica
    - A. broncoesofágica
    - Aa. Intercostales
  - A. Aorta abdominal
    - A. frénica caudal
    - A. abdominal craneal
    - Aa. lumbares
    - A. celíaca
      - A. gástrica izquierda
        - A. ruminal izquierda

- A. reticular
  - A. gastroepiploica izquierda
  - A. reticular accesoria
- A. hepática
  - A. gástrica derecha
  - A. gastroduodenal
    - A. gastroepiploica derecha
    - A. pancreaticoduodenal craneal
- A. esplénica
  - A. ruminal derecha
- A. mesentérica craneal
  - A. pancreaticoduodenal caudal
  - Aa. yeyunales
  - Aa. ileales
  - A. ileocólica
  - A. cólica derecha
  - A. cólica media
  - A. cecal
- Aa. Renales
- Aa. Testiculares u ováricas
- A. mesentérica caudal
  - A. cólica izquierda
  - A. rectal craneal
- A. iliaca externa derecha
  - A. circunfleja iliaca profunda
    - Rama craneal
    - Rama caudal
  - A. femoral
    - A. circunfleja femoral lateral
    - A. safena
      - Aa. Plantares
    - A. nutricia del fémur
    - A. descendente de la rodilla

- Aa. Femorales caudales
- A. poplítea
  - A. tibial caudal
    - Aa. Plantares
  - A. tibial craneal
    - Aa. dorsales del pie
- A. femoral profunda
  - Tronco pudendoepigástrico
    - A. epigástrica caudal
    - A. pudenda externa
      - A. epigástrica caudal superficial
        - Ramas mamarias o prepuciales
      - A. mamaria caudal o rama escrotal ventral
  - A. circunfleja femoral medial
    - Rama obturatriz
    - Rama profunda
    - Rama ascendente
    - Rama acetabular
    - Rama transversa
- A. iliaca externa izquierda (Ramas ídem a las de la A. iliaca externa derecha)
  - A. circunfleja iliaca profunda
- A. iliaca interna derecha
  - A. umbilical
    - A. uretérica
    - A. vesical craneal
    - A. uterina o rama deferencial
  - Aa. lliolumbares
  - A. glútea craneal
  - A. pudenda interna
    - Hembra

- A. vaginal
  - Rama uterina
  - Ramas vaginales
  - A. rectal media
  - A. rectal caudal
- A. perineal ventral
- A. del clítoris
- Macho
  - A. prostática
    - A. rectal caudal
  - A. uretral
  - A. del pene
    - A. del bulbo del pene
    - A. dorsal del pene
    - A. profunda del pene
  - A. glútea caudal
- A. iliaca interna izquierda (Ramas ídem a las de la A. iliaca interna derecha)
- A. sacra media

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 General

De acuerdo a nuestro conocimiento este es el trabajo más completo que describe la anatomía cardiovascular de un miembro de la familia Cervidae. El conocimiento de la anatomía cardiovascular de las especies es de notoria importancia al momento de realizar cualquier tipo de manejo con el animal, tanto sea algo complejo como una cirugía, como una maniobra más simple como tomar el pulso.

El venado de campo es una especie en riesgo de extinción, por lo tanto todo trabajo que permita un mayor conocimiento del mismo es sumamente valioso. Al tratarse de una especie protegida en nuestro país, el único material disponible para investigación consiste en animales que mueren por causas naturales. Los animales provienen de la Estación de Cría de la Reserva de Pan de Azúcar (Maldonado, Uruguay). En ese lugar los funcionarios recogen los cadáveres y los congelan en un freezer provisto por el Área de Anatomía de la Facultad de Veterinaria. Los cadáveres sufren descomposición y ataque de predadores, y muchas veces pasan varias horas antes de poder ser colectados y colocados en el freezer. Por lo tanto, el estado del material limita muchas veces el estudio que podemos realizar. Esto fue compensado realizando disección en un número importante de animales y utilizando técnicas complementarias como la radiología convencional y tomografía computada.

El uso de las tres técnicas aplicadas en esta tesis permitió un mejor reconocimiento de las estructuras. Aplicar líquido de contraste permitió visualizar claramente la distribución arterial al generar densidad radiográfica, tanto en la radiografía como en la tomografía computarizada. La disección simple con inyección de látex coloreado en las estructuras a identificar, permitió mejorar la disección y la visualización de los vasos sanguíneos.

En cuatro de los animales estudiados el patrón de ramificación arterial difería en algún nivel con los resultados obtenidos en la mayoría de los animales estudiados. En estudios recientes se describen, por ejemplo, las variaciones encontradas en ramas de la arteria iliaca interna en el perro, específicamente en la arteria glútea caudal y pudenda interna (Avedillo *et al.*, 2014, 2015). En general

estas variaciones pueden responder a la evolución del sistema vascular durante el desarrollo, y los cambios que ocurren de embrión a neonato (Rüsse y Sinowatz, 1994; Sadler, 2012).

## 5.2 Irrigación sanguínea de la cabeza y el cuello

Las ramas de las arterias carótidas comunes junto con ramas de las arterias vertebrales, irrigan la cabeza y las partes craneales del cuello (Barone, 2011). En el venado de campo la arteria carótida común era un vaso bien desarrollado y se ubicaba dorsolateralmente a la tráquea, al igual que lo observado en los mamíferos domésticos (Barone, 2011; König y Liebich, 2014; Nickel *et al.*, 2005; Zdun *et al.*, 2013) y el búfalo (Dhablania *et al.*, 1986). Esta arteria se ha utilizado en cérvidos para la extracción de sangre arterial, para estudiar la presión sanguínea (Salles *et al.*, 2009) y para realizar inyecciones intraarteriales repetidas (Suttie *et al.*, 1986). Debido al buen desarrollo de esta arteria en el venado de campo, podría utilizarse también con esta finalidad, aunque deben de realizarse otros estudios para corroborarlo.

En el venado de campo la arteria carótida interna se atrofiaba luego del nacimiento, lo mismo que ocurre en los rumiantes domésticos (Baldwin y Bell, 1968; Barone, 2011), en el ciervo dama (Brudnicki, 2011), el corzo (Jablonski, 2005) y la jirafa (Frackowiak, 2008). En los Tragulidae como el ciervo ratón la arteria carótida interna permanece completa en el adulto (Fukuta *et al.*, 2007). En el venado de campo deberían realizarse estudios comparando el desarrollo de la arteria carótida interna en animales nonatos y adultos, para confirmar esta teoría.

En el venado de campo observamos la presencia del tronco linguofacial, del cual se desprendía una arteria facial completa. Esta arteria está ausente en el ovino, el caprino y los antílopes (Zdun *et al.*, 2013) pero presente en el equino (Kowalczyk y Frackowiak, 2017) y bovino (Barone, 2011). Debido a su desarrollo y ubicación la arteria facial en el venado de campo es fácilmente palpable para poder tomar el pulso. Como sucede con las otras especies en que la arteria facial está bien desarrollada, en el venado de campo la arteria transversa de la cara tenía un curso corto sobre el músculo masetero.

En la especie estudiada el oído externo tenía una red vascular compleja y amplia, así como en el bovino. Esto sugiere que puede ser un lugar adecuado para la administración de drogas, sin comprometer los grandes vasos (Franco

da Silva *et al.*, 2017), aunque se necesitan otros estudios para corroborar esta hipótesis.

En el venado de campo la principal fuente de irrigación para el ojo y la órbita provenía de la arteria oftálmica externa. Este hecho es compartido con lo observado para el ovino y el bovino (Steven, 1964). Esta arteria formaba una red admirable oftálmica como sucede en los rumiantes domésticos. Los equinos, carnívoros y suinos carecen de esta red (Barone, 2011).

Las astas en el venado de campo, así como en el ciervo rojo estaban irrigadas por la arteria temporal superficial, la cual desprendía ramas que no se anastomosaban, pero rodeaban el pedículo (Adams, 1979). Existen pequeños vasos sanguíneos que penetran el hueso de las astas, pero la mayor fuente de irrigación sanguínea hacia éstas es a través de vasos ubicados en la felpa (Rayner y Ewen, 1981). Nosotros no contamos con animales con felpa para su estudio detallado.

En el venado de campo la principal fuente de irrigación del encéfalo provenía de la porción intracraneana remanente de la arteria carótida interna, las ramas de la arteria maxilar y la arteria basilar. Este mismo patrón se observó en el ciervo dama (Brudnicki, 2011). En la jirafa la distribución era la misma pero la arteria basilar tenía una menor importancia (Frackowiak, 2008). La arteria cerebral media en el venado de campo era la rama principal de la arteria carótida interna, lo mismo que se describe para la familia cervidae (Kieltyka-Kurc *et al.*, 2015) y para los bovinos (Skoczylas *et al.*, 2016).

### **5.3 Irrigación sanguínea del miembro torácico**

En lo que respecta a la distribución de los principales vasos sanguíneos del miembro torácico del venado de campo, no se observaron diferencias remarcables con lo descrito para los rumiantes domésticos (Barone, 2011; Ghoshal y Getty, 1967; Nickel *et al.*, 2005). La principal fuente de irrigación a este miembro provenía de las ramas de la arteria axilar, lo mismo que fue descrito en el ciervo de cola blanca (Bisaillón, 1974).

#### **5.4 Anatomía macroscópica del corazón e irrigación sanguínea del tórax**

La posición del corazón dentro de la cavidad torácica se adecua a la forma que presenta el tórax. En el venado de campo el eje del corazón presentaba un ángulo de 45°, en los rumiantes domésticos y el equino el eje del corazón se aproxima a los 90° (Barone, 2011), en el canino 40° (Nickel *et al.*, 2005). En el venado de campo, así como sucede en lo descrito para el ciervo axis el corazón se extiende desde el tercer espacio intercostal hasta la sexta costilla (Kumar *et al.*, 2014).

En el venado de campo la amplia escotadura cardiaca del pulmón permitía que el corazón, principalmente del lado izquierdo, tenga un amplio contacto con la pared costal. Este hecho facilita una buena superficie para su examen semiológico y una eventual inyección intracardiaca.

El venado presentaba un ligamento esternopericárdico craneal y otro caudal. La misma disposición se describe para los rumiantes domésticos (Barone, 2011). El ciervo axis presenta dos ligamentos esternopericárdicos y uno frenicopericárdico (Kumar *et al.*, 2014). El perro como el equino tienen únicamente bien desarrollado el ligamento frenicopericárdico (Barone, 2011; Nickel *et al.*, 2005).

Las trabéculas septomarginales son estructuras que forman parte del sistema de conducción del corazón. En el venado de campo, en el ventrículo derecho se observó la presencia de una trabécula septomarginal en forma de Y, bien desarrollada. En los rumiantes domésticos se describe la presencia de una trabécula septomarginal simple en este ventrículo (Nickel *et al.*, 2005). En el estudio realizado por Cope (2015), se puede visualizar que hay una amplia variabilidad en la forma de esta trabécula en los caninos analizados.

En la zona de expulsión de los ventrículos (principalmente el derecho), del corazón de los animales domésticos, se describe la presencia de trabéculas carnosas (Barone, 2011; Nickel *et al.*, 2005). Estas ayudan a aumentar la contracción cardíaca y estaban muy poco desarrolladas en ambos ventrículos del venado de campo.

En el venado no se observó la presencia ni de hueso cardíaco ni de cartílago en el corazón. Aunque se requieren estudios histológicos para corroborarlo. Frink y Merrick (1973) describen la presencia de un hueso cardíaco en el septum atrial en los 25 ovinos estudiados y ocasionalmente encontraron un segundo hueso. En el bovino y ovino se describe la presencia de hueso cardíaco (James, 1965; Mohammadpour y Mourad, 2007). En la alpaca no se describen ni hueso ni cartílago (Pérez *et al.*, 2017).

Las arterias y venas del corazón de los animales domésticos varían ampliamente en las diferentes especies e inclusive, entre individuos de la misma especie. Los vasos se alojan en los distintos surcos del corazón, protegidos con tejido conectivo, para poder acompañar las variaciones fisiológicas del órgano y evitar sufrir torsiones y tensión (Habermehl, 1965).

En los animales domésticos la irrigación arterial del corazón proviene de dos arterias coronarias (derecha e izquierda), aunque no en todos ellos ambas tienen la misma importancia. En el venado de campo la arteria coronaria izquierda da la rama paraconal y la circunfleja, mientras que la arteria coronaria derecha da la rama subsinusal. Al ser una irrigación coronaria compartida, el venado de campo posee una circulación de tipo bilateral. En el ovino, bovino y el ciervo de los pantanos la arteria coronaria izquierda se divide próximamente dando la arteria paraconal y la circunfleja (Fernandes *et al.*, 2002; Frink y Merrick, 1973; Bhargava, I. y Beaver, 1970). En el ovino y en el corzo la arteria circunfleja emite la rama subsinusal (Fernandes *et al.*, 2002; Frackowiak *et al.*, 2007). En los equinos es de tipo derecha y en los suinos es bilateral (Nickel *et al.*, 2005; Sabathie y Pianetto, 1942). El drenaje venoso del corazón era similar en el venado de campo, el corzo y el ovino (Barone, 2011; Kabak y Onuk, 2012).

En los animales domésticos el tronco braquiocefálico se origina esencialmente del arco aórtico y da origen a las arterias carótidas comunes y las subclavias (Barone, 2011). En rumiantes y equinos, el tronco braquiocefálico es la única rama del arco aórtico y emite primero la arteria subclavia izquierda, luego la derecha y se continua como tronco bicarotideo (Barone, 2011; Getty, 1975). El patrón de distribución arterial de la aorta torácica en el venado de campo era similar al de los animales domésticos (Pérez y Erdoğan, 2014). En el corzo

siberiano se encontró una gran variación entre individuos en lo que respecta a las primeras ramas de la aorta torácica (Sangyun *et al.*, 2018).

El venado de campo presentaba un tronco bicarotideo (Pérez y Erdoğan, 2014) como los rumiantes y equinos (Barone, 2011). Otros cérvidos como el mazama, el axis y el venado acuático chino, no tienen tronco bicarotideo (Ahn *et al.*, 2008; Pérez y Erdoğan, 2014). Ahn *et al.* (2008) describieron estas arterias en el venado acuático chino: en éste la primera rama de la aorta torácica era la arteria subclavia izquierda, la segunda rama era la arteria carótida común izquierda, luego el tronco braquiocefálico daba la arteria subclavia derecha y la arteria carótida común derecha. Fukuta *et al.* (2003) describieron que el arco aórtico daba el tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda en el ciervo ratón. Por lo tanto, el venado de campo es el único que presenta tronco bicarotideo y ambas arterias subclavias se originan del tronco braquiocefálico.

## 5.5 Irrigación sanguínea del abdomen

En el venado de campo la arteria celíaca se originaba directamente de la aorta en el venado de campo (Pérez *et al.*, 2015). En 1985 Karmona y Kovachev describieron que en aproximadamente el 30% de los ovinos estudiados, se formaba un tronco celiacomesentérico.

En la especie estudiada la arteria ruminal derecha era la única rama de la arteria esplénica, pero en los rumiantes domésticos, la primera colateral de la arteria esplénica es la arteria ruminal izquierda (Barone, 2011). La primera colateral de la arteria ruminal izquierda en los rumiantes domésticos es la arteria reticular (Barone, 2011). En el venado de campo, la arteria reticular era una rama de la arteria gástrica izquierda (Pérez *et al.*, 2015).

La arteria gástrica izquierda era simple en el venado de campo, y en el bovino, pero doble en los pequeños rumiantes domésticos (Barone, 2011). La irrigación arterial del intestino del venado de campo seguía de manera general el patrón descrito en los rumiantes domésticos (Barone, 2011; Maala y Sack, 1981; Pérez *et al.*, 2015).

Las glándulas adrenales reciben su irrigación arterial de pequeñas ramas de arterias vecinas (arteria renal, arteria abdominal craneal, arteria frénica caudal, arteria lumbar, aorta abdominal, arteria celíaca y arteria mesentérica craneal) (Barone, 2011; König y Liebich, 2005; Nickel *et al.*, 2005). La vascularización de las glándulas adrenales varía mucho entre individuos de la misma especie (Karadag, 1995; Simoens *et al.*, 1983). La irrigación arterial más común hacia las glándulas adrenales en el venado de campo provenía de las arterias renales en ambos lados, lo mismo que sucede en otros rumiantes estudiados (Erdoğan y Pérez, 2014; Erdoğan y Kilinc, 2011; Paştea Par, 1973).

La vena porta lleva hacia el hígado la sangre de todos los órganos impares del abdomen, excepto la última porción del recto (Evans, 2013). Morigato *et al.* (2014), con sus estudios de la vena porta en perros Beagle, describen que la sangre proveniente de cada una de las venas tributarias de la vena porta tiene un recorrido diferencial en el hígado. Esto implica que conociendo el lugar donde se produce una metástasis en el hígado, podría reconocerse el origen primario del tumor.

## 5.6 Irrigación sanguínea de la pelvis y órganos genitales

En el venado de campo la arteria sacra media fue emitida desde la cara dorsal de la aorta justo antes de la emisión de las arterias ilíacas internas. La arteria sacra media es vestigial en humanos y equinos (Barone, 2011), no así en el venado de campo en el que estaba completamente desarrollada en todos los individuos estudiados.

La arteria iliaca externa constituía la parte inicial del eje arterial del miembro pelviano. Sus colaterales irrigaban las partes caudales de la pared abdominal y los órganos genitales externos. En el venado de campo su primer colateral era la arteria circunfleja iliaca profunda. El origen de esta arteria es más proximal en los mamíferos domésticos (Barone, 2011).

En el venado de campo la arteria epigástrica caudal provenía siempre del tronco pudendoepigástrico, en los rumiantes domésticos puede provenir directamente de la arteria femoral profunda (Barone, 2011). En el venado la arteria cremastérica provenía del tronco pudendoepigástrico, a diferencia de las demás especies de mamíferos domésticos que proviene de la arteria epigástrica caudal (König y Liebich, 2014).

La arteria iliaca interna irrigaba las paredes y el contenido de la pelvis. Se terminaba por una bifurcación en ángulo agudo que producía las arterias pudenda interna y glútea caudal. Barone (2011) clasifica los animales en aquellos que poseen iliaca de tipo corto y tipo larga. Cuando la iliaca es de tipo larga la pudenda y la glútea son cortas, o sea que tienen una relación inversamente proporcional. En el venado de campo la arteria pudenda interna era corta y sus ramas viscerales se originaban en ella. En equinos y carnívoros es corta, mientras que en los rumiantes es larga (Barone, 2011).

La arteria umbilical en el embrión y el feto es un vaso voluminoso que envía la sangre de la aorta a la placenta. Luego del nacimiento se atrofia y constituye el ligamento redondo de la vejiga. La arteria uterina es débil en las hembras prepúberes. En el venado y los ungulados irriga cuernos y cuerpo uterinos. En la yegua se origina de la arteria iliaca externa (Schaller, 1996).

La arteria prostática o vaginal, según corresponda, tenían origen en la arteria pudenda interna como en equinos y carnívoros, mientras que, en rumiantes, suinos y conejos se origina de la arteria iliaca interna (Barone, 2011; Pérez *et al.*, 2012; Pérez *et al.*, 2013).

## 5.7 Irrigación sanguínea del miembro pelviano

La arteria iliaca externa en el venado de campo se terminaba al dividirse en arteria femoral y femoral profunda. En los mamíferos domésticos la distribución de la arteria femoral profunda es similar a la del venado de campo, pero en el hombre es una colateral de la parte proximal de la femoral e irriga la mayor parte del miembro pelviano (Barone, 2011).

La arteria femoral constituye el eje de la irrigación sanguínea del miembro pelviano. Según la distribución y la relevancia de cada una de sus ramas, se puede clasificar la distribución de esta arteria en tres tipos: tibial, safeno o mixto (Barone, 2011). El venado de campo es del tipo tibial craneal.

La arteria safena presenta grandes variaciones interespecíficas. En el venado de campo es una arteria de volumen medio, al igual que en los rumiantes domésticos (en los que la arteria tibial craneal es preponderante en la irrigación del pie); es fuerte en carnívoros, suinos y el conejo, es delgada en el equino y vestigial en el humano (Barone, 2011, König y Liebich, 2015).

La arteria poplítea tanto en el venado de campo como en los mamíferos domésticos continuaba la arteria femoral, sus dos divisiones terminales eran las arterias tibiales caudal y craneal. La arteria tibial caudal presenta un desarrollo inverso al de la arteria safena. Es débil o muy débil en el venado de campo y los mamíferos domésticos, mientras que en el hombre es la más fuerte de las arterias terminales de la poplítea (Barone, 2011). Los equinos son los mamíferos domésticos en los que la arteria tibial caudal presenta un calibre mayor al de la safena.

Existen dos planos de arterias para la irrigación del pie, uno superficial (arterias digitales comunes, dorsales y plantares) acompañando los tendones y el otro profundo (arterias metatarsianas, dorsales y plantares), alojado en los espacios intermetatarsianos en el venado y los mamíferos domésticos (Barone, 2011).

Como regla general las arterias más importantes se ubican sobre las caras de flexión de las articulaciones. Como la flexión del tarso se hace en dirección dorsal y la de los dedos en dirección inversa, las arterias más voluminosas están

en la cara dorsal del tarso y metatarso, mientras que en los dedos son más fuertes en la cara plantar.

En el venado de campo y los mamíferos domésticos la cara plantar del pie es sobretodo irrigada a partir de dos arterias plantares, una medial y una lateral, que provienen de la rama caudal de la arteria safena. En el hombre provienen de la bifurcación terminal de la arteria tibial caudal (hombre).

Las arterias digitales comunes dorsales son rudimentarias en el venado de campo, los rumiantes domésticos y suinos. Están bien desarrolladas en el conejo y los carnívoros. Las arterias digitales comunes dorsales provienen (salvo en los suinos) de la rama superficial de la arteria tibial craneal.

## 5.8 Resumen de las principales variaciones cardiovasculares interespecíficas.

**Tabla 2-** Principales diferencias cardiovasculares interespecíficas.

| Estructura               | Venado de Campo                                     | Ovino   | Caprino   | Bovino   | Equino   | Ciervo Dama                     | Corzo                           | Jirafa  | Ciervo ratón                               | Antilope                                | Ciervo Axis | Alpaca                                   | Ciervo de los pantanos | Mazama |
|--------------------------|---|---|---|--|--|---------------------------------|---------------------------------|---|--|---|-------------|--|------------------------|--------|
| A. Carótida interna      | Atrofiada.  | Atrofiada.<br>(Baldwin y Bell, 1968)                                  | Atrofiada.<br>(Baldwin y Bell, 1968)                                  | Atrofiada.<br>(Baldwin y Bell, 1968)   | Completa.<br>(Barone, 2011)  | Atrofiada.<br>(Brudnicki, 2011) | Atrofiada.<br>(Jablonski, 2005) | Atrofiada.<br>(Frackowiak, 2008)                    | Completa.<br>(Fukuta <i>et al.</i> , 2007) | S.D.C                                   | S.D.C       | Atrofiada.<br>(O'Brien, 2017)            | S.D.C                  | S.D.C  |
| Tronco linguofacial      | Presente.   | Ausente.<br>(Zdun <i>et al.</i> , 2013)                               | Ausente.<br>(Zdun <i>et al.</i> , 2013)                               | Presente.<br>(Barone, 2011)  | Presente.<br>(Kowalczyk y Frackowiak, 2017)                                    | S.D.C                           | S.D.C                           | Ausente.<br>(O'Brien <i>et al.</i> , 2016)          | S.D.C                                      | Ausente.<br>(Zdun <i>et al.</i> , 2013) | S.D.C       | Ausente.<br>(O'Brien, 2017)              | S.D.C                  | S.D.C  |
| A. Transversa de la cara | Pequeño calibre.                                    | Mayor calibre.<br>(Barone, 2011)                                      | Mayor calibre.<br>(Barone, 2011)                                      | Pequeño calibre.<br>(Barone, 2011)   | Pequeño calibre.<br>(Barone, 2011)   | S.D.C                           | S.D.C                           | Mayor calibre.<br>(O'Brien <i>et al.</i> , 2016)    | S.D.C                                      | S.D.C                                   | S.D.C       | Pequeño calibre.<br>(O'Brien, 2017)      | S.D.C                  | S.D.C  |
| A. oftálmica externa     | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita. | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita.<br>(Steven, 1964) | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita.<br>(Steven, 1964) | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita.<br>(König y Liebich, 2015) | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita.<br>(König y Liebich, 2015) | S.D.C                           | S.D.C                           | Principal fuente de irrigación del ojo y la órbita. | S.D.C                                      | S.D.C                                   | S.D.C       | Principal fuente de irrigación del ojo y | S.D.C                  | S.D.C  |

|                          |  |   |   |   |   |                      |              |  |                     |                 |   |                                 |                               |               |
|--------------------------|--|---|---|---|---|----------------------|--------------|--|---------------------|-----------------|---|---------------------------------|-------------------------------|---------------|
|                          |  |   |   |   |   |                      |              | (O'Brien <i>et al.</i> , 2016)           |                     |                 |   | la órbita. (O'Brien, 2017)      |                               |               |
| <b>Estructura</b>        | <b>Venado de Campo</b>                         | <b>Ovino</b>  | <b>Caprino</b>  | <b>Bovino</b>   | <b>Equino</b>   | <b>Ciervo o Dama</b> | <b>Corzo</b> | <b>Jirafa</b>                            | <b>Ciervo ratón</b> | <b>Antilope</b> | <b>Ciervo Axis</b>  | <b>Alpaca</b>                   | <b>Ciervo de los pantanos</b> | <b>Mazama</b> |
| Red admirable oftálmica  | Presente.                                      | Presente. (Barone, 2011)                                      | Presente. (Barone, 2011)                                      | Presente. (Barone, 2011)                                      | Ausente. (Barone, 2011)   | S.D.C                | S.D.C        | Presente. (O'Brien <i>et al.</i> , 2016) | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C   | Presente. (O'Brien, 2017)       | S.D.C                         | S.D.C         |
| Ligamentos pericardíacos | Uno esternopericardíaco craneal y otro caudal. | Uno esternopericardíaco craneal y otro caudal. (Barone, 2011) | Uno esternopericardíaco craneal y otro caudal. (Barone, 2011) | Uno esternopericardíaco craneal y otro caudal. (Barone, 2011) | Sólo ligamento frenicopericardíaco. (Nickel <i>et al.</i> , 2005) | S.D.C                | S.D.C        | S.D.C                                    | S.D.C               | S.D.C           | Dos ligamentos esternopericardíacos y uno frenicopericardíaco. (Kumar <i>et al.</i> , 2014) | S.D.C                           | S.D.C                         | S.D.C         |
| Hueso cardíaco           | Ausente.                                       | Presente. (Frink y Merrick, 1973)                             | Presente. (Mohammadpour y Mourad, 2007)                       | Presente. (James, 1965)                                       | Ausente. (Barone, 2011)   | S.D.C                | S.D.C        | S.D.C                                    | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C   | Ausente. (Pérez <i>et al.</i> , | S.D.C                         | S.D.C         |

|                              |                                       |   |   |  |                                      |                    |  |   |                     |                 |                                 | 2017<br>)     |   |                                    |
|------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|--------------------------------------|--------------------|--|---|---------------------|-----------------|---------------------------------|---------------|---|------------------------------------|
| <b>Estructura</b>            | <b>Venado de Campo</b>                | <b>Ovino</b>  | <b>Caprino</b>                          | <b>Bovino</b>                            | <b>Equino</b>                        | <b>Ciervo Dama</b> | <b>Corzo</b>                                 | <b>Jirafa</b>                           | <b>Ciervo ratón</b> | <b>Antilope</b> | <b>Ciervo Axis</b>              | <b>Alpaca</b> | <b>Ciervo de los pantanos</b>               | <b>Mazama</b>                      |
| Circulación cardíaca         | Bilateral                             | Izquierda. (Frink y Merrick, 1973)                                      | Izquierda. (Barone, 2011)               | Izquierda. (Bhargava, I. y Beaver, 1970) | Derecha. (Sabathie y Pianetto, 1942) | S.D.C              | Izquierda. (Frackowiak <i>et al.</i> , 2007) | Izquierda. (Pérez <i>et al.</i> , 2008) | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C                           | S.D.C         | Izquierda. (Fernandes <i>et al.</i> , 2002) | S.D.C                              |
| Tronco bicarotideo           | Presente                              | Presente (Barone, 2011)   | Presente (Barone, 2011)                 | Presente (Barone, 2011)                  | Presente (Barone, 2011)              | S.D.C              | S.D.C  | S.D.C                                   | S.D.C               | S.D.C           | Ausente (Pérez y Erdogan, 2014) | S.D.C         | S.D.C                                       | Ausente (Ahn <i>et al.</i> , 2008) |
| Arteria celíaca              | Origen directo de aorta               | Puede presentar un tronco celiacomesentérico (Karmona y Kovachev, 1985) | Origen directo de aorta. (Alsafy, 2009) | Origen directo de aorta. (Khalifa, 2013) | N.C                                  | S.D.C              | S.D.C  | S.D.C                                   | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C                           | S.D.C         | S.D.C                                       | S.D.C                              |
| Rama de la arteria esplénica | Únicamente la arteria ruminal derecha | La primera rama es la arteria ruminal                                   | La primera rama es la arteria ruminal   | La primera rama es la arteria ruminal    | N.C                                  | S.D.C              | S.D.C  | S.D.C                                   | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C                           | S.D.C         | S.D.C                                       | S.D.C                              |

|  |                                   |  |  |  |  |                    |              |               |                     |                 |                    |               |                               |               |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--------------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|  |                                   | izquierda.<br>(Barone, 2011)                   | izquierda.<br>(Barone, 2011)                   | izquierda.<br>(Barone, 2011)                   |  |                    |              |               |                     |                 |                    |               |                               |               |
| <b>Estructura</b>                                | <b>Venado de Campo</b>            | <b>Ovino</b>                                   | <b>Caprino</b>                                 | <b>Bovino</b>                                  | <b>Equino</b>                                  | <b>Ciervo Dama</b> | <b>Corzo</b> | <b>Jirafa</b> | <b>Ciervo ratón</b> | <b>Antilope</b> | <b>Ciervo Axis</b> | <b>Alpaca</b> | <b>Ciervo de los pantanos</b> | <b>Mazama</b> |
| Origen de la arteria reticular                   | Arteria gástrica izquierda        | Arteria ruminal izquierda (Barone, 2011)       | Arteria ruminal izquierda (Barone, 2011)       | Arteria ruminal izquierda (Barone, 2011)       | N.C  | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |
| Origen de la arteria circunfleja iliaca profunda | Arteria iliaca externa, proximal. | Arteria iliaca externa, distal. (Barone, 2011) | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |
| Origen de la arteria cremastérica                | Tronco pudendoepigástrico         | Arteria epigástrica caudal. (Barone, 2011)     | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |
| Arteria iliaca interna                           | Intermedia                        | Larga. (Barone, 2011)                          | Larga. (Barone, 2011)                          | Larga. (Barone, 2011)                          | Corta. (Barone, 2011)                          | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |
| Origen de la arteria uterina                     | Arteria umbilical                 | Arteria umbilical. (Schaller, 1996)            | Arteria umbilical. (Schaller, 1996)            | Arteria umbilical. (Schaller, 1996)            | Arteria iliaca externa. (Schaller, 1996)       | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |
| Origen de la arteria prostática o vaginal        | Arteria pudenda interna.          | Arteria iliaca interna.                        | Arteria iliaca interna.                        | Arteria iliaca interna.                        | Arteria pudenda interna.                       | S.D.C              | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | S.D.C         | S.D.C                         | S.D.C         |

|   |                        | (Barone, 2011)                        | (Barone, 2011)                        | (Barone, 2011)                        | (Barone, 2011)                          |                      |              |               |                     |                 |                    |                                      |                               |               |
|---|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| <b>Estructura</b>                       | <b>Venado de Campo</b> | <b>Ovino</b>                          | <b>Caprino</b>                        | <b>Bovino</b>                         | <b>Equino</b>                           | <b>Ciervo o Dama</b> | <b>Corzo</b> | <b>Jirafa</b> | <b>Ciervo ratón</b> | <b>Antilope</b> | <b>Ciervo Axis</b> | <b>Alpaca</b>                        | <b>Ciervo de los pantanos</b> | <b>Mazama</b> |
| Desarrollo de la arteria tibial craneal | Preponderante.         | Preponderante. (Barone, 2011)         | Preponderante. (Barone, 2011)         | Preponderante. (Barone, 2011)         | Preponderante. (Barone, 2011)           | S.D.C                | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | Preponderante. (Angulo et al., 2013) | S.D.C                         | S.D.C         |
| Desarrollo de la arteria safena         | Tamaño medio.          | Tamaño medio. (König y Liebich, 2015) | Tamaño medio. (König y Liebich, 2015) | Tamaño medio. (König y Liebich, 2015) | Tamaño pequeño. (König y Liebich, 2015) | S.D.C                | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | Tamaño medio. (Angulo et al., 2013)  | S.D.C                         | S.D.C         |
| Desarrollo de la arteria tibial caudal  | Delgada.               | Delgada. (Barone, 2011)               | Delgada. (Barone, 2011)               | Delgada. (Barone, 2011)               | Tamaño medio. (Barone, 2011)            | S.D.C                | S.D.C        | S.D.C         | S.D.C               | S.D.C           | S.D.C              | Delgada. (Angulo et al., 2013)       | S.D.C                         | S.D.C         |

S.D.C- Sin datos conocidos. De acuerdo a nuestro conocimiento no hay trabajos que describan esta estructura.

N. C- No corresponde. No corresponde la comparación al tratarse de un no rumiante.

## 6 CONCLUSIONES

El patrón de distribución areteriovenosa y la anatomía cardíaca del venado de campo, presenta similitudes y diferencias con respecto a lo descrito para los rumiantes domésticos y miembros de la familia Cervidae. Esto puede deberse a modificaciones evolutivas y adaptativas que ha desarrollado esta especie para adecuarse a su hábitat.

El patrón de distribución arterial de la cabeza y cuello del venado de campo era similar a lo descrito para otros cérvidos. En lo que respecta a los animales domésticos, el hecho de no tener una arteria carótida interna bien desarrollada y la presencia marcada del tronco linguofacial recuerda a la distribución descrita para los bovinos. El patrón de distribución arterial de la base del encéfalo es universal en las especies de la familia Cervidae.

El corazón se extendía desde el 3º al 6º espacio intercostal, presentaba un ángulo de inclinación de 45º. La irrigación cardíaca era bilateral en el venado, teniendo gran importancia ambas arterias coronarias. Del tronco braquiocefálico partían las dos arterias subclavias y el tronco bicarotideo.

Debido al desarrollo de las ramas arteriales encontradas en la pelvis y el miembro pelviano del venado de campo y la clasificación utilizada en los libros de texto clásicos, podemos concluir que el venado de campo posee un patrón de desarrollo intermedio para la arteria iliaca interna, ya que ésta posee mayor longitud, pero ramas viscerales provienen de la arteria pudenda interna.

En referencia a la distribución de la arteria iliaca externa y sus ramas, su patrón de desarrollo es muy similar al de los rumiantes domésticos, por lo que se trata del tipo tibial craneal, siendo esta la arteria más relevante en la irrigación del miembro pelviano.

Podemos concluir que el venado de campo presenta algunas diferencias importantes al comparar su anatomía cardiovascular con la de los ovinos. Las principales diferencias radican en la presencia de arteria facial desarrollada en el venado, la circulación bilateral del corazón y su posición con un eje de 45º.

## 7 PERSPECTIVAS

Trabajos de corrosión, histológicos y con el animal *in vivo* pueden ayudar y complementar esta descripción anatómica. Uno de los principales retos a los que nos enfrentamos al trabajar con estos cadáveres, es el hecho de que son animales que mueren y son recogidos por personal del lugar. Por lo que muchos ya tienen varias horas en descomposición. En un futuro estudios *in vivo* podrían llevarse a cabo como la realización de ultrasonografías para medir el calibre de los vasos, o evaluación de los vasos alternativos que podrían utilizarse para una inyección intravenosa o toma del pulso. Siempre con la finalidad de maximizar los estudios que puedan ayudar a la conservación de esta especie autóctona.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Adams, J.L. (1979) Innervation and blood supply of the antler pedicle of the Red deer. *New Zealand Vet Journ*, 27: 200-201.
- 2 Ahn, D., Kim, H., Tae, H., Kang, H., Kim, N., Park, S. y Kim, I. (2008) Branching pattern of aortic arch in the Korean water deer. *J Vet Med Sci*, 70: 1051-1055.
- 3 Alsafy, M. A. M. (2009) Celiac trunk and the variability of its branches in goats. *J. Appl. Biol. Sci.*, 3: 65–70.
- 4 Angulo, A., Sato, S., Navarrete, Z. y Cisneros, S. (2013) Arterial supply of the pelvic limb of the alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24: 1-15.
- 5 Avedillo, L., Martín-Alguacil, N. y Salazar, I. (2014) Anatomical variations of the blood vascular system in veterinary medicine. The internal iliac artery of the dog. Part one. *Anat Histo. Embryol*, 44:299-307.
- 6 Avedillo, L., Martín-Alguacil, N. y Salazar, I. (2015) Anatomical variations of the blood vascular system in veterinary medicine. The internal iliac artery of the dog. Part two. *Anat Histol Embryol*, 45:88-99.
- 7 Baldwin, B.A. y Bell, F.R. (1968) The anatomy of the cerebral circulation of the sheep and ox. The dynamic distribution of the blood supplied by the carotid and vertebral arteries to cranial regions. *J Anat Lond*, 97: 203-215.
- 8 Bamel, S. S., Dhingra, L. D. y Sharma, D. N. (1975) Anatomical studies on the arteries of the brain of buffalo (*Bubalus bubalis*). I. The rete mirabile cerebri. *Anatomischer Anzeiger*, 137: 440-446.
- 9 Barbanti, J.M, González, S., y Maldonado, J. (2008) The surprising evolutionary history of South American deer. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 49:17-22.
- 10 Barone, R. (2011) *Anatomie comparée des mammifères domestiques: Tome 5, angiologie*. Ed Vigot. France.
- 11 Bhargava, I. y Beaver, C. (1970) Observations on the arterial supply and venous drainage of the bovine heart. *Anat. Anz.*, 126: 343-354.
- 12 Bisailon, A. (1974). The Major Arteries of the Shoulder and Arm of the White-tailed Deer (*Odocoileus virginianus*, Raf inesque, 1832). *Anat Histol Embryol*, 3:250-261.

- 13 Brito, L. F., Silva, A. E., Barbosa, R. T. y Kastelic, J. P. (2004) Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology*, 61: 511-528.
- 14 Brudnicki, W. (2011) Morphometric analysis of the brain base arteries in fallow deer (*Dama dama*). *Veterinarni Med*, 56: 462-468.
- 15 Bugge, J. (1985) Systematic Value of the Carotid Arterial Pattern in Rodents. In: Lockett W.P., Hartenberger JL. (eds) *Evolutionary Relationships among Rodents*. NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series (Series A: Life Sciences), vol 92. Springer, Boston, MA.
- 16 Cabrera, A. (1943) Sobre la sistemática del venado y su variación individual y geográfica. *Revista del Museo de la Plata (NS)*, Tomo III, Zool 18, 5-41.
- 17 Convención sobre el Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). Apéndices I, II y III. *Maison internationale de l'environnement*. Ginebra, Suiza. <https://www.cites.org/>. Visto: 21/03/2018
- 18 Cope, L.A. (2015) Morphological Variations in the Canine (*Canis familiaris*) Right Ventricle Trabecula Septomarginalis Dextra and a Proposed Classification Scheme. *Anat Histol Embryol*.
- 19 Daniel, P. M., Dawes, J. D. K. y Prichard, M. M. (1953) Studies of the carotid rete and its associated arteries. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 237: 173-208.
- 20 Dhablania, D.C., Tyagi, R.P.S. y Khatra, G.S. (1986) Angiographic study of common carotid artery in buffalo calves (*Bubalus bubalis*). *Buffalo Bulletin*, 5: 39-43.
- 21 Dobrowolski, W. y Hafez, E. S. E. (1970). Ovariouterine vasculature in sheep. *Ameic. J. of Vet. Res.*, 31: 2121-2126.
- 22 Dubreuil-Chambardel, L. (1925). *Traité des variations du système artériel*. Variations des artères du pelvis et du member inférieur. Masson. 22-36.
- 23 Dyce, K.M., Sack, W.O. y Wensing, C.J.G. (2017) *Textbook of Veterinary Anatomy* 5ed. Elsevier. Pp. 872.
- 24 Eisenberg, J.F. y Redford K.H. (1999). *Mammals of the neotropics*. Volumen 3: The central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. University of Chicago, Press Chicago. 624 pp.

- 25 Eisenberg, J.F. (2000) The contemporary Cervidae of Central and South America. In: Vrba, E.S., Shaller, G.B. (Eds.), Antelopes, Deer, and Relatives. Yale University Press, London, pp. 189–202.
- 26 Erdögan, S. (2011). Distribution of the arterial supply to the lower urinary tract in the domestic tom-cat (*Felis catus*). Veterinary Medicine, 56:202– 208.
- 27 Erdoğan, S. y Kilinc, M. (2011). The morphometric development and arterial vascularization of bovine fetal kidneys in the prenatal period. Annals of Anatomy, 193: 530–538.
- 28 Erdoğan, S. y Pérez, W. (2014) Arterial vascularization and morphological characteristics of adrenal glands in the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). Anat Histol Embryol, 43: 369-374.
- 29 Evans, H. E. (2013) Miller's anatomy of the dog. Philadelphia: WB Saunders Company. pp. 872.
- 30 Fernandes, M. R., Moreira, E., Singaretti, F., Filippini – Tomazini, M., Peres Ferraz, A. y Barbanti, J.M. (2002) Intramyocardial course of the coronary arteries in the marsh deer (*Blastocerus dichotomus*). Braz. J. vet. Res.anim.Sci., 39:285-287.
- 31 Frackowiak, H., Jasiczak, K., Pluta, K. y Godynicki, S. (2007) Coronary arteries of the roe deer (*Capreolus capreolus*; Linnaeus 1758) heart. Polish J. of Vet. Sci., 10(2):105-108.
- 32 Frackowiak, H., Jakubowski, H. (2008) Arterial Vascularization in the Giraffe Brain. Annales Zoologici Fennici, 45: 353-359.
- 33 Franco da Silva, L.A., Ferreira, D., Cristina, N., Roquete, J., Elias, R., Andrade, L., Lucas, S., Qualhato, G. (2017) Auricular pavilion arteriography in cattle. Ciências Agrárias, 38: 3039-3048.
- 34 Frink, R.J. y Merrick, B. (1973) The Sheep Heart: Coronary and Conduction System Anatomy with Special Reference to the Presence of an Os Cordis. Anat Rec, 179: 189-200.
- 35 Fukuta, K., Orui, T., Sasaki, M., Kimura, J., Endo, H., Bin, I.D. y Kudo, H. (2003) Arterial branches from aortic arch and blood supply to the brain in the lesser and greater mouse deer. Exp Herbivora, 27: 35–44.
- 36 Fukuta, K., Kudo, H., Sasaki, M., Kimura, J., bin Ismail, D., Endo, H. (2007) Absence of carotid rete mirabile in small tropical ruminants: implications for the evolution of the arterial system in artiodactyls. J Anat, 210: 112–116.

- 37 Getty, R. (1975) Sisson and Grossman's. The anatomy of the domestic animals. Quinta edición, WB Saunders Co., Philadelphia.
- 38 Ghoshal, N.G. y Getty, R. (1967) The Arterial Supply to Appendages of the Goat (*Capra hircus*). Iowa State University digital repository, 29:123-144.
- 39 Godynicki, S. y Frackowiak, H. (1979) Arterial branches supplying the rostral and caudal retia mirabilia in artiodactyls. Folia Morphologica, 38:505-510.
- 40 González, S. (1993). Situación poblacional del venado de campo en el Uruguay. In: pampas deer population and habitat viability assessment, section 6 (CBSG/IUCN ed.). Apple Valley, MN: Workshop Briefing Book. Pp 1-9.
- 41 Gonzalez, S. (1996). El Tapado Pampas deer population. IUCN Deer Specialist Group Newsletter. 13:6.
- 42 González, S., Maldonado, J. E., Leonard, J. A., Vilà, C., Barbanti Duarte, J. M., Merino, M., Brum-Zorrilla, N. y Wayne, R. K. (1998) Conservation genetics of the endangered Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Molecular Ecology, 7: 47-56.
- 43 González, S., Álvarez-Valin, F., Maldonado, J.E. (2002) Morphometric differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new subspecies from Uruguay. J of mammal, 83: 1127-1140.
- 44 González, S., Cosse, M., Góss Braga, F., Vila, A.R., Merino, M.L., Dellafiore, C., Cartes, J.L., Maffei, L., Gimenez, M. (2010) *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus 1758). Capítulo 12. En Duarte, J.M.B y González, S. Neotropical Cervidology: Biology and Medicine of Latin American Deer. Editorial: Funep, Jabptocabal. Pp. 393.
- 45 González, S., Jackson, J.J. y Merino, M.L. (2016) *Ozotoceros bezoarticus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T15803A22160030. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016.RLTS.T15803A22160030.en>. Visto el 21 de febrero de 2018.
- 46 Habel, R. E. (1989). Guide to the dissection of domestic ruminants, 4th ed. Ithaca, NY: Robert E. Habel. Pp. 233.
- 47 Heath, D., Williams, D., y Dickinson, J. (1984) The pulmonary arteries of the yak. Cardiovascular research, 18: 133-139.
- 48 Habermehl, K.H. (1965) Morphologie und funktion der Herzgefengefalie. Aus dem Veterinar-Anatomischen Institut der Universitat Zurich. 111-138.

- 49 Jabłonski, R. (2005) Variation in the pattern of arteries of the encephalon base in roe deer. *Folia Biol*, 53: 31-34.
- 50 Jacks, F. y Setchell, B. P. (1973) A technique for studying the transfer of substances from venous to arterial blood in the spermatic cord of wallabies and rams. *The J. of physiology*, 233: 17P-18P.
- 51 James, T.M (1965) Anatomy of the sinus node, AV node and *os cordis* of the beef heart. *Anat. Rec.*, 153: 361-371.
- 52 Kabac, M. y Onuk, B. (2012) Macroanatomic Investigations on the Venous Drainage of the Heart in Roe Deer (*Capreolus capreolus*). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18: 957-963.
- 53 Karadağ, H. (1995) An anatomical study on the arteries to the left adrenal gland of sheep and goat. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 137: 391–394.
- 54 Karmona, K.H., Kovachev, G. (1985) Variability of the celiac artery and its branches in sheep. *Veterinarno-meditsinski Nauki*, 22: 31-37.
- 55 Khalifa. E.F. (2013) Gross Anatomical Studies on the Celiac Artery in Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) with Special Reference to the Arterial Supply of the Stomach. *J. Vet. Anat.*, 7: 1 – 13.
- 56 Kiełtyka-Kurc, A., Frąckowiak, H. y Brudnicki, W. (2015) The arteries of brain base in species of the Cervid family. *The Anat Rec*, 298: 735-740.
- 57 Kofler, J. (1995) Darstellung und Durchmesserbestimmung der Arterien und Venen am Hinterfuß des Rindes mittels B-Mode Sonographie. *J Vet Med A*, 42, 253-266.
- 58 König, H. E. y Liebich, H. G. (2015) *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals*. Ed. Schattauer. 6<sup>a</sup> Ed. Alemania. Pp.804.
- 59 Kowalczyk, K., Frackowiak, H. (2017) Arterial Patterns of the Face in *Perissodactyla*. *The Anat Rec*, 300: 1529-1534.
- 60 Kumar S., Ferdows S., Chandra Sutradhar, B. y Chandra Das, B. (2014) Topographic Anatomy of Visceral Organs of a Spotted Deer (*Axis axis*). Short communication. *Research Journal for Veterinary Practitioners*, 2: 55 – 57.
- 61 Lawrence, W. E. y Rewell, R. E. (1948) The cerebral blood supply in the Giraffidae. *Journal of Zoology*, 118: 202-212.
- 62 Llabres, F. (2006) Practical contrast radiography 5. Other techniques. In *practice*, 28: 32-40.

- 63 Maala, C. P. y Sack W.O. (1981) The arterial supply to the ileum, cecum and proximal loop of the ascending colon in the ox. *Anat Histol Embryol*, 10: 130–146.
- 64 McCracken, J. A., Custer, E. E. y Lamsa, J. C. (1999) Luteolysis: a neuroendocrine-mediated event. *Physiological reviews*, 79: 263-323.
- 65 Medellín, R., Ceballos, G. (1994) Avances de la Mastozoología en México. Publicación especial 1. Asociación Mexicana de Mastozoología y UNAM, Mexico. En Weber y Gonzalez 2003.
- 66 Merino, M. L., González, S., Leeuwenberg, F., Rodrigues, F. H. G., Pinder, L. y Tomas, W. M. (1997) Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*). *Biologia e conservação de cervídeos Sul-americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama*. Pp. 238.
- 67 Merino, M., Milne, N. y Vizcaíno, S.F (2005). A cranial morphometric study of deer (Mammalia, Cervidae) from Argentina using three-dimensional landmarks. *Acta Theriologica*, 50: 91–108.
- 68 Mitchell, G. y Hattingh, J. (1993) plasma colloid osmotic-pressure and edema in the giraffe. *South African Journal of Science*, 89: 569-570.
- 69 Mitchell, G., y Lust, A. (2008) The carotid rete and artiodactyl success. *Biology letters*, 4:415-418.
- 70 Mogenicato G., Vautravers G., Meynaud-Collard P., Deviers A., Sautet J. (2014) Blood Flows in Tributaries of the Portal Vein: Anatomical and Angiographic Studies in Normal Beagle Dogs. *Anat Histol Embryol*, 44: 460-467.
- 71 Mohammadpour, A. y Mourad, A. (2007) Morphological study of the heart and *os cordis* in sheep and goat. *The Indian vet. J.*, 84:284-287.
- 72 Morales-Piñeyrúa, T. y Ungerfeld, R. (2012) Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) courtship and mating behavior *Acta Veterinaria Scandinavica*, 54:60.
- 73 Müller, H., Heinrich, M., Mielenz, N., Reese, S., Steiner, A. y Starke, A (2017) Evaluation of arterial digital blood flow using Doppler ultrasonography in healthy dairy cows. *BMC Vet. Res*, 13:162.
- 74 Nickel, R., Schummer, A. y Seiferle, E. (2005). *The anatomy of the domestic animals*, Vol. 3. Berlin-Hamburg: Verlag Paul Parey.

- 75 Noordhuizen-Stassen, E. N., Charbon, G. A., De Jong, F. H. y Wensing, C. J. G. (1985) Functional arterio-venous anastomoses between the testicular artery and the pampiniform plexus in the spermatic cord of rams. *J. of rep. and fert.*, 75: 193-201.
- 76 O'Brien, H.D., Gignac, P.M., Hieronymus, T.L. y Witmer, L.M. (2016) A comparison of postnatal arterial patterns in a growth series of giraffe (*Artiodactyla: Giraffa camelopardalis*). *Peer J.*, 4:1696.
- 77 O'Brien, H.D. (2017) Cranial arterial patterns of the alpaca (*Camelidae: Vicugna pacos*). *R. Soc. open sci.* 4: 160967.
- 78 Oliveira, E.V., Prevosti, F.J. y Pereira, J.C. (2005) *Procyon troglodytes* (Lund) (Mammalia, Carnivora) in the late Pleistocene of Rio Grande do Sul and their Paleoecological significance. *Revista Brasileira de Paleontología*, 8: 215-220.
- 79 Orcasberro, G. (2012) Tesina para optar por el grado de Licenciada en Ciencias Biológicas. Cambios morfométricos estacionales en el venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). Facultad de Ciencias. Universidad de La República. pp.42.
- 80 Paštea Par, E. (1973) Contribution à l'étude macroscopique de l'innervation et de la vascularisation des glandes surrénales chez le Boeuf. *Anat Anz*, 134: 120–126.
- 81 Pautasso, A., Peña, M., Mastropaulo, J. y Moggia, L. (2002) Distribución y conservación del Venado de las Pampas (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*) en el norte de Santa Fe, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 9: 64-69.
- 82 Pérez, W., Lima, M., Pedrana, G., Cirillo, F. (2008) Heart anatomy of *Giraffa camelopardalis rothschildi*: a case report. *Veterinari Medicina*, 53: 165–168.
- 83 Pérez, W. y Ungerfeld, R. (2012) Gross anatomy of the stomach of the pampas deer, *Ozotoceros bezoarticus* (*Artiodactyla: Cervidae*). *Zoologia*, 29: 337–342.
- 84 Pérez, W., Vazquez, N. y Ungerfeld, R. (2013). Gross anatomy of the male genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomical Science International*, 88: 123–129.
- 85 Pérez, W., Erdoğan, S. (2014) Arterial thoracic vascularization in some deer species: Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), Brown brocket deer

- (*Mazama gouazoubira*) and Axis deer (*Axis axis*). *Anat Histol Embryol*, 43: 490-494.
- 86 Perez W., Vazquez N. y Ungerfeld R. (2015) Arterial Vascularization of the Gastrointestinal Tract of the Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758) *Anat Histol Embryol*, 45: 240-245.
- 87 Pérez, W. (2016). Anatomía del aparato digestivo del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). Tesis de Doctorado en Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Uruguay. Pp. 70.
- 88 Polguj, M., Jędrzejewski, K. S. y Topol, M. (2011) Angioarchitecture of the bovine spermatic cord. *Journal of morphology*, 272: 497-502.
- 89 Rayner, V. y Ewen, S.W.B. (1981) Do the blood vessels of the antler velvet of the red deer have an adrenergic innervation?. *Quarterly J of Exper Physiol*, 66: 81-86.
- 90 Russe, I. y Sinowatz, F. (1994). *Ehrbuch der Embryologie der Haustiere*, 2nd edn. Berlin: Paul Parey. Pp. 470.
- 91 Sabathie, L. G. y Pianetto, M. B (1942) The coronary arteries of the horse. *Rev. argent. de cardiol*, 8: 184.
- 92 Sadler, T.W. (2012) *Lamngman's Medical Embryology*, 12th edn. Baltimore, MD: Willians and Wilkins.185-200.
- 93 Salles, M., Barbanti, J.M. y Marques, J.A. (2009) Carotid artery exteriorization in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) for an experimental study of anesthesia. *J of Zoo and Wildlife Medi*, 40: 474-477.
- 94 Sangyun, S., Jeong-Ha S., Jong-Teak K., Hong-Shik O., Hyun-Jin T., Byung-Yong P., In-Shik K. y Dongchoon, A. (2018) Branching patterns of the aortic arch in the Siberian roe deer (*Capreolus pygargus* Pallas, 1771). *J of Vet Med Sci*, 80: 128-132.
- 95 Schaller, O. (1996). *Illustrated veterinary anatomical nomenclature*, 1<sup>a</sup>.ed. Ferdinand Enke Verlag.Stump. pp. 614.
- 96 Simoens, P., de Vos N.R. y Lauwers H. (1983) *Illustrated Anatomical Nomenclature of the Arteries of the Abdomen, the Pelvis and the Pelvic Limb in the Domestic Mammals*. Belgium: State University of Ghent, Faculty of Veterinary Medicine, Laboratory of Anatomy of the Domestic Animals.
- 97 Skinner, J. D. y Chimimba, C. T. (2005) *The mammals of the southern African sub-region*. Cambridge University Press.

- 98 Skoczylas, B., Brudnicki, W., Kirkiłło-Stacewicz, K., Nowicki, W. y Wach, J. (2016) Arterial supply of the cerebral cortex in cattle (*Bos primigenius* f. dom.). Slovenian Vet Res, 53: 13-18.
- 99 Steven, D.H. (1964) The distribution of external and internal opthalmic arteries in the ox. J Anat Lond, 98: 429-435.
- 100 Suttie, J.M., Mackintosh, C.G., Corson, I.D., Fennessy, P.F. y Christie, R. (1986) Carotid artery exteriorisation in the red deer. New Zealand Vet J, 34: 214.
- 101 Tandler, J. (01902) Zur Entwicklungsgeschichte der Kopfarterien bei den Mammalia. Gegenbaurs Morphol Jahrb, 30:275–373.
- 102 Ubilla, M (1985). Mamíferos fósiles, geocronología y paleoecología de la Fm. Sopas (Pleistoceno sup.) del Uruguay. Ameghiniana, 22: 185-196.
- 103 Ungerfeld, R. y González, U.T. (2008) Reproduction in a semi-captive herd of Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Wildlife Biology, 14:350-357.
- 104 Ungerfeld, R., González-Pensado, S.X., Villagrán, M., Bielli, A., Rossini, C., Morales, J., Pérez, W. y Damián, J. P. (2010) Biología reproductiva del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*). Libro publicado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República (CSIC – UDELAR).
- 105 Vezzosi, R.I. (2010) Primer registro de *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus, 1758) (Artiodactyla: Cervidae) en el Pleistoceno del centro de la provincia de Santa Fe, Argentina. Paleontología y dinosaurios desde América Latina. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo, 235-244.
- 106 Webb, D.S. (2000) Evolutionary history of new world cervidae Ed. Schaller: Antelopes, Deer and Relatives: 38-64, New York.
- 107 Weber, M. y González, S. (2003) Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. Ecoscience, 10: 443-454.
- 108 Wemmer, C. (1998) Status survey and conservation action plan: Deer. IUCN/SSC Deer Specialist Group, Oxford. En Weber y Gonzalez 2003.
- 109 Zdun, M., Frackowiak, H., Kowalczyk, K., Maryniak, H. y Kieltyka-Kurc, A. (2013) Comparative analysis of the course of the facial and transverse facial arteries in selected ruminant species. Annals of Anat, 196: 129-134.

## 9- ANEXOS

### 9.1 Anexo 1

Received: 28 October 2016 | Accepted: 11 November 2017

DOI: 10.1111/ahs.12331

ORIGINAL ARTICLE

WILEY ANATOMIA HISTOLOGIA EMBRYOLOGIA

## Arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758)

N. Vazquez<sup>1</sup> | C. Ríos<sup>2</sup> | V. Sorriba<sup>3</sup> | W. Pérez<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Área de Anatomía, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>Cátedra de Anatomía, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Área de Imagenología, Centro Hospital Veterinario, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Correspondence

William Pérez, Área de Anatomía, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.  
Email: vetanat@gmail.com

### Summary

This research is a study about the arterial vascularization of pelvic cavity and pelvic limb in pampas deer. For this study, 25 dead animals were used. The vascularization of the organs was investigated using a latex injection technique. Two animals were injected in the common carotid artery with contrast to cardiac angiography, and then, radiographs were taken. The aorta showed the two external iliac arteries, and after a short course, the aorta ended in two internal iliac arteries. The median sacral artery was originated from the dorsal surface cranially to the emergence of the internal iliac arteries. The last one gave off parietal (iliolumbar, cranial and caudal gluteal arteries) and visceral (umbilical and internal pudendal arteries) branches. The external iliac artery gave as first branch the deep circumflex iliac artery which was divided into a cranial and a caudal branch. After a short distance from the external iliac artery, the femoral and deep femoral arteries were originated. The deep femoral artery gave origin to the pudendoepigastric trunk and to the medial femoral circumflex artery. Based on the arterial distribution of the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer, it is concluded that the internal iliac artery has a pattern of intermediate development. In reference to the distribution of the external iliac artery and its branches, the pattern of development is the cranial tibial type.

### 1 | INTRODUCTION

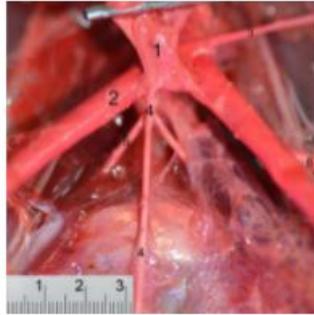
The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) was a widespread species. It was originally distributed in the open grasslands (pampas) across eastern South America from 5° to 41°S (Jackson & Langguth, 1987). However, habitat loss, unregulated hunting, competition with cattle and transmission of cattle diseases have caused a drastic decrease in the pampas deer population (Jackson & Giullietti, 1988). Although there are small wild populations in Argentina, Brazil and Uruguay (González, 1993), it is considered to be in extreme danger of extinction (listed in Appendix I of CITES) (González & Merino, 2008).

The majority of the anatomical studies related to pampas deer have focused on its reproductive (Pérez, Vazquez, & Ungerfeld, 2012, 2013) and digestive systems (Pérez, Clauss, & Ungerfeld, 2008; Pérez & Ungerfeld, 2012). In terms of the vascular system, we only found two studies: one on the arteries of the adrenal gland and one on thoracic vascularization (Erdogan & Pérez, 2014; Pérez & Erdogan, 2014). Both

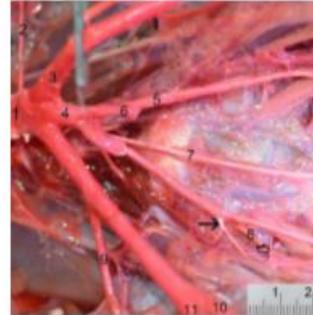
anatomical approaches are related to the vascular supply of the internal organs and are considered to be useful for surgical interventions in exotic mammals. Knowledge of the blood supply is essential when both surgical and medical interventions are carried out in these regions, and a minimum error could have severe consequences for the animal.

The basic arterial supply to the pelvic cavity and pelvic limb are the external and internal iliac arteries and their branches (Barone, 2011; Habel, 1989; König & Liebich, 2015; Nickel, Schummer, & Seiferle, 1981). The arterial organization of some internal organs may vary between different species, although arterial variations may also be observed among animals of the same species (Erdogan, 2011; Erdogan & Kilinc, 2011). The main changes in the vascular system frequently observed are the distribution of blood vessels, their size, length, topography, origin and termination (Dubreuil-Chambardel, 1925).

The main goal of this paper is to describe the origin, distribution and variations of the pelvic cavity and pelvic limb arteries in the Pampas deer and to offer the first comprehensive data on this subject in Cervidae.



**FIGURE 1** Caudoventral view of the termination of the aorta, the internal iliac arteries were removed. 1: Intermediate portion of the aorta between external and internal iliac arteries; 2: External iliac artery; 3: Caudal mesenteric artery; 4: Median sacral artery; 5: Lumbar branch of median sacral artery; 6: Deep circumflex iliac artery



**FIGURE 2** Ventral view of the termination of the aorta. 1: Aorta; 2: Caudal mesenteric artery; 3: External iliac artery; 4: Intermediate portion of the aorta between external and internal iliac arteries; 5: Internal iliac artery; 6: Umbilical artery; 7: Median sacral artery; 8: Cranial gluteal artery; 9: Deep circumflex iliac artery; 10: Deep femoral artery; 11: Femoral artery; Black arrow: iliolumbar artery; White arrow: Small parietal branch of internal iliac artery

## 2 | MATERIAL AND METHODS

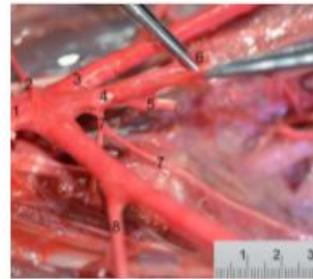
### 2.1 | Animals

For this study, 25 dead animals (8 males and 17 females) without any pathology in the abdominal cavity (the cause of death was not determined) were used. The animals were obtained from a captive breeding station, "Estación de Cría de Fauna Autóctona, Pan de Azúcar, Maldonado," Uruguay (ECFA; 34°3'S, 55°1'W; altitude: approximately 200 m). The specimens were handled and treated according to the local Ethical Board guidelines of the Universidad de la República (Montevideo, Uruguay). The average weight and body length of the animals were  $11.23 \pm 1.88$  kg and  $68.05 \pm 4.69$  cm, respectively.

### 2.2 | Study technique

The latex injection method was used to observe the arterial vascularization. After the skin and muscles of the neck were dissected, a urinary catheter was inserted into one of the common carotid arteries and was fixed by placing a ligature on the vessel. The red coloured latex (30–40 cc) was injected into the arterial system through a catheter until the superficial vessels in limbs became apparent. The cadavers were refrigerated at 1°C for 2 days to ensure the fixation of the latex. The materials were then photographed with a digital camera (Nikon D7000, Nikon Corporation, Tokyo, Japan).

As simple dissection techniques are not sufficient for understanding the complex anatomy of vascularization, we injected two animals in the left common carotid artery with contrast for cardiac angiography (Iohexol, Omnipaque®); then, radiographs were taken in the studied regions in the Veterinary Faculty (Montevideo, Uruguay). Terms were used in agreement with the *Nomina Anatomica Veterinaria* (2012).



**FIGURE 3** Ventral view of the termination of the aorta. 1: Aorta; 2: Caudal mesenteric artery; 3: External iliac artery; 4: Intermediate portion of the aorta between external and internal iliac arteries; 5: Internal iliac artery; 6: Umbilical artery; 7: Median sacral artery; 8: Deep circumflex iliac artery

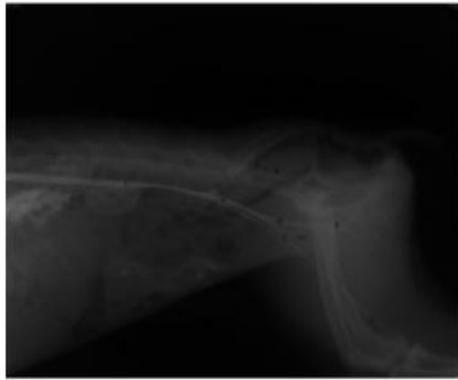
## 3 | RESULTS

### 3.1 | Ending of the abdominal aorta

The aorta gave the two external iliac arteries and after a short way ended in the two internal iliac arteries at the level of the sixth lumbar vertebra (Figures 1 and 2). The median sacral artery (Figures 2, 3 and 4) arose from the dorsal surface of the section immediately cranial to the emergence of internal iliac, with the last two lumbar arteries. In one of the studied animals, the caudal mesenteric artery was emitted on the ventral side of the short segment of aorta located between the origin of the external and internal iliac arteries. The caudal mesenteric artery originated just before the aorta divided (Figure 2) and had two



**FIGURE 4** Ventrodorsal radiography of an adult female. 1: Aorta; 2: External iliac artery; 3: Internal iliac artery; 4: Median sacral artery; 5: Deep circumflex iliac artery; 6: Uterine artery; 7: Deep femoral artery; 8: Femoral artery; 9: Medial circumflex femoral artery; 10: Pudendoepigastric trunk; 11: Lateral circumflex femoral artery; 12: Popliteal artery; 13: Feeding artery of the femur; 14: Femoral arteries; 15: Cranial tibial artery; 16: Caudal tibial artery

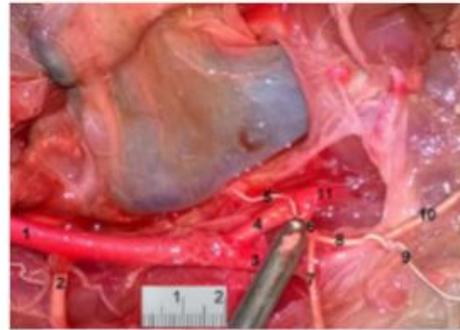


**FIGURE 5** Left lateral radiography of an adult female. 1: Aorta; 2: External iliac artery; 3: Internal iliac artery; 4: Deep femoral artery; 5: Femoral artery; 6: Popliteal artery; 7: Cranial gluteal artery; 8: Internal pudendal artery; 9: Medial circumflex femoral artery; 10: Lateral circumflex femoral artery

branches—left colic and cranial rectal arteries. The latter had a big size and extension beyond the entrance to the pelvic cavity, providing the main blood supply to the rectum.



**FIGURE 6** Medial view of the pelvic limb showing the ending of the external iliac artery. 1: External iliac artery; 2: Deep femoral artery; 3: Femoral artery; 4: Pudendoepigastric trunk; 5: Medial femoral circumflex artery; 6: Acetabular branch of the medial femoral circumflex artery; 7: Obturator branch of the medial femoral circumflex artery; 8: Deep branch of the medial femoral circumflex artery; 9: Ascending branch of the medial femoral circumflex artery; 10: Lateral circumflex femoral artery; 11: Saphenous artery; 12: Popliteal artery



**FIGURE 7** Ventral view of the internal iliac artery in a female. 1: External iliac artery; 2: Deep circumflex iliac artery; 3: Femoral artery; 4: Deep femoral artery; 5: Middle vesical artery; 6: Pudendoepigastric trunk; 7: Caudal epigastric artery; 8: External pudendal artery; 9: Caudal superficial epigastric artery; 10: Caudal mammary artery; 11: Medial circumflex femoral artery

### 3.2 | External iliac artery

The external iliac artery gave as first branch the deep circumflex iliac artery which was divided into a cranial and caudal branch to irrigate the abdominal walls (Figures 2 and 4). After a short course from the external iliac artery, deep femoral and femoral arteries were originated (the division occurs at the middle level of the body of the ilium [Figures 5 and 6]). The deep femoral artery gave rise to the pudendoepigastric trunk and the medial femoral circumflex artery (Figure 6).

From the small pudendoepigastric trunk arose the cremasteric artery, external pudendal and the middle vesical artery for bladder (Figure 7). The external pudendal artery passed through the inguinal canal and gave two branches, caudal epigastric artery that ran superficially on the ventral abdominal wall giving mammary branches or preputial according to the sex of the animal and the ventral scrotal branch in the male or the caudal mammary artery that reached in the female to the lips of the vulva and inguinal mammae.

The medial circumflex femoral artery was directed towards the medial surface of the femur, covered by the medial muscles of the thigh (pectineus and obturator internus), being divided into four branches (Figure 6): the obturator branch stepped into the pelvic cavity through the obturator foramen, the deep branch that ran distally to the caudal surface of the femur, the ascending branch that crossed the medial surface of the femur and the acetabular branch which entered into the hip joint by the acetabular notch. It continued through its transverse branch.

The lateral femoral circumflex artery was thin, and it originated directly from the femoral artery (Figure 4). It was divided into three branches: ascending, transverse and descending.

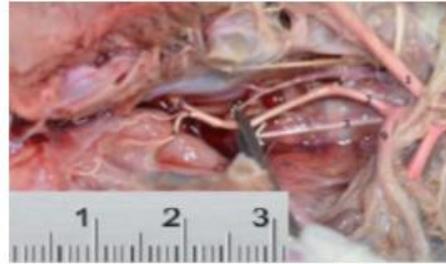
The saphenous artery arose in the point of the femoral triangle (Figure 6), passed between the sartorius and gracilis to divide at the tarsus on two plantar arteries that feed the various arterial networks in the region. In its initial portion gave thin branches to the muscles of the region (semimembranosus, adductor, sartorius and gracilis).

The nutrient artery of the femur was a small vessel that came directly from the femoral (Figure 4) before descending artery of the knee was originated, which was heading to the caudal edge of the vastus lateralis muscle. Their endings were distributed to the patellar region and the medial side of the knee joint.

The caudal femoral arteries were poorly developed. The continuation of the femoral artery after issuing these branches was the popliteal artery (Figure 4), and its collaterals were heading to the femoro-tibio-patellar joint, triceps sural and superficial digital flexor muscles.

The femoral artery ends up dividing into caudal and cranial tibial arteries. The caudal tibial artery was poor development, accompanied the tibial nerve and was connected with the caudal branch of the saphenous artery by a thin branch. The cranial tibial artery had greater development and through its branches irrigated the cranial region of the leg and fed the dorsal system of the arteries of the foot.

About the irrigation of the foot, there were two arterial planes, one superficial and another deep. The most important arteries were



**FIGURE 8** Ventral view of the termination of the aorta and internal iliac arteries. 1: External iliac artery; 2: Internal iliac artery; 3: Median sacral artery; 4: Iliolumbar arteries; 5: Cranial gluteal artery; 6: Caudal gluteal artery; 7: Internal pudendal artery; 8: Vaginal artery; 9: Umbilical artery



**FIGURE 9** Cranio-ventral view of the umbilical artery showing the round ligament in the female. 1: Aorta; 2: External iliac artery; 3: Intermediate portion of the aorta between external and internal iliac arteries; 4: Umbilical artery; 5: Deep circumflex iliac artery; 6: Ovarian artery; 7: Uterine artery; 8: Bladder; 9: Round ligament; 10: Ovary; 11: Uterus

located in the dorsum of the tarsus and metatarsus (branches coming from the cranial tibial artery), whereas in the fingers further development occurred in the plantar surface from the medial and lateral plantar arteries derived from saphenous artery.

### 3.3 | Internal iliac artery

The internal iliac artery emitted parietal and visceral branches (Figure 8). The first parietal branches emitted dorsally were two iliolumbar arteries and the cranial gluteal artery (Figure 8). The origin of the iliolumbar arteries was produced from a short trunk common to both.

Ventrally near its origin, the umbilical artery emerged, as first branch gave the ureteric artery and then the cranial vesical artery destined to the bladder (Figure 9). The umbilical artery emitted the uterine artery that went to the broad ligament of the uterus (Figure 9). Uterine artery was divided into three branches in the broad ligament. The cranial branch was anastomosed with the uterine branch of the ovarian artery and most caudal branch with uterine branch of the vaginal artery. In the male, a homologue artery was emitted which ended anastomosing with the arterial branch for the ductus deferens derived from the prostatic artery. Finally, the umbilical artery near the cranial edge of the lateral ligament of the bladder ended in a vestige that constituted the round ligament of the bladder (Figure 9). In one of the animals, the right internal iliac artery gave the umbilical artery, which gave two branches, a small trunk that bifurcated giving the ureteric and vesical arteries and the uterine artery.

After giving off the umbilical artery, the internal iliac artery was accompanied by its satellite vein, and both vessels coursed caudally on the later aspect of the wall of the pelvic cavity. This artery finished dividing at the level of cranial edge of the lesser sciatic foramen, in caudal gluteal and internal pudendal arteries (Figure 8). In two specimens, this division occurred about one centimetre cranial to the lesser sciatic foramen.

The caudal gluteal artery continued its journey through the cranial edge of the lesser sciatic foramen. The internal pudendal artery emitted the vaginal artery, which sent a uterine branch to anastomose with the most caudal branch of the uterine artery at the height of the uterus body, branches to the vagina and rectum (rectal middle and caudal

arteries) (Figure 10). Then, the internal pudendal artery was divided into ventral perineal artery and the artery of the clitoris in the case of the female. In the male, the internal pudendal artery gave the prostatic and urethral arteries and then continued as artery of the penis. The last one emitted, before entering the organ, the arteries of the bulb of the penis, deep and dorsal of penis.

## 4 | DISCUSSION

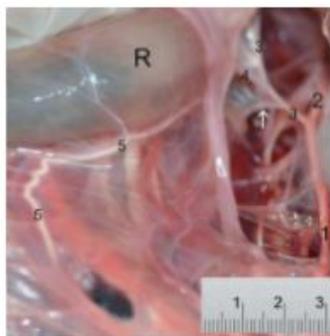
According to our knowledge, this is the first whole anatomical description of the arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in a deer species. This is particularly important for pampas deer considering the conservation status of this species. One limitation for vets and surgeons who care for zoo animals and wildlife is the lack of information available on the anatomy of these species, increasing the risks during any treatment due to possible inadequate approaches.

### 4.1 | Ending of the abdominal aorta

In the pampas deer, the median sacral artery was emitted from the dorsal side of the aorta just before emission of the internal iliac arteries. Due to the reduction in calibre which became notorious after the emission of the external iliac arteries, we can say that at that point ended the aorta, leaving an unnamed segment continued to it, which emitted both internal iliac arteries and median sacral from its dorsal surface. The median sacral artery is vestigial in humans and horses (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981). In humans, the end of the aorta is clear because it is terminated by its division into two common iliac arteries (Barone, 2011). Similar situation was reported for guinea pigs and lowland paca (Leal, Freitas, Sasahara, & Machado, 2016; Stump & Shively, 1976). According to Evans and de Lahunta (2013), in the dog, the abdominal aorta gives off the paired external iliac arteries to the pelvic limbs and terminates in the paired internal iliac arteries and the median sacral artery. Our observations in dogs indicate that the median sacral artery does not appear as a direct continuation of the aorta, but as a dorsal branch on the trunk that continues the aorta between the emission of the external and internal iliac arteries (Pérez et al., unpublished data), which coincided with the arrangement described in this study in pampas deer. Barone (2011) mentioned that the starting point of the median sacral artery is generally located in the dorsal part of the bifurcation of the prolongation of the aorta in two internal iliac arteries and often cranially to it on the dorsal side of the aorta. The latter and our observations in dogs agree with the results of this study for pampas deer.

### 4.2 | External iliac artery

In reference to the distribution of the external iliac artery and its branches, its development pattern is very similar to domestic ruminants (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981), so it is the cranial tibial type, being the most relevant artery in the irrigation of the hindlimb. In the pampas deer, the first collateral of the external



**FIGURE 10** Middle part of pelvic cavity showing termination of internal iliac artery. 1: Internal iliac artery; 2: Caudal gluteal artery; 3: Internal pudendal artery; 4: Vaginal artery; 5: Cranial rectal artery. Arrow: Middle rectal artery. R: Rectum

iliac artery was the deep circumflex iliac artery. The origin of this artery is more proximal in domestic mammals: on the aorta in carnivores, on the common iliac artery in rabbits and more distal on the external iliac in ungulates (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981).

The caudal epigastric artery in pampas deer always came from pudendal epigastric trunk, but can come directly from the deep femoral artery in ruminants, pigs, dogs and cats (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981). It ended by anastomosing with the cranial epigastric artery (Ghoshal & Getty, 1969). In pampas deer, cremasteric artery came from pudendoepigastric trunk, unlike other species of mammals which comes from the caudal epigastric artery (König & Liebich, 2015). In pampas deer, the middle vesical artery came from the pudendoepigastric trunk, while in pigs and carnivores from the caudal epigastric artery (Barone, 2011).

The external pudendal artery comes from pudendoepigastric trunk, as in all domestic mammals. The terminal branches of the external pudendal artery were the same as those of domestic mammals (König & Liebich, 2015). In horses and ruminants, both arteries are voluminous and constitute the caudal and cranial mammary arteries (Schaller, 1996), and this development does not happen in pampas deer because their mammary development is not large.

The femoral artery can be classified into three types: tibial, saphenous or mixed (Barone, 2011). The saphenous artery shows large interspecific variations. In the pampas deer is a medium-sized artery, as in domestic ruminants (in which the cranial tibial artery is preponderant in irrigation of the foot); it is strong in carnivores, pigs and rabbits, is thin in the equine (Ghoshal & Getty, 1969) and is vestigial in humans (Barone, 2011). The popliteal artery of the pampas deer showed the same distribution as domestic mammals (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981). The caudal tibial artery showed an inverse development to the saphenous artery. It is weak or very weak in the pampas deer and domestic mammals (Barone, 2011). Horses are domestic mammals in which the caudal tibial artery has greater calibre than the saphenous (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981).

In relation to the arteries that irrigate the foot, the dorsal common digital arteries are rudimentary in pampas deer, domestic ruminants and swine but well developed in rabbits, and carnivores, come (except in swine) from the superficial branch of cranial tibial artery (Barone, 2011). The plantar aspect of the foot is mainly irrigated from two plantar arteries, medial and lateral, which come from the caudal branch of the saphenous artery in pampas deer and domestic mammals, from the terminal bifurcation of the caudal tibial artery (human). However, the two plantar arteries have mixed origin in the horse (Barone, 2011).

### 4.3 | Internal iliac artery

The pampas deer has a pattern of intermediate development for internal iliac artery, because it is long but the visceral branches come from the internal pudendal artery.

Visceral branches of the aorta in the pampas deer were similar to those of domestic ruminants (Barone, 2011; Getty, 1975; Habel, 1989; Nickel et al., 1981). Umbilical artery in the embryo and fetus is a voluminous vessel that sends blood from the aorta to the placenta in domestic mammals. After birth, it becomes atrophied and constitutes the round ligament of the bladder (Habel, 1989; Russe & Sinowatz, 1994). In horses, the umbilical artery takes origin from the internal pudendal artery.

The uterine artery was weak in pre-pubertal females of pampas deer, and it gave three branches, like in domestic ruminants (Barone, 2011; Getty, 1975; Habel, 1989; Nickel et al., 1981). In the mare, it originates from the external iliac artery (Schaller, 1996).

Prostatic or vaginal artery of pampas deer came from the internal pudendal as in equines and carnivores, and in ruminants, swine, rabbit and human, it originates from the internal iliac artery (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981). The vaginal artery in small ruminants can, in some cases, come from the internal pudendal artery (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981), but regarding pampas deer, there was no sex difference.

The length of the internal pudendal is inversely proportional to that of the internal iliac. In pampas deer was short and the visceral branches originated in it. In horses and carnivores, it is long, and the visceral branches arise from it (Schaller, 1996). It was bigger in the male than in the female. It was finished by the perineal ventral artery and by sex, penis or clitoris. The ventral perineal artery emitted the rectal caudal artery and lip dorsal or dorsal scrotal branch. The same occurs in domestic mammals (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981).

About the parietal branches of the internal iliac artery in the pampas deer, the cranial gluteal artery was voluminous, and it originated near to the sacroiliac joint from the internal iliac as ruminants and pigs, while in equines and carnivores from the caudal gluteal (Barone, 2011; Getty, 1975; Nickel et al., 1981). The iliolumbar artery was originated from the internal iliac artery in pampas deer, as in ruminants and swine, from the gluteal cranial artery in human, feline, equine and rabbit and from the caudal gluteal in the dog (Barone, 2011).

We can conclude that pampas deer has a pattern of intermediate development for internal iliac artery, because it has greater length but visceral branches come from the internal pudendal artery. In reference to the distribution of the external iliac artery and its branches, its development pattern is very similar to domestic ruminants, so it is the cranial tibial type, being the most relevant artery in the irrigation of the pelvic limb.

### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank to Dr. Rodolfo Ungerfeld and to Intendencia Departamental de Maldonado (IDM) for the facilities to develop research with the animals of the ECFA.

### ORCID

W. Pérez  <http://orcid.org/0000-0002-9647-4731>

## REFERENCES

- Barone, R. (2011). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Angiologie, Vol. 5 (pp. 904). Paris: Vigot.
- Dubreuil-Chambardel, L. (1925). *Traité des variations du système artériel. Variations des artères du pelvis et du membre inférieur*. Masson. 22-36.
- Erdogan, S. (2011). Distribution of the arterial supply to the lower urinary tract in the domestic tom-cat (*Felis catus*). *Veterinary Medicine*, 56, 202-208.
- Erdogan, S., & Kilinc, M. (2011). The morphometric development and arterial vascularization of bovine fetal kidneys in the prenatal period. *Annals of Anatomy*, 193, 530-538.
- Erdogan, S., & Pérez, W. (2014). Arterial vascularization y morphological characteristics of adrenal glands in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia Histologia and Embryologia*, 43, 369-374.
- Evans, H. E., & de Lahunta, A. (2013). *Miller's anatomy of the dog*, 4a edn (pp. 872). St. Louis: W.B. Saunders.
- Getty, R. (1975). *Sisson and grossman's anatomy of the domestic animals*. Vols. 1 and 2, 5th edn. Philadelphia, London, Toronto: W.B. Saunders Company.
- Ghoshal, N. G., & Getty, R. (1969). Comparative morphological study of the major arterial supply to the pelvic limb of the domestic animals (*Bos taurus*, *Ovis aries*, *Capra hircus*, *Sus scrofa domestica*, *Equus caballus*). *Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A*, 17, 453-470.
- González, S. (1993). Situación poblacional del venado de campo en el Uruguay. In: *pampas deer population and habitat viability assessment, section 6* (CBSG/IUCN ed.) (pp. 1-9). Apple Valley, MN: Workshop Briefing Book.
- González, S., & Merino, M. L. (2008). *Ozotoceros bezoarticus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 16 May 2017.
- Habel, R. E. (1989). *Guide to the dissection of domestic ruminants*, 4th edn (pp. 233). Ithaca, NY: Robert E. Habel.
- Jackson, J., & Giullietti, J. (1988). The food of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* celer in relation to its conservation in relict natural grassland in Argentina. *Biological Conservation*, 45, 1-10.
- Jackson, J., & Langguth, A. (1987). Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the argentinian pampas and Uruguay. In C. Wemmer (Ed.), *Biology and management of the cervidae* (pp. 402-409). Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2015). *Anatomie der Hausäugetiere. Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis*, 6<sup>a</sup>. edn (pp. 790). Stuttgart: Schattauer.
- Leal, L. M., Freitas, H. M. G., Sasahara, T. H. C., & Machado, M. R. F. (2016). The hindlimb arterial vessels in lowland paca (*Cuniculus paca*, Linnaeus 1766). *Anatomia Histologia and Embryologia*, 45, 154-157.
- Nickel, R., Schummer, A., & Seiferle, E. (1981). *The anatomy of the domestic animals*, Vol. 3. Berlin-Hamburg: Verlag Paul Parey.
- Nomina Anatomica Veterinaria. (2012). *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (I.C.V.G.A.N.)*. Revised fifth ed. Retrieved from [http://www.wava-amav.org/Downloads/nav\\_2012.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2012.pdf). Downloaded on 16 May, 2017.
- Pérez, W., Clauss, M., & Ungerfeld, R. (2008). Observations on the macroscopic anatomy of the intestinal tract and its mesenteric folds in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia Histologia and Embryologia*, 37, 317-321.
- Pérez, W., & Erdogan, S. (2014). Arterial thoracic vascularization in some deer species: Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) and axis deer (*Axis axis*). *Anatomia Histologia and Embryologia*, 43, 490-494.
- Pérez, W., & Ungerfeld, R. (2012). Gross anatomy of the stomach of the pampas deer, *Ozotoceros bezoarticus* (Artiodactyla: Cervidae). *Zoologia*, 29, 337-342.
- Pérez, W., Vazquez, N., & Ungerfeld, R. (2012). Gross anatomy of the female genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomia Histologia and Embryologia*, 42, 168-174.
- Pérez, W., Vazquez, N., & Ungerfeld, R. (2013). Gross anatomy of the male genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anatomical Science International*, 88, 123-129.
- Russe, I., & Sinowatz, F. (1994). *Lehrbuch der Embryologie der Haustiere*, 2nd edn (pp. 470). Berlin: Paul Parey.
- Schaller, O. (1996). *Illustrated veterinary anatomical nomenclature*, 1<sup>st</sup> edn (pp. 614). Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Stump, J. E., & Shively, M. J. (1976). The systemic arterial pattern of the guinea pig: The pelvis and pelvic limb. *The American Journal of Anatomy*, 147, 193-201.

How to cite this article: Vazquez N, Ríos C, Sorriba V, Pérez W. Arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anat Histol Embryol*. 2018;47:133-139. <https://doi.org/10.1111/ahel.12331>

**JOHN WILEY AND SONS LICENSE  
TERMS AND CONDITIONS**

Apr 24, 2018

---

This Agreement between Dr. Noelia Vazquez ("You") and John Wiley and Sons ("John Wiley and Sons") consists of your license details and the terms and conditions provided by John Wiley and Sons and Copyright Clearance Center.

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| License Number                      | 4325950329218  |
| License date                        | Apr 11, 2018   |
| Licensed Content Publisher          | John Wiley and Sons  |
| Licensed Content Publication        | Anatomia, Histologia, Embryologia  |
| Licensed Content Title              | Arterial distribution to the pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer ( <i>Ozotoceros bezoarticus</i> , Linnaeus 1758) |
| Licensed Content Author             |  |
| Licensed Content Date               | Dec 4, 2017  |
| Licensed Content Pages              | 7  |
| Type of use                         | Dissertation/Thesis  |
| Requestor type                      | Author of this Wiley article   |
| Format                              | Print and electronic   |
| Portion                             | Full article   |
| Will you be translating?            | No   |
| Title of your thesis / dissertation | Anatomia cardiovascular del venado de campo ( <i>Ozotoceros bezoarticus</i> )  |
| Expected completion date            | Apr 2018   |
| Expected size (number of pages)     | 150  |
| Requestor Location                  | Dr. Noelia Vazquez<br>Las Places<br><br>Montevideo, Montevideo 80100<br>Uruguay<br>Attn: Dr. Noelia Vazquez                    |
| Publisher Tax ID                    | EU826007151  |
| Total                               | 0.00 USD   |
| Terms and Conditions                |  |

**TERMS AND CONDITIONS**

This copyrighted material is owned by or exclusively licensed to John Wiley & Sons, Inc. or one of its group companies (each a "Wiley Company") or handled on behalf of a society with which a Wiley Company has exclusive publishing rights in relation to a particular work (collectively "WILEY"). By clicking "accept" in connection with completing this licensing transaction, you agree that the following terms and conditions apply to this transaction (along with the billing and payment terms and conditions established by the Copyright Clearance Center Inc., ("CCC's Billing and Payment terms and conditions"), at the time that you opened your RightsLink account (these are available at any time at

## 9.2 Anexo 2

### Anatomical Science International

#### Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) --Manuscript Draft--

|   |   |
|---|---|
| Manuscript Number:                            | ANSI-D-17-00246R2   |
| Full Title:                                   | Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer ( <i>Ozotoceros bezoarticus</i> ,<br>Linnaeus 1758)   |
| Article Type:                                 | Original Article  |
| Corresponding Author:                         | Noelia Vazquez<br>Veterinary Faculty<br>URUGUAY   |
| Corresponding Author Secondary Information:   |   |
| Corresponding Author's Institution:           | Veterinary Faculty  |
| Corresponding Author's Secondary Institution: |   |
| First Author:                                 | Noelia Vazquez  |
| First Author Secondary Information:           |   |
| Order of Authors:                             | Noelia Vazquez<br>Dellis dos Santos<br>William Pérez, Professor   |
| Order of Authors Secondary Information:       |   |
| Funding Information:                          |   |
| Abstract:                                     | The pampas deer ( <i>Ozotoceros bezoarticus</i> ) is a medium-sized deer that weighs 20 to 40 kg. It was a widely distributed species that occupied a wide range of open habitats, including pastures, pampas and Brazilian savanna. It is currently considered a species at risk of extinction. Anatomical descriptions, related to the arterial supply, are very useful when working with exotic mammals. The knowledge of the location, the pattern of distribution and the anatomical relationships of the arteries is essential at the moment of performing any intervention. The objective of this research is to describe the pattern of normal arterial distribution of the head and neck of this species. The divisions of the common carotid arteries, to which branches of the vertebral arteries are attached, irrigate the head and cranial parts of the neck. The pattern of arterial distribution of the head and neck of the pampas deer was similar to that described for other cervids and bovine. It is important the fact that it had differences with the ovine. The pampas deer had bicarotid trunk, different from the other cervids. With regard to domestic animals, the fact of not having a fully developed internal carotid artery and the marked presence of a linguofacial trunk makes it resemble the distribution described in bovines. |
| Response to Reviewers:                        | Reply to Reviewers<br><br>Montevideo, April 08, 2018<br><br>Dear Dr. Aji Ohtsuka,<br>Editor-in-Chief of Anatomical Science International:<br><br>Firstly, I would like to express my gratitude to the editor and reviewers of this study for their valuable remarks and supports.<br>Please find attached the revised manuscript ANSI-D-17-00246R1 entitled "Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer ( <i>Ozotoceros bezoarticus</i> , Linnaeus 1758)", with all revised text in grey shading.  |

Powered by Editorial Manager® and Production Manager® from Arles Systems Corporation

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1           **Abstract**

2           The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) is a medium-sized deer that  
3 weighs 20 to 40 kg. It was a widely distributed species that occupied a wide range  
4 of open habitats, including pastures, pampas and Brazilian savanna. It is currently  
5 considered a species at risk of extinction. Anatomical descriptions, related to the  
6 arterial supply, are very useful when working with exotic mammals. The  
7 knowledge of the location, the pattern of distribution and the anatomical  
8 relationships of the arteries is essential at the moment of performing any  
9 intervention. The objective of this research is to describe the pattern of normal  
10 arterial distribution of the head and neck of this species. The divisions of the  
11 common carotid arteries, to which branches of the vertebral arteries are attached,  
12 irrigate the head and cranial parts of the neck. The pattern of arterial distribution  
13 of the head and neck of the pampas deer was similar to that described for other  
14 cervids and bovine. It is important the fact that it had differences with the ovine.  
15 The pampas deer had bicarotid trunk, different from the other cervids. With regard  
16 to domestic animals, the fact of not having a fully developed internal carotid artery  
17 and the marked presence of a linguofacial trunk makes it resemble the distribution  
18 described in bovines.

19           **Mini-Abstract**

20           Pattern of arterial distribution of head and neck of pampas deer was  
21 similar to that described for other cervids. It did not had a fully developed internal  
22 carotid artery but had linguofacial trunk like bovines.

23

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

### Introduction

The pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758) was a widespread species, originally distributed in the open grasslands (pampas) across eastern South America, from 5° to 41° S (Jackson and Langguth 1987). However, habitat loss, unregulated hunting, competition with cattle (Jackson and Giullieti 1988), and transmission of cattle diseases have caused a drastic decrease in pampas deer populations. The species is considered as Near Threatened by the IUCN (IUCN 2010), being reported the existence of small populations in Argentina, Brazil and Uruguay. The existence of two subspecies, endemic to Uruguay, *Ozotoceros bezoarticus arenunguensis* (Salto, 31°05' S, 56°43' W) and *Ozotoceros bezoarticus uruguayensis* (Rocha, 33°45' S, 54°02' W), different from the *Ozotoceros bezoarticus bezoarticus*, *Ozotoceros bezoarticus leucogaster*, and *Ozotoceros bezoarticus celer* previously described (Jackson and Langguth 1987), were recently reported (González et al. 2002).

Most studies that concern the arterial system in ruminants are based on domestic animals. The distribution of the vascular system in wild species is poorly understood. Anatomical descriptions, related to the arterial supply, are very useful when working with exotic mammals. The knowledge of the location, the pattern of distribution and the anatomical relationships of the arteries is essential at the moment of performing any intervention, both medical and surgical, a minimum error could have severe consequences for the animal.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 The main source of arterial irrigation to the head and neck comes from  
2 branches of the common carotid arteries (Barone 2011). It was found that the  
3 pattern of development of the carotid circulation in several orders of mammals,  
4 could serve as a feature of taxonomic importance (Bugge 1985, Kielan-  
5 Jaworowska 1986, Shoshani and McKenna 1998). The common carotid artery  
6 has been used in cervids in order to extract arterial blood and to use invasive  
7 methods for the study of blood pressure (Salles et al. 2009). Suttie et al. (1986)  
8 placed a prosthesis in the common carotid artery of 6 deer to perform repeated  
9 injections of contrast fluid.

10 Most of the available information is limited to brain irrigation, which has  
11 been described in the most well-known species of cervids: reindeer (Johnsen et  
12 al., 1987, Johnson and Folkow 1988), axis (Kieltyka-Kurc et al. 2015), Eld's deer  
13 (Kieltyka-Kurc et al. 2015), wapiti (Kieltyka-Kurc et al. 2015), fallow deer  
14 (Godynicki 1972, Brudnicki 2011), Father David deer (Kieltyka-Kurc et al. 2015),  
15 Reeves muntjac (Kieltyka-Kurc et al. 2015), red deer (Godynicki and Wiland  
16 1970, Carlton and McKean. 1977) , roe deer (Godynicki and Wiland 1971,  
17 Jablonski 2005), etc. In pampas deer (*Ozotoceros bezoaricus*) studies about the  
18 arterial supply involve the distribution of the aortic arch (Perez and Erdogan  
19 2014), the adrenal gland (Erdogan and Pérez 2014), gastrointestinal tract (Perez  
20 et al. 2016) and pelvis and pelvic limbs (Vazquez et al. 2018).

21 According to our knowledge, the arterial distribution of the head and neck  
22 of the pampas deer has not been described, so the objective of this research is  
23 to describe the pattern of normal arterial distribution of the head and neck of this  
24 species.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1           **Materials and Methods**

2           Animals

3           The anatomical study was carried out with specimens dead by unknown  
4 causes but free of pathologies that affect the circulatory system, coming from the  
5 Estación de cría de Fauna Autóctona de Pan de Azúcar, Maldonado, Uruguay  
6 (ECFA, 34 ° 3'S, 55 ° 1'W, altitude: approximately 200 m). There are deer of the  
7 subspecies *Ozotoceros bezoarticus arerunguaensis*, in sectors of about 0.5 ha in  
8 groups composed of an adult male and five to nine adult females, as well as  
9 offspring and juveniles (Ungerfeld and González 2008). Dead animals in the  
10 ECFA were collected by personnel of the station and frozen at -20 ° C for further  
11 study. A total of 25 animals (8 males and 17 females) were used. The average  
12 weight and body length were 11.23 ± 1.88 kg and 68.05 ± 4.69 cm, respectively.

13           Methods

14           The main method of study of the animals was simple macroscopic  
15 dissection. In all the animals, colored latex was injected into both common carotid  
16 arteries to facilitate visualization of the vessels for the head and neck. To perform  
17 this procedure, the skin was incised at the level of the ventral neck region, lateral  
18 to the trachea, the muscles of the region were isolated to access the common  
19 carotid arteries. A catheter was placed inside each one and red colored latex was  
20 injected until the femoral arteries could be visualized colored. The animals were  
21 placed in a cold chamber for 48 hours (at 1 ° C) to allow adequate coagulation of  
22 the latex. Then we proceeded to the dissection of the region.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 In three animals, angiograms were performed in the Imaging Service of  
2 the Hospital of the Veterinary Faculty of Montevideo (Uruguay). For them,  
3 contrast liquid (Iohexol, Omnipaque®) injected in common carotid arteries was  
4 used, using the same procedure as for latex.

5 In one of the animals (horned adult male), computed axial tomography  
6 was performed, using the same contrast fluid. This was done in the tomograph of  
7 the Hospital de Clínicas of Montevideo (Uruguay).

8 The terms used for the description are from the Nomina Anatomica  
9 Veterinaria (2017).

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

## 1 Results

2 The divisions of the common carotid arteries and the vertebral arteries  
3 irrigated the head and cranial parts of the neck (Fig. 1). Both common carotid  
4 arteries were originated from the bicarotid trunk (Fig. 2). In their route through the  
5 neck, they gave numerous muscular branches, to the ventral muscles of the  
6 region (Fig. 2). Upon reaching the level of the thyroid gland each common carotid  
7 artery gave a caudal and a cranial thyroid arteries (Figs. 3,4). The caudal thyroid  
8 artery was a thin branch that was directed to the thyroid gland (Fig. 4). The cranial  
9 thyroid artery gave the caudal laryngeal branch, which was introduced between  
10 the cricoid and thyroid cartilages of the larynx. The cranial laryngeal artery came  
11 from the terminal part of the common carotid artery and was directed to the cranial  
12 part of the larynx (Fig. 4).

13 At the level of the atlantoaxial joint, the common carotid artery, after  
14 emitting a small common trunk that gave the internal carotid and occipital arteries,  
15 continued as an external carotid artery (Fig. 5). The internal carotid artery was  
16 very thin and represented a simple vestige. This artery crossed a small distance  
17 and ended before reaching the cranial cavity. The occipital artery was a small  
18 branch that irrigated the caudal part of the cranium wall and the adjacent part of  
19 the cervical region (Figs. 3, 5). It ended after anastomosing with the vertebral  
20 artery. In three specimens, the internal carotid and the occipital arteries originated  
21 separate, without a common trunk.

22 The external carotid artery emitted the lingual, facial, caudal auricular  
23 arteries and glandular and muscular branches (Fig. 5). The lingual and facial

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 arteries originated from a common trunk (linguofacial trunk) (Figs. 4, 5). The  
2 lingual artery was directed to the tongue, ending dividing in the deep artery of the  
3 tongue (the one that reached the apex) and the sublingual artery (Fig. 6). The  
4 facial artery passed under the angle of the mandible, surrounded the masseter  
5 muscle cranially and then went dorsally ending in the infraorbital region (Figs. 5,  
6 7). It gave branches to the muscles of the region in its course in the ventral part  
7 of the mandible and irrigated the upper and lower lips through the labial arteries  
8 (Figs. 5, 7). It also provided branches to the nose through the dorsal and lateral  
9 arteries of the nose (Fig. 7). Finally, it ended in the angular artery of the eye that  
10 directed caudally, surrounding the medial angle of the eye and giving branches  
11 to the upper eyelid (Figs. 5, 7).

12 Caudal of the angle of the mandible, the external carotid artery sent  
13 multiple branches to the parotid gland and the medial pterygoid and masseter  
14 muscles (Fig. 5). The caudal auricular artery was a branch originated from the  
15 external carotid artery, shortly before its termination (Figs. 3, 5). This artery went  
16 to the base of the external ear and gave several collaterals to irrigate it.

17 The external carotid artery ended up dividing into superficial temporal  
18 artery and maxillary artery. The superficial temporal artery was the thinner of the  
19 two branches and was directed dorsally between the temporomandibular joint  
20 and the external ear (Fig. 7). As main collaterals it had the arteries: transverse of  
21 the face and rostral auricular (Figs. 5, 7). The transverse artery of the face was  
22 directed rostrally in the dorsal part of the masseter muscle, and was  
23 underdeveloped. The rostral auricular artery gave the medial auricular branch.  
24 Finally, the superficial temporal artery ended at the level of the lateral angle of

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 the eye, giving three branches (two corneal arteries and the superior palpebral  
2 artery). The corneal arteries surrounded the base of the antlers cranial and  
3 caudally (Fig. 7).

4 The maxillary artery was a strong vessel that irrigated the mandibular  
5 region, the masseteric region, the base of the cranium, the eye, the meninges  
6 and part of the brain (Fig. 8). Its main branches were the arteries: inferior alveolar,  
7 external ophthalmic, buccal, malar and branches for the rostral epidural rete  
8 mirabile (which passed through the oval and round foramina, in some specimens  
9 there were two branches, in others three) (Figs. 1, 8).

10 The inferior alveolar artery was the first branch of the maxillary artery  
11 and was directed ventrally to reach the mandibular foramen (Fig. 1). It went  
12 through the mandibular canal with the homonymous vein and nerve, until arriving  
13 at the mental foramen. In this canal it gave multiple dental branches. Beyond this  
14 was continued by the mental artery that was distributed to the chin and lower lip.

15 The external ophthalmic artery originated from the maxillary artery,  
16 perforated the periorbital and was located laterally to the ocular muscles. It  
17 described a curve that was occupied by an ophthalmic rete mirabile (Fig. 9). The  
18 external ophthalmic artery irrigated the ocular muscles, the lacrimal gland and the  
19 frontal region through the supraorbital artery. Upon reaching the inner wall of the  
20 orbit it penetrates the cranium through the ethmoid foramen and gave the external  
21 ethmoidal artery.

22 The buccal artery was directed rostroventrally and gave branches to  
23 irrigate the muscles of the region, the salivary glands and the mucosa of the area.

1 The malar artery was the most rostral of the collaterals of the maxillary artery, it  
2 was directed rostradorsally to become superficial and to give the artery of the  
3 third eyelid.

4 The terminal branches of the maxillary artery were the arteries:  
5 infraorbital and descending palatal. The infraorbital artery crossed the  
6 homonymous channel irrigating the upper teeth, most of the maxilla and the  
7 infraorbital region (Figs. 3, 8). This artery ended rostral to the infraorbital foramen  
8 giving nameless branches to the nose and upper lip. The descending palatine  
9 artery was a short trunk that gave rise to sphenopalatine, minor palatine and  
10 greater palatine arteries (Fig. 8). The sphenopalatine artery gave branches to the  
11 nasal cavity (Fig. 8). The minor palatine artery irrigated the soft palate. The  
12 greater palatine artery gave branches to the hard palate.

13 Branches of the maxillary artery, vestiges of the internal carotid and  
14 branches of the vertebral artery gave brain irrigation (Figs. 10, 11). The branches  
15 of the maxillary artery irrigated the vestige of the internal carotid artery. The  
16 rostral cerebral artery, branch of the internal carotid artery, formed the arterial  
17 circle of the brain (Fig. 11). Rostral to the optic chiasm both arteries were  
18 anastomosing. Another important branch of the internal carotid artery was the  
19 middle cerebral artery (Figs. 11, 12). This artery sent branches to the lateral face  
20 of the brain. Only the rostral epidural rete mirabile was well developed (Fig. 10).  
21 The continuation towards caudal of the internal carotid artery was the caudal  
22 communicating artery, which was attached to the basilar artery (Fig. 11). The  
23 basilar artery came from the union of both vertebral arteries, was an odd artery

- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - 6
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15
  - 16
  - 17
  - 18
  - 19
  - 20
  - 21
  - 22
  - 23
  - 24
  - 25
  - 26
  - 27
  - 28
  - 29
  - 30
  - 31
  - 32
  - 33
  - 34
  - 35
  - 36
  - 37
  - 38
  - 39
  - 40
  - 41
  - 42
  - 43
  - 44
  - 45
  - 46
  - 47
  - 48
  - 49
  - 50
  - 51
  - 52
  - 53
  - 54
  - 55
  - 56
  - 57
  - 58
  - 59
  - 60
  - 61
  - 62
  - 63
  - 64
  - 65
- 1 that ran on the ventral side of the pons. The basilar artery gave branches to the
- 2 medulla oblongata and the cerebellum (Fig. 11).

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

## 1 Discussion

2 According to our knowledge, this is the first anatomical description of the  
3 arterial distribution to the head and neck in the pampas deer. Continuing with the  
4 vascular studies carried out in this species (Pérez and Erdogan 2014, Erdogan  
5 and Pérez 2014, Pérez et al. 2016, Vazquez et al. 2018), we decided to make a  
6 description of the arterial irrigation of these regions.

7  
8 The use of the three techniques applied in this study allowed a better  
9 recognition of the arteries studied. The application of contrast fluid allowed to  
10 clearly visualize the arterial distribution in imaging techniques. The simple  
11 dissection with injection of colored latex in the structures to be identified, allows  
12 the best location and the study of the relation of the arteries with the organs of  
13 the region.

14  
15 In domestic mammals the divisions of the common carotid arteries, to  
16 which branches of the vertebral arteries are attached, in a variable manner  
17 (Barone 2011) irrigate the head and cranial parts of the neck. The common  
18 carotid arteries take origin from the bicarotid trunk, a branch of the aortic arch.  
19 The vertebral arteries are branches of the subclavian arteries, which take origin  
20 in the aortic arch or in the brachiocephalic trunk.

21  
22 The common carotid artery was a well developed vessel in the pampas  
23 deer and was located dorsolaterally to the trachea, as was observed in domestic  
24 mammals (Barone 2011, König and Liebich 2007, Nickel et al. 1981, Zdun et al.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 2014) and the buffalo (Dhablania et al. 1986). This artery has been used to extract  
2 arterial blood, to use invasive methods for the study of blood pressure (Salles et  
3 al. 2009) and to perform repeated injections (Suttie et al. 1986) in cervids. Due to  
4 the well developed in the pampas deer the common carotid artery could be use  
5 too.

6 The pattern of arterial distribution of the aortic arch in the pampas deer  
7 was similar to that of domestic animals. The pampas deer had a bicarotid trunk  
8 (Pérez and Erdôgan, 2014) as domestic ruminants and horses (Barone 2011).  
9 Other cervids like brown brocket deer, axis and water deer, does not have  
10 bicarotid trunk (Ahn et al. 2008, Pérez and Erdôgan 2013). As described by these  
11 authors, the costocervical trunk in the pampas deer gave three arteries before  
12 continuing as vertebral artery to irrigate muscles of the region, part of the spinal  
13 cord and part of the encephalon.

14 The internal carotid artery atrophies after birth in the domestic ruminants  
15 (Baldwin and Bell 1968, Barone 2011, Skoczylas et al/ 2016), cats (Simoens  
16 1987), fallow deer (Burdnicki 2011), roe deer (Jablonski, 2005) and the giraffe  
17 (Frackowiak 2008). In the mouse deer the internal carotid artery remains  
18 complete in the adult, according to Fukuta et al. (2007). In the pampas deer the  
19 internal carotid artery was not complete. More studies are necessary to know if it  
20 atrophies after birth.

21 In the studied animals we observed the presence of the linguofacial  
22 trunk, from which a complete facial artery was detached. The linguofacial trunk is  
23 absent in caprines, giraffe and reindeer (Frackowiak 2006). The facial artery is  
24 absent in sheep, goats and antelopes (Zdun et al. 2014) but present in horses

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 (Kowalczyk and Frąckowiak 2017) and cattle (Barone 2011). Due to its  
2 development and location, the facial artery of the pampas deer is easily palpable  
3 to be able to take the pulse. As in the other species in which the facial artery is  
4 well developed, the transverse artery of the face had a short course over the  
5 masseter muscle in the pampas deer.

6 The external ear had a complex and extensive vascular network in the  
7 pampas deer, as well as in the bovine. This suggests that it may be a suitable  
8 place for drug administration, without compromising the great vessels (Franco da  
9 Silva et al. 2017). Although other studies are needed to corroborate this  
10 hypothesis.

11 The main source of irrigation for the eye and orbit in the pampas deer  
12 came from the external ophthalmic artery. This fact is shared with that observed  
13 for sheep, cattle (Steven 1984) and camel (Badawi et al 1977). This artery form  
14 an ophthalmic rete mirabile as in domestic ruminants (Steven 1984, Barone  
15 2011).

16 Branches of the sphenopalatine artery irrigate the nasal mucosa and the  
17 paranasal sinuses, the anterior portion of the palate was supplied by the greater  
18 palatine artery in the pronghorn, deer and elk (Carlton 1977). In pampas deer the  
19 sphenopalatine artery went to the nasal cavity and the greater palatine irrigated  
20 the hard palate.

21 The antlers in the pampas deer, as well as in the red deer, were irrigated  
22 by the superficial temporal artery, which gave off branches that did not  
23 anastomose, but surrounded the pedicle (Adams 1979). There are small blood

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 vessels penetrating through the antlers bone, but the main blood supply to the  
2 antler is through blood vessels found in the velvet (Rayner and Ewen 1981). We  
3 did not have animals with velvet on the antlers for our study.

4         The main source of irrigation to the brain of the pampas deer came from  
5 the remaining intracranial portion of the internal carotid artery, which joined the  
6 branches of the maxillary artery and the basilar artery. In cattle and goat the  
7 maxillary artery send branches to the intracranial portion of the internal carotid  
8 artery (Blázquez Layunta and Martín Roldán 1982, Skoczylas et al 2016). This  
9 same pattern was observed in the fallow deer (Brudnicki 2011). In the giraffe the  
10 distribution was the same but the basilar artery had a minor importance  
11 (Frackowiak and Jakubowski 2008). The middle cerebral artery in the pampas  
12 deer was the main branch of the internal carotid artery, the same as described  
13 for the Cervidae family (Kieltyka-Kurc et al. 2015) and for cattle (Skoczylas et al.  
14 2016).

15         The pattern of arterial distribution of the head and neck of the pampas  
16 deer was similar to that described for other cervids and bovine. It is important  
17 the fact that it had differences with the ovine. According to our knowledge there  
18 is no other cervid with presence of bicarotid trunk. With regard to domestic  
19 animals, the fact of not having a fully developed internal carotid artery and the  
20 marked presence of a linguofacial trunk makes it resemble the distribution  
21 described in bovines. This work supports the conclusion made by Kieltyka-Kurc  
22 et al. (2015), which states that the pattern of arterial distribution at the base of the  
23 brain is universal in the species of the cervid family.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1

2

3 **Conflict of interest**

4 We have no conflict of interest to declare.

5

6

7 **Acknowledgements**

8 We thank to Dr. Rodolfo Ungerfeld and to Intendencia Departamental  
9 de Maldonado (IDM) for the facilities to develop research with the animals of the  
10 ECFA.

11

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 **References**

2 Ahn D, Kim H, Tae H, Kang H, Kim N, Park S, Kim I (2008) Branching pattern  
3 of aortic arch in the Korean water deer. *J Vet Med Sci* 70: 1051-1055  
4  
5 Adams JL (1979) Innervation and blood supply of the antler pedicle of the Red  
6 deer. *New Zealand Vet Journ* 27: 200-201  
7  
8 Badawi H, El-Shaieb M, Kenawy A (1977) The arteria maxillaris of the Camel  
9 (*Camelus dromedarius*). *Zbl Vet Med C Anat Histol Embryol* 6: 21-28.  
10  
11 Baldwin B.A and Bell F.R. 1968. The anatomy of the cerebral circulation of  
12 the sheep and ox. The dynamic distribution of the blood supplied by the  
13 carotid and vertebral arteries to cranial regions. *J Anat Lond* 97: 203-215  
14  
15 Barone R (2011) Anatomie comparée des mammifères domestiques : Tome  
16 5, angiologie. Ed Vigot. France.  
17  
18 Blánquez Layunta M, Martín Roldán R (1982) Aportaciones al conocimiento  
19 anatómico de la irrigación encefálica de la cabra. *Zbl Vet Med C Anat Histol*  
20 *Embryol* 11: 242-249.  
21  
22 Brudnicki W (2011) Morphometric analysis of the brain base arteries in fallow  
23 deer (*Dama dama*). *Veterinari Med* 56: 462-468.  
24  
25 Bugge J (1985) Systematic Value of the Carotid Arterial Pattern in Rodents.  
26 In: Lockett W.P., Hartenberger JL. (eds) *Evolutionary Relationships among*  
27 *Rodents*. NATO Advanced Science Institutes (ASI) Series (Series A: Life  
28 Sciences), vol 92. Springer, Boston, MA

- 1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 1 Carlton C, McKean T (1977) The carotid and orbital retia of the pronghorn, deer and elk. *The Anat Record* 189: 91-107
- 2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 2 Dhablania DC, Tyagi RPS, Khatra GS (1986) Angiographic study of common carotid artery in buffalo calves (*Bubalus bubalis*). *Buffalo Bulletin* 5: 39-43
- 3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 5 Erdoğan S, Pérez W (2014) Arterial vascularization and morphological characteristics of adrenal glands in the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anat Histol Embryol* 43: 369-374
- 6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 8 Franco da Silva LA, Ferreira D, Cristina N, Roquete J, Elias R, Andrade L, Lucas S, Qualhato G (2017) Auricular pavilion arteriography in cattle. *Ciências Agrárias* 38: 3039-3048
- 11 **Frąckowiak H (2006) The artery of the head in some mammalian orders. *Animals, zoos and conservation* 11: 171-180.**
- 12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 13 Frąckowiak H, Jakubowski H (2008) Arterial vascularization in the giraffe brain. *Annales Zoologici Fennici* 45: 353-359
- 14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 15 Fukuta K, Kudo H, Sasaki M, Kimura J, bin Ismail D, Endo H (2007) Absence of carotid rete mirabile in small tropical ruminants: implications for the evolution of the arterial system in artiodactyls. *J Anat* 210: 112-116
- 16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 18 Godynicki S, Wiland C (1970) Basilar arteries in red deer. *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* 49: 45-52
- 19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65
- 20 Godynicki S, Wiland C (1971) Basilar arteries in roe deer (in Polish). *Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu* LIV 47-54

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 Godynicki S (1972) Arteries in the head of fallow deer (*Dama dama*). *Polskie archiwum weterynaryjne* 15: 855

2

3 González S, Álvarez-Valín F, Maldonado JE (2002) Morphometric differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new subspecies from Uruguay. *J of mammal* 83: 1127-1140

4

5

6 IUCN Red List: <http://www.iucnredlist.org/details/15803/0>

7

8 Jablonski R (2005) Variation in the pattern of arteries of the encephalon base in roe deer. *Folia Biol* 53: 31-34

9

10 Jackson J, Giullieti J (1988) The food of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* oeler in relation to its conservation in relict natural grassland in Argentina. *Biol Conserv* 45: 1-10

11

12 Jackson J, Langguth A (1987) Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinian pampas and Uruguay. *Biology and management of the cervidae*. C. Wemmer ed. Washington D.C. Smithsonian Institution Press. Pp 402-409

13

14

15

16 Johnsen HK, Blix AS, Mercer JB, Bolz KD (1987) Selective cooling of the brain in reindeer. *Amer J of Physiol* 253: 848-853

17

18

19 Johnson HK, Folkow LP (1988) Vascular control of brain cooling in reindeer. *Amer J of Physiol* 254: 730-739

20

21

22 Kiełtyka-Kurc A, Frąckowiak H, Brudnicki W (2015) The arteries of brain base in species of the cervid family. *The Anat Rec* 298: 735-740

1 1 Kielan- Jaworowska Z (1986) Brain evolution in Mesozoic mammals. Rocky  
2  
3 Mount Geol 24: 21-34  
4 2  
5  
6 3 König H, Liebich H (2007) *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals:*  
7  
8  
9 4 *Textbook and Colour Atlas.* Schattauer Verlag, sixth edition. Germany  
10  
11 5  
12 Kowalczyk K, Frackowiak H (2017) *Arterial Patterns of the Face in*  
13  
14 6  
15 *Perissodactyla.* The Anat Rec 300: 1529-1534  
16  
17 7  
18 Nickel R, Schummer A, Seiferle E (1981) *The Anatomy of the Domestic*  
19  
20 8  
21 *Animals. The circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the*  
22  
23 9  
24 *domestic mammals.* Ed. Verlag Paul Parey. Vol. 3. Germany  
25  
26 10  
27 Nomina Anatomica Veterinaria (2017) International Committee on Veterinary  
28  
29 11  
30 *Gross Anatomical Nomenclature.* Downloaded on 28 December 2017  
31  
32 12  
33 Pérez W, Erdoğan S (2014) Arterial thoracic vascularization in some deer  
34  
35 13  
36 *species: Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), Brown brocket deer*  
37  
38 14  
39 *(*Mazama gouazoubira*) and Axis deer (*Axis axis*).* Anat Histol Embryol 43:  
40  
41 15  
42 400-404  
43  
44 16  
45 Pérez W, Vazquez N, Ungerfeld R (2016) Arterial vascularization of the  
46  
47 17  
48 *gastrointestinal tract of the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus,*  
49  
50 18  
51 *1758)* Anat Histol Embryol 45: 240-245  
52  
53 19  
54 Rayner V, Ewen SWB (1981) Do the blood vessels of the antler velvet of the  
55  
56 20  
57 *red deer have an adrenergic innervation?.* Quarterly J of Exper Physiol 66:  
58  
59 21  
60 81-96  
61  
62  
63  
64  
65

1 1 Salles M, Barbanti JM, Marques JA (2009) Carotid artery exteriorization in  
2 2 brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) for an experimental study of  
3 3 anesthesia. *J of Zoo and Wildlife Medi* 40: 474-477  
4 4  
5 5 Shoshani J, McKenna MC (1998) Higher taxonomic relationships among  
6 6 extant mammals based on morphology, with selected comparisons of results  
7 7 from molecular data. *Mol Phylogenet Evol* 9:572-584  
8 8  
9 9 Simoens P, Lauwers H, Geest J.P (1987) Functional morphology of the cranial  
10 10 Retia mirabilia in the domestic mammals. *Schweiz Arch Tierheilk* 729: 295-  
11 11 307.  
12 12  
13 13 Skoczylas B, Brudnicki W, Kirkiłło-Staciewicz K, Nowicki W, Wach J (2016)  
14 14 Arterial supply of the cerebral cortex in cattle (*Bos primigenius f. dom.*).  
15 15 *Slovenian Vet Res* 53: 13-18  
16 16  
17 17 Steven DH (1984) The distribution of external and internal ophtalmic arteries  
18 18 in the ox. *J Anat Lond* 98: 429-435  
19 19  
20 20 Suttie JM, Mackintosh CG, Corson ID, Fennessy PF, Christie R (1988) Carotid  
21 21 artery exteriorisation in the red deer. *New Zealand Vet J* 34: 214-216  
22 22  
23 23 Ungerfeld R, González UT (2008) Reproduction in a semi-captive herd of  
24 24 Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Wildlife Biology* 14:350-357  
25 25  
26 26 Vazquez N, Ríos C, Sorriba V, Pérez W (2018) Arterial distribution to the  
27 27 pelvic cavity and pelvic limb in the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*,  
28 28 Linnaeus 1758). *Anat Histol Embryol Early view*  
29 29  
30 30  
31 31  
32 32  
33 33  
34 34  
35 35  
36 36  
37 37  
38 38  
39 39  
40 40  
41 41  
42 42  
43 43  
44 44  
45 45  
46 46  
47 47  
48 48  
49 49  
50 50  
51 51  
52 52  
53 53  
54 54  
55 55  
56 56  
57 57  
58 58  
59 59  
60 60  
61 61  
62 62  
63 63  
64 64  
65 65

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1 Zdun M, Frackowiak H, Kowalczyk K, Maryniak H, Kieltyka-Kurc A (2014)  
2 Comparative analysis of the course of the facial and transverse facial arteries  
3 in selected ruminant species. *Annals of Anat* 196: 129-134

4  
5 **Legends of figures**

6 **Fig. 1:** Latero-lateral contrast radiography of an adult female. 1: heart;  
7 2: brachiocephalic trunk; 3: bicarotid trunk; 4: subclavian artery; 5: common  
8 carotid artery; 6: vertebral artery; 7: inferior alveolar artery.

9 **Fig. 2:** 3 D reconstruction. Computed tomography of an adult male. 1:  
10 brachiocephalic trunk; 2: right subclavian artery; 3: left subclavian artery; 4:  
11 bicarotid trunk; 5: costocervical trunk ; 6: right common carotid artery; 7: left  
12 common carotid artery.

13 **Fig. 3:** 3 D reconstruction. Computed tomography of an adult male. 1:  
14 right common carotid artery; 2: cranial thyroid artery; 3: occipital artery; 4:  
15 auricular artery; 5: infraorbital artery; 6: superficial temporal artery; 7: angular  
16 artery of the eye.

17 **Fig. 4:** Left lateral view of the larynx. 1: common carotid artery; 2:  
18 sternohyoid muscle; 3: thyrohyoid muscle; 4: cricothyroid muscle; 5: thyroid  
19 cartilage; 6: cricoid cartilage; 7: trachea; 8: caudal laryngeal artery; 9: caudal  
20 thyroid artery; →: cranial thyroid artery; →→: cranial laryngeal artery.

21  
22 **Fig. 5:** Left lateral view of the head and neck of an adult female. 1:  
23 nasal artery; 2: angular artery of the eye; 3: facial artery; 4: labial artery; 5:

1 transverse facial artery; 6: superficial temporal artery; 7: rostral auricular artery;  
2  
3 8: caudal auricular artery; 9: parotid branches; 10: maxillary artery; 11: occipital  
4  
5  
6 3 artery; 12: ascending palatine artery; 13: linguofacial trunk; 14: perihyoidei  
7  
8 4 branches; 15: muscular branches; 16: common carotid artery.

9  
10  
11 Fig. 6: Ventrocranial view of the head of an adult female. 1: right  
12  
13  
14 5 common carotid artery; 2: external jugular vein; 3: maxillary vein; 4: linguofacial  
15  
16 6 trunk; 5: facial vein; 6: muscular branches; 7: maxillary artery; 8: linguofacial  
17  
18 7 trunk; 9: lingual vein; 10: masseteric branches; 11: lingual artery; 12: sublingual  
19  
20 8 artery; 13: deep artery of the tongue.

21  
22  
23  
24 Fig. 7: Lateral view of the head of an adult male. 1: dorsal nasal artery;  
25  
26 10  
27 11 2: lateral nasal artery; 3: distal part of the facial artery; 4: angular artery of the  
28  
29 12 eye; 5: facial artery; 6: ventral labial artery; 7: transverse facial artery; 8:  
30  
31 13 superficial temporal artery; 9: caudal cornual artery; 10: rostral cornual artery; 11:  
32  
33 14 superior palpebral artery.

34  
35  
36  
37  
38  
39 Fig. 8: Deep view of the head of an adult male. 1: sphenopalatine artery;  
40  
41 16  
42 17 2: infraorbital artery; 3: descendent palatine artery; 4: maxillary artery; 5 and 6:  
43  
44 18 superficial temporal artery.

45  
46  
47  
48 Fig. 9: Left eyeball without the lateral bones. 1: eyeball; 2: ophthalmic  
49  
50 20  
51 21 rete mirabile; 3: external ophthalmic artery.

52  
53  
54  
55  
56 Fig. 10: Longitudinal section of a head. 1: maxillary artery; 2 and 3:  
57  
58 23  
59 24 branches for the epidural rete mirabile; 4: rostral epidural rete mirabile.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65

1            Fig. 11: Ventral view of an encephalon. 1: basilar artery; 2: caudal  
2  
3  
4            communicating artery; 3: internal carotid artery; 4: middle cerebral artery; 5:  
5  
6            arterial circle of the brain.

7  
8  
9            Fig. 12: Lateral view of an encephalon. 1: middle cerebral artery; \*:  
10  
11            cortical branches.

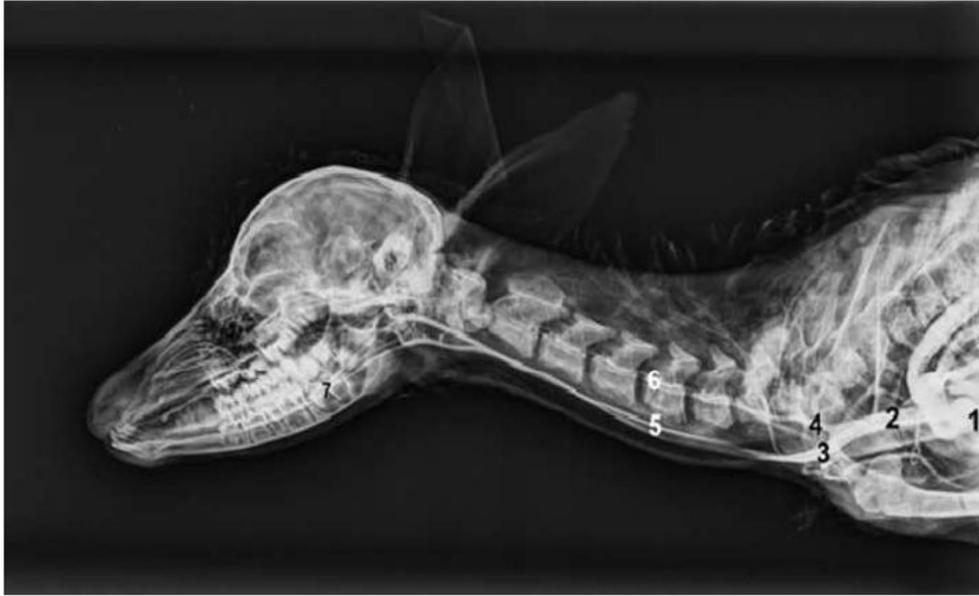
**Arterial irrigation of the head and neck of the pampas deer  
(*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758)**

**Mini-Abstract**

Pattern of arterial distribution of head and neck of pampas deer was similar to that described for other cervids. It did not have a fully developed internal carotid artery but had linguofacial trunk like bovines.

Figure

[Click here to download Figure fig 1.tif](#)



Figure

[Click here to download Figure Fig. 2.tif](#)

