

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE ANATOMÍA VETERINARIA

DISTRIBUCION DE LAS ARTERIAS CORONARIAS EN EL CORAZON DE LA
LLAMA (*LAMA GLAMA*, LINNEAUS 1758)

Memoria de Título presentada como parte de
los requisitos para optar al **TITULO DE
MEDICO VETERINARIO.**

VANIA THIERS JUNGE

VALDIVIA – CHILE

2002

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Edmundo Butendieck B.

PROFESOR COPATROCINANTE

Dr. Leonardo Vargas P.

PROFESOR COLABORADOR

Dr. Claudio Gutiérrez T.

PROFESORES CALIFICADORES:

Dr. Ricardo Castillo D.

Dr. Hugo Hernández P.

FECHA DE APROBACION:

ÍNDICE

	PÁGINA
1.- RESUMEN	1
2.- SUMMARY	2
3.- INTRODUCCIÓN	3
4.- MATERIAL Y MÉTODOS	14
5.- RESULTADOS	16
6.- DISCUSIÓN	25
7.- CONCLUSIONES	29
8.- BIBLIOGRAFÍA	30

1.- RESUMEN

DISTRIBUCION DE LAS ARTERIAS CORONARIAS EN EL CORAZON DE LA LLAMA (*LAMA GLAMA*, LINNEAUS 1758)

Se realizó un estudio de la distribución de las arterias coronarias de la llama (*Lama glama*) en 10 corazones de animales adultos, adquiridos en el matadero de Arica, sin distinción de edad ni de sexo. Se procedió a inyectar con látex las arterias coronarias para visualizar su distribución.

La circulación coronaria de la llama corresponde al tipo de circulación derecha, dado que la rama interventricular subsenosa es continuación de la arteria coronaria derecha.

Los resultados obtenidos fueron comparados bibliográficamente con lo descrito para el dromedario y otras especies domésticas, encontrándose similitudes con el dromedario, equino y cerdo, perteneciendo todos ellos a la variante derecha.

Palabras claves: llama, anatomía, arterias coronarias.

2.- SUMMARY

DISTRIBUTION OF CORONARY ARTERIES IN THE LLAMA (*LAMA GLAMA*, LINNEUS 1758) HEART.

A study of the distribution of the coronary arteries of the llama (*Lama glama*) in 10 hearts collected from the slaughterhouse of Arica, with neither age distinction nor sex was carried out. The coronary arteries were injected with latex in order to visualize their distribution.

The coronary circulation of the llama corresponds to the type of right circulation where the interventricular subsenosa branch is the continuation of the right coronary artery.

The obtained results were bibliographically compared with those described for dromedary and other domestic species, finding similarities with the dromedary, equine and pig, all them belonging to the right variant circulation type.

Key words: llama, anatomy, coronary arteries.

3.- INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos, (C.S.A.), llama (*lama glama*), alpaca (*lama pacos*), vicuña (*vicugna vicugna*) y guanaco (*lama guanicoide*) junto con los cultivos andinos, constituyen una prueba viviente del notable desarrollo agropecuario alcanzado en la región andina por las civilizaciones que nos antecedieron. La llama y alpaca fueron domesticadas hace unos 6 mil años, mientras que el guanaco y la vicuña se consideran como los antecesores silvestres de las dos especies anteriores (Moreno, 1991).

Hoy en día, la explotación de alpacas y llamas es una actividad de gran importancia social y económica. Un vasto sector de la población alto andina, que posee más del 90 por ciento de estas especies, depende en gran medida de la explotación de los camélidos para satisfacer sus más elementales necesidades. La crianza de alpacas y llamas constituye una actividad económica de gran importancia para un amplio sector de la población altoandina de Bolivia y Perú, principalmente y, en menor grado, de Argentina, Chile y Ecuador. Se estima que alrededor de 500 mil familias campesinas de la región andina dependen directamente de esta actividad, además de otras numerosas que se benefician indirectamente de ella (Moreno, 1991).

Los principales productos que se derivan de las especies domésticas son: la fibra, cuyas características singulares, principalmente en el caso de la alpaca, hacen que tenga una cotización alta en el mercado internacional; la carne, cuyo valor nutritivo es similar al de otras carnes; las pieles y cueros, con múltiples usos industriales y artesanales; y el estiércol, que se usa como fertilizante o como combustible. Además, la llama, por su mayor tamaño y fortaleza, se utiliza también como animal de carga y cumple un papel importante en el transporte en las áreas rurales carentes de vías de comunicación (Fernández-Baca, 1991).

La gran capacidad de adaptación de estas especies hace posible el aprovechamiento de extensas zonas del área andina que, por las limitaciones impuestas por la altitud, sobre 3.500 metros, no son aptas para actividades agrícolas ni para la explotación económica de otras especies animales. Hay evidencias históricas que antes de la conquista española su distribución era más amplia y abarcaba tanto la sierra como la costa. Una prueba de esta adaptación es el reciente incremento de su crianza en otros países tales como Australia, Estados Unidos y Nueva Zelanda. A esto se suman otras ventajas comparativas, tales como la calidad de su fibra y su mayor capacidad de utilización de alimentos de alto contenido de celulosa (Fernández-Baca, 1991).

Se estima que actualmente existen alrededor de 3,7 millones de llamas y 2,8 millones de alpacas distribuidas en 5 países de América Latina. Bolivia y Perú poseen alrededor del 97 por ciento de las llamas y 99 por ciento de las alpacas; el resto se distribuye entre Argentina, Chile y

Ecuador. La totalidad de las llamas y no menos del 90 por ciento de las alpacas pertenecen a pequeños productores, generalmente pobres y carentes de recursos. En las zonas altas, donde los cultivos no son viables, la crianza de estos animales constituye el único medio de subsistencia de las familias campesinas (Moreno, 1991). Es bueno recordar que durante el máximo esplendor incaico más de treinta millones de lámidos eran mantenidos entre sus dominios. Algunos factores importantes para su decaimiento fueron: aislamientos a ecosistemas inaptos, sustitución por ovinos y caprinos en la producción de carne, fibra y pieles, reemplazo por asnales y mulares en el transporte de carga, descuido de enfermedades y manejos inapropiados (Fernández-Baca, 1991).

3.1.- LA LLAMA

La llama es el más grande de los camélidos domésticos y se asemeja a su progenitor, el guanaco, en casi todos los aspectos morfológicos y comportamiento social.

3.1.1.- Distribución y ecología

La actual distribución de la llama es un producto de la historia. Con la llegada del dominio español y la introducción de ganado foráneo en 1532, los rebaños nativos fueron rápidamente diezmados y desplazados de la costa y valles interandinos a las punas de gran altura, donde los animales europeos no prosperaban (Flores Ochoa, 1982). Actualmente, en el extremo norte de su distribución se encuentran poblaciones relictas en la zona de Pasto, Colombia (1° latitud norte) y Riobamba, Ecuador (2° latitud sur). Al sur, se extienden hasta aproximadamente 27° en el centro de Chile, pero la zona de mayor productividad está ubicada entre 11° y 21° latitud sur entre elevaciones de 3.800 a 5.000 metros sobre el nivel del mar (Wheeler, 1988).

3.1.2.- Fenotipos

En general se puede reconocer la existencia de dos variedades fenotípicas de llamas, aunque es muy probable que existan otras aún desconocidas. La mayoría de las llamas son del tipo Q'ara o pelada, caracterizada por poco desarrollo de fibra en el cuerpo, además de ausencia de fibra en la cara y piernas. El Ch'aku o lanuda es la menos común y tiene mayor cantidad de fibra en el cuerpo, la cual se extiende a la frente y sale de las orejas, pero nunca a las piernas. Los pastores indígenas, propietarios de la mayoría de las llamas de los Andes, dividen a sus animales entre "allin millmayuq" o productor de fibra de buena calidad, y "mana allin millmayuq" o productor de fibra de inferior calidad, pero no está claro si existe selección sistemática para una u otra de estas características. Tampoco se conoce si cualquiera de los tipos descritos arriba reproducen fielmente sus características de una generación a otra. En consecuencia, no se puede hablar de la existencia de razas andinas de llamas. La mayoría de las llamas andinas son de apariencia pelada o Q'ara, reflejando su tradicional importancia económica como animal de carga y no como productor de fibra (Flores Ochoa, 1988).

La coloración del pelaje de la llama varía de blanco a negro y marrón, pasando por toda la gama de colores intermedios, con tendencia a manchas de varios colores en un mismo animal. No

hay uniformidad de fenotipo, y a veces aparecen llamas puras con coloración del pelaje idéntico al guanaco. La llama andina nunca ha sido seleccionada para producción de fibra. Como resultado, al igual que el guanaco, su vellón contiene hasta 20 por ciento de pelos, (Caprio y Solari, 1982), y tiene un bajo valor comercial. El grosor de su fibra fina varía de 10 a 40 micras, con un promedio de 26 a 28 micras, y un crecimiento anual de 10 a 20 cm. de longitud (Gilmore, 1950).

A pesar de 6 mil años de domesticación, la llama se asemeja al guanaco en todos los aspectos de su morfología. La alzada a la cruz de la llama varía de 109 a 119 cm, comparada con 110 a 120 cm en el guanaco austral. En relación con el peso vivo, las llamas adultas van de 110 a 150 Kg., mientras el peso del guanaco ha sido registrado entre 120 a 130 Kg. No hay diferencia significativa en el tamaño de las dos especies, y la tendencia de la llama a un mayor peso y forma corporal más gruesa son subproductos normales de la domesticación de cualquier animal, además son entendibles cuando se considera que la llama ha sido seleccionada como animal de carga (Fernández-Baca, 1991).

3.1.3.- Características generales

La organización social de la llama se asemeja a la del guanaco en muchos aspectos. En aquellos rebaños compuestos de machos y hembras se establece una jerarquía social con un solo macho dominante, quien controla el acceso de otros machos a la reproducción, comida y agua. En este proceso de exclusión, el macho llama utiliza amenazas y ataques agresivos muy semejantes a los utilizados por el guanaco en defensa de su territorio. En un estudio reciente sobre la crianza de llamas en Alota, Bolivia, se ha descrito que los pastores tradicionales aprovechan la organización territorial y social de la llama para facilitar el manejo de estos animales. En este pueblo no se usan corrales, pues se practica una crianza extensiva basada en la predictibilidad del comportamiento de las llamas (Fernández-Baca, 1991).

La composición de los rebaños consiste en un macho reproductor dominante, con sus hembras y crías. Cada rebaño tiene un territorio permanente establecido por el macho, con dormideros ubicados en regiones más altas y zonas de alimentación a elevaciones más bajas. El macho reproductor expulsa a las crías machos antes de que cumplan un año de edad, pero retiene a las hembras dentro del rebaño. Este hábito de retención de las hembras presenta el único cambio en la organización social de las llamas en relación a los patrones del guanaco y permite el crecimiento de los rebaños. El sistema de manejo practicado en Alota requiere un mínimo de esfuerzo humano, y sugiere que los hábitos territoriales y sociales del guanaco facilitaron el manejo humano que culminó con la domesticación de la llama (Franklin, 1982).

Al igual que su progenitor, la llama es pastadora y ramoneadora, pudiendo adaptarse a una multitud de condiciones ecológicas. En la puna selecciona los pastos toscos amacollados, utilizando un nicho distinto de los demás camélidos. La llama está bien adaptada al medio ambiente seco de la puna y costa. Así se señala que en relación con otras especies del suborden Ruminantia, esta especie tiene una relación más estrecha entre el consumo de agua y el consumo de materia seca y menor pérdida

de agua vía heces, debido a menor excreción fecal y menor contenido porcentual de agua (Fernández-Baca, 1991).

El hombre, en su eterna búsqueda del conocimiento, se ha interesado en este animal por la capacidad que demuestra al vivir en zonas inhóspitas. Debido al creciente aumento poblacional, el ser humano puede verse forzado a vivir en lugares de condiciones adversas, por lo que es necesario que estudie y conozca a los animales que se desarrollan en forma óptima en estas zonas, como lo ha hecho Huenigen y col. (2001). Esta autora investigó la capilarización del miocardio de la llama y determinó diferencias entre este espécimen y otros animales que no viven en alturas.

El sistema circulatorio juega un papel preponderante en la adaptación de los camélidos a las alturas. El corazón es la bomba que dirige la irrigación sanguínea hacia todos los tejidos; dada su importancia, ha sido motivo de innumerables estudios en el humano y en especies domésticas, sin embargo, esto aún no ha ocurrido en los camélidos.

3.2.- ARTERIAS CORONARIAS

3.2.1.- Arterias coronarias del hombre

En el hombre se encuentran, a diferencia de muchas especies domésticas, diversos tipos de abastecimiento. Branchi (1904) fue el primero en describir que el corazón humano no es proporcionalmente irrigado por las dos arterias coronarias, sino que existen diferentes tipos de irrigación: tipo normal (hoy intermedio), tipo derecho y tipo izquierdo. Él describe que sólo una de las arterias llega a la punta del corazón y da en el surco interventricular posterior la rama interventricular posterior.

Schlesinger (1940) también se basó en la irrigación presentada en la punta del corazón y el surco interventricular posterior. Él se refería entonces a un tipo derecho cuando la arteria coronaria derecha sobrepasaba la punta del corazón y llegaba hacia la pared posterior; con ello irrigaba una parte del ventrículo izquierdo. Tipo izquierdo es aquel cuya rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda emite la rama interventricular posterior y es la única rama en el surco interventricular posterior y la cual es responsable del abastecimiento de todo el septo. El tipo intermedio lo describe cuando cada ventrículo es irrigado por la arteria coronaria correspondiente.

Hackensellner (1954) y Sewell (1966) se referían al tipo derecho o izquierdo dependiendo de quien originaba la rama interventricular posterior, de la arteria coronaria izquierda o derecha. En el tipo intermedio ambas arterias emiten una rama hacia el surco interventricular posterior.

Kubik (1969) define que, conforme a la proporción en que las dos arterias coronarias participan en la irrigación del miocardio, se distinguen 3 tipos. Si la rama interventricular posterior procede de la arteria coronaria derecha, los dos campos vasculares son casi iguales y se tiene el tipo compensado. El límite anterior de los campos se haya en este caso a la derecha del surco

interventricular correspondiente, y el posterior, a la izquierda del mismo. La arteria coronaria izquierda irriga la aurícula izquierda, la mayor parte del tabique auricular, el ventrículo izquierdo, con excepción de su cara inferior, una faja del ventrículo derecho contigua al surco interventricular anterior, los dos tercios anteriores del tabique ventricular, ambos músculos papilares del ventrículo izquierdo y el anterior del derecho. Pertenecen, entonces, al campo de irrigación de la arteria coronaria derecha la aurícula derecha, una pequeña parte del tabique auricular, el ventrículo derecho, salvo una estrecha faja anterior, la cara inferior del ventrículo izquierdo, el tercio posterior del tabique interventricular y los músculos papilares posterior y septal del ventrículo derecho.

Si la arteria posterior del ventrículo izquierdo sale de la arteria coronaria derecha, predomina esta última (tipo derecho), el límite posterior se desvía hacia la izquierda. Si predomina la arteria coronaria izquierda (tipo izquierdo), dicho límite se desvía hacia la derecha, y todo el tabique ventricular es irrigado por la arteria coronaria izquierda. Existe tipo derecho cuando la arteria posterior del ventrículo izquierdo procede de la arteria coronaria derecha y tipo izquierdo cuando la rama interventricular posterior sale de la arteria coronaria izquierda.

3.2.2.- Arterias coronarias del dromedario

Los estudios de Taha y Abel-Magied (1996) concluyeron que la arteria coronaria derecha da origen a la rama interventricular subsenosa, característica de patrones de irrigación derecha.

Arteria coronaria izquierda: emerge del seno caudal de la aorta. Corre lateral y caudalmente entre el tronco pulmonar y la aurícula izquierda. Luego de aproximadamente 3 cm se bifurca en dos ramas: una rama mayor (interventricular paraconal, la cual desciende por el surco interventricular paraconal) y una rama algo menor (circunfleja izquierda, la cual recorre caudalmente por el surco coronario).

La rama interventricular paraconal origina numerosas ramas hacia el miocardio de ambos ventrículos, la mayoría abastece el ventrículo izquierdo. Además, poco después de su origen, emite una rama que abastece el septo interventricular.

La rama circunfleja izquierda corre caudalmente en el surco coronario izquierdo. Esta arteria no alcanza el surco interventricular subsenoso, sino que se divide en varias ramas menores que abastecen la base del ventrículo izquierdo. Asimismo, en su origen, emite una rama que abastece al atrio izquierdo.

Arteria coronaria derecha: se origina del seno craneal de la aorta. Primero corre cranealmente entre el tronco pulmonar y la aurícula derecha. Luego se dirige ventral y caudalmente al surco coronario derecho, hasta alcanzar el surco interventricular subsenoso. Aquí se divide en dos ramas: una corre caudalmente hacia el borde caudal del corazón y emite varias ramas menores hacia la base del ventrículo izquierdo. También emite finas ramas hacia el atrio izquierdo y el septo interventricular. La otra rama corre ventralmente por el surco subsenoso como la rama

interventricular subsenosa. Esta, a su vez, a poca distancia, se divide en dos ramas. Una de estas ramas desciende por el surco interventricular subsenoso y es craneal a la otra. En el tercio distal del surco, esta arteria se divide en varias ramas menores, las que contribuyen al abastecimiento del ápex del corazón.

La división caudal de la arteria interventricular subsenosa corre ventral, caudal o paralelamente a la rama craneal. Finalmente, se divide en varias ramas que se introducen en el miocardio del ventrículo izquierdo. Otras ramas que emergen de la arteria coronaria derecha son: una rama relativamente larga cerca del origen que abastece la base del ventrículo derecho cercano al origen del tronco pulmonar; una rama que irriga el atrio derecho y numerosas ramas menores hacia la base del atrio y ventrículo derecho.

3.2.3.- Arterias coronarias del bovino

La circulación arterial del corazón bovino está dada por la arteria coronaria izquierda y la arteria coronaria derecha (Hegazi, 1958; Habermehl, 1966).

Arteria coronaria izquierda: nace del tronco de la arteria aorta sobre la válvula semilunar izquierda. Su tronco es corto y poderoso y recorre entre la aurícula izquierda y el tronco de la arteria pulmonar. Ella se divide después en dos ramas: la rama circunfleja izquierda y la rama interventricular paraconal (Nickel y col., 1982; Hegazi, 1958).

Rama circunfleja izquierda: esta rama presenta un mayor tamaño que la rama interventricular paraconal (Koch y Berg, 1993). Recorre el surco coronario izquierdo en forma sinuosa. En el margen obtuso, la arteria cruza el borde ventricular izquierdo del corazón para dirigirse hacia la cara atrial del corazón. Cuando llega al surco interventricular subsenoso dobla hacia la punta del corazón y continúa con el nombre de rama interventricular subsenosa (Hegazi, 1958). En esta especie, la rama circunfleja izquierda origina alrededor de diez ramas que irrigan la pared del ventrículo izquierdo, de las cuales varias se pierden rápidamente en la musculatura, excepto tres que son de mayor tamaño (Nickel y col., 1982). Estas últimas son la rama ventricular proximal izquierda, rama marginal obtusa y rama ventricular distal izquierda, las cuales irrigan la pared del ventrículo izquierdo. Otras tres ramas irrigan la pared de la aurícula izquierda: rama atrial proximal izquierda, rama atrial intermedia izquierda y rama atrial distal izquierda (Nickel y col., 1982).

Rama interventricular subsenosa: es, como ya se mencionó, la continuación de la rama circunfleja izquierda y recorre el surco interventricular subsenoso hasta la punta del corazón (Hegazi, 1958; Koch y Berg, 1993). De ella se originan numerosas ramas menores, de las cuales sólo algunas poseen nombre. Dos de estas son:

-rama ventricular derecha: esta rama abastece en su área la pared del surco coronario derecho y una parte de la pared del ventrículo derecho (Hegazi, 1958).

-rama septo ventricular: consta de alrededor de cinco a ocho ramas distribuidas por toda la rama descendente subsenosa. Estas se dirigen hacia la pared interventricular e irrigan las periferias del surco interventricular subsenoso (Hegazi, 1958).

Rama interventricular paraconal: esta rama es la directa continuación de la arteria coronaria izquierda, después del origen de la rama circunfleja izquierda. Se dirige por el surco interventricular paraconal y termina en la incisura apical (Nickel y col., 1982). Da ramas tanto para la pared del ventrículo izquierdo y derecho, como también al septo ventricular. Una de las ramas que se dirigen hacia la pared del ventrículo derecho es la arteria adiposa, que va en dirección craneal hacia el cono arterioso (Hegazi, 1958). Hacia la pared del ventrículo izquierdo se dirige la rama colateral proximal y la rama colateral distal. La rama proximal es poderosa y se dirige caudoventral al margen obtuso del corazón. La distal es de menor tamaño que la proximal, nace en la mitad del recorrido de su rama madre y también se dirige al margen obtuso, donde termina en la punta del corazón (Hegazi, 1958).

Arteria coronaria derecha: en el bovino es de menor tamaño que la arteria coronaria izquierda. No alcanza el surco coronario interventricular subsenoso, sino que abarca sólo el surco coronario derecho, originando la rama circunfleja derecha (Koch y Berg, 1993). Esta arteria nace a nivel del seno de la aorta dorsal a la válvula semilunar derecha y en su recorrido da distintas ramas (Nickel y col., 1982), de las cuales las que se dirigen a la pared del ventrículo derecho son:

-Arteria adiposa: es la primera rama que emerge de la arteria coronaria derecha; es más grande que la adiposa de la arteria coronaria izquierda, abasteciendo el cono arterioso (Hegazi, 1958).

-Rama proximal ventricular derecha: nace bajo la orejuela derecha, entre la arteria adiposa y la arteria marginal ventricular derecha (Nickel y col., 1982). Su recorrido lo efectúa por el medio de la cara craneal del corazón, en sentido distal y hacia la izquierda. Se divide en dos ramas, las que terminan cerca del surco interventricular paraconal (Hegazi, 1958).

-Rama marginal ventricular derecha: nace también bajo la orejuela de la aurícula derecha; cerca de la mitad del recorrido se dirige hacia el margen agudo del corazón, sin alcanzar su punta (Hegazi, 1958). Sus ramas abastecen el ventrículo derecho, en la zona del margen agudo (Nickel y col., 1982).

-Rama distal ventricular derecha: es más corta que las ramas nombradas anteriormente. Se encuentra aproximadamente en la mitad del ventrículo derecho, dirigiéndose hacia la punta del corazón (Hegazi, 1958). Abastece las partes de la pared del ventrículo derecho que no son alcanzadas por las otras ramas (Nickel y col., 1982).

Por otra parte, las ramas que van hacia la pared de la aurícula derecha son 3 pequeñas ramas que nacen de la arteria coronaria derecha de su rama circunfleja (Nickel y col., 1982):

-Rama proximal del atrio derecho: su origen es variable alrededor del comienzo de la arteria coronaria derecha y se dirige hacia la pared de la aurícula derecha, donde se divide en dos ramas: la más grande se dirige caudal entre la aurícula derecha y la raíz de la aorta, tapada por la orejuela derecha y la más pequeña recorre en dirección craneal el surco coronario derecho, irrigando sus inmediaciones (Hegazi, 1958).

-Rama intermedia del atrio derecho: su área de irrigación comprende la pared de la aurícula derecha y su orejuela alrededor del surco coronario derecho (Hegazi, 1958).

-Rama distal del atrio derecho: nace de la última punta de la rama circunfleja derecha. Es de pequeño tamaño y abastece también una parte de la pared de la aurícula derecha (Hegazi, 1958).

Lo descrito anteriormente concuerda, en líneas generales, con la investigación trazada dentro del Departamento de Anatomía y Embriología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, sobre el toro de lidia, raza autóctona española. Sin embargo, este presenta particularidades propias en cuanto a ramas, grosor de las mismas, distribución y colaterales (Roldán y Blanquez, 1982).

3.2.4.- Arterias coronarias del cerdo

El corazón del cerdo corresponde a la variante derecha (Koch y Berg, 1993).

La arteria coronaria izquierda nace del seno del bulbo de la aorta, a la altura de la válvula semilunar izquierda. Entre el tronco pulmonar y la orejuela de la aurícula izquierda alcanza el surco interventricular paraconal en el cual dirige una de sus ramas principales la rama interventricular paraconal hacia la punta del corazón. Su segunda rama tapada por la orejuela de la aurícula izquierda, es la rama circunfleja izquierda. Se dirige por el surco coronario hacia la cara subsenosa del corazón, donde se diluye en ramas menores (Nickel y col., 1982). Esta rama es de menor tamaño que la de los rumiantes, aquí la rama interventricular subsenosa es una rama de la coronaria derecha (Koch y Berg, 1993).

La rama interventricular paraconal da diversas ramas hacia la pared del ventrículo derecho y hacia su cono arterioso se dirige la arteria del cono arterioso.

La pared del ventrículo izquierdo es irrigada por dos ramas mayores las cuales son la rama colateral proximal y la rama colateral distal (Nickel y col., 1982).

La rama circunfleja da como primera rama, luego de su bifurcación hacia la pared del ventrículo izquierdo, la rama proximal del ventrículo izquierdo. Hacia el borde caudal del corazón se dirige la rama marginal del ventrículo izquierdo. La última rama es la rama distal ventricular izquierda, la cual irriga la pared del ventrículo izquierdo entre el surco interventricular subsenoso y el margen ventricular izquierdo (Nickel y col., 1982).

La rama circunfleja izquierda esta a su vez encargada de abastecer la pared de la aurícula izquierda, con sus ramas proximal, intermedia y distal del atrio izquierdo (Nickel y col., 1982).

La arteria coronaria derecha nace del seno del bulbo de la aorta, a la altura de la válvula semilunar derecha. Sus ramas son la rama circunfleja derecha la cual continua por el surco coronario, para luego seguir por el surco interventricular subsenoso como rama interventricular subsenosa hacia la punta del corazón. La primera rama de la rama circunfleja derecha, es la rama del cono arterioso que se dirige hacia la pared del ventrículo derecho. Las siguientes ramas son la rama proximal del ventrículo derecho, rama marginal del ventrículo derecho y rama distal del ventrículo derecho (Nickel y col., 1982).

Otras ramas menores abastecen la pared de la aurícula derecha, entre las cuales se pueden mencionar: rama proximal, intermedia y distal del atrio derecho. La rama interventricular subsenosa de la arteria coronaria derecha abastece las inmediaciones tanto del ventrículo izquierdo como del ventrículo derecho, así como el septo con varias ramas menores. A esto se agrega la rama ventricular izquierda, la cual recorre el seno coronario participando también en el abastecimiento del septo interventricular (Nickel y col., 1982).

3.2.5.- Arterias coronarias del equino

La circulación arterial del corazón del equino esta dada por la arteria coronaria izquierda y la arteria coronaria derecha, en esta especie de mayor tamaño, clasificada en la circulación de tipo derecha (Schuldt, 1989). La arteria coronaria izquierda nace del seno izquierdo del bulbo de la aorta y alcanza entre el tronco pulmonar y la orejuela izquierda, la parte izquierda del surco coronario donde se divide entre rama interventricular paraconal y rama circunfleja (Koch y Berg, 1993).

Rama interventricular paraconal recorre el tejido adiposo, el surco del mismo nombre, alcanzando la incisura apical y a través de ella la cara atrial del corazón. Origina ramas laterales de diverso tamaño irrigando los sectores vecinos, entre estas siete y ocho ramas menores y dos ramas de mayor calibre, rama colateral proximal izquierda, que se dirige hacia el margen ventricular izquierdo, rama colateral distal izquierda nace más distal a la anterior y alcanza con sus ramas al igual que la anterior el margen ventricular izquierdo (Koch y Berg, 1993).

De las ramas que irrigan la pared ventricular derecha, se destaca la rama del cono arterioso el cual debe su nombre al sector que irriga (Nickel y col., 1982).

La rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda alcanza en el surco coronario el margen ventricular izquierdo, en este sector da su ramificación terminal. En algunos casos pueden sus ramas alcanzar la cara atrial izquierda del corazón. La rama circunfleja con cinco hasta siete ramas de distinta luz abastece la pared del ventrículo izquierdo, así como la aurícula y el septo auricular. Como primera rama se desprende la rama angular, lo sigue la poderosa rama proximal ventricular izquierda,

la cual emite ramas que se entretajan con la rama angular y la rama marginal ventricular izquierda (Nickel y col., 1982).

La pared de la aurícula es abastecida por cuatro y hasta seis ramas de la rama circunfleja izquierda, dos de mayor tamaño que son la rama proximal y la rama intermedia atrial izquierda, abastecen la mayor parte de la pared atrial mientras que las dos ramas menores, rama auricular derecha y rama auricular izquierda, abastecen la pared izquierda de la orejuela (Nickel y col., 1982).

La arteria coronaria derecha, recorre como rama circunfleja la parte derecha del surco coronario y alcanza el surco subsenoso, originándose aquí la rama interventricular subsenosa dirigiéndose hacia la punta del corazón. En su recorrido, bajo la orejuela derecha origina varias ramas menores. Las que irrigan la pared del ventrículo y aurícula derecha. Las ramas que irrigan la pared del ventrículo derecho son la rama del cono arterioso, la rama proximal ventricular derecha, la rama marginal y distal del ventrículo derecha. La primera rama irriga la pared del cono arterioso y del bulbo de la aorta, el segundo y el tercero la pared del ventrículo derecho en las inmediaciones del margen ventricular derecho y el cuarto un sector de la pared del ventrículo derecho en su cara atrial (Koch y Berg, 1993).

Rama interventricular subsenosa, la rama interventricular subsenosa de la arteria coronaria derecha recorre como ya fue indicado el surco del mismo nombre, sin alcanzar la punta del corazón, origina alrededor de siete ramas irrigando las zonas cercanas al surco en su cara atrial de la pared del ventrículo derecho e izquierdo. Origina dos ramas más las que se dirigen hacia el ventrículo derecho las cuales son la rama colateral derecha proximal y distal, las cuales abastecen hasta el margen ventricular derecho, varios sectores de la pared del ventrículo derecho (Nickel y col., 1982).

Dos ramas de mayor tamaño de la rama ventricular subsenosa están encargadas de irrigar la pared de la cámara izquierda, la primera es la rama coronaria izquierda esta se origina en el lugar donde la rama interventricular subsenosa se divide de la rama circunfleja de la arteria coronaria derecha. La segunda rama de la rama interventricular subsenosa es la rama colateral ventricular izquierda que abastece con varias ramas menores la pared del ventrículo izquierdo hasta el margen ventricular izquierdo (Nickel y col., 1982).

Hacia la pared de la aurícula derecha emite la rama circunfleja de la arteria coronaria derecha varias ramas, entre las que se destacan la rama proximal, intermedia y distal del atrio derecho (Nickel y col., 1982).

De los dos músculos papilares del ventrículo izquierdo, el músculo papilar subauricular es irrigado por ramas de la rama angular de la arteria circunfleja izquierda y de la rama colateral proximal izquierda. Al músculo papilar subatrial llegan ramas de la rama proximal ventricular izquierda y la rama marginal ventricular izquierda de la arteria coronaria izquierda así como ramas de la rama colateral ventricular izquierda y rama interventricular subsenosa (Nickel y col., 1982).

El músculo papilar subarterioso del ventrículo derecho es irrigado por ramas de la arteria coronaria derecha y ramas septales de la rama interventricular paraconal. Para el músculo papilar pequeño son enviadas ramas septales de ambas ramas interventriculares. El músculo papilar magno se ubica en el área de abastecimiento de la rama marginal ventricular derecha (Nickel y col., 1982).

La rama interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda emite una rama de gran tamaño que irriga al poderoso septo interventricular y se denomina rama septal interventricular (Nickel y col., 1982).

Objetivos:

- Entregar conocimiento anatómico de los vasos coronarios de la llama.
- Determinar el recorrido de la arteria coronaria izquierda y sus ramas.
- Determinar la distribución de la arteria coronaria derecha.
- Determinar el tipo de patrón que tienen las arterias coronarias.
- Determinar si se presenta más de un tipo de patrón arterial coronario.

Hipótesis:

Dado que no existen antecedentes sobre el comportamiento de las arterias coronarias en algunas de las especies que agrupan a los camélidos sudamericanos, se espera que el patrón de comportamiento de las arterias de referencia debería corresponder al tipo derecho, en atención a que las arterias coronarias del dromedario se comportan como las descritas para el tipo derecho.

4.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- Material

4.1.1.- Material Biológico

- Diez corazones adultos de llama congelados, sin diferencia de sexo ni edad, provenientes del matadero de Arica

4.1.2.- Instrumental

- Instrumental quirúrgico de microdissección.
- Cámara fotográfica digital marca EPSON photo pc 750z.
- Lupa estereoscópica, marca Optical, modelo 569, con aumento que va de 7x a 30x.
- Estufa de cultivo Memert.

4.1.3.- Material de preparación

- Látex rojo de inyección intravascular Turtox, distribuido por Mc.Millan Sciences Co. Inc., Chicago, U.S.A.
- Solución de formalina 37% de pureza, distribuido por Dimyl S.A., Chile; diluida al 10%.
- Technovit 7143 resina polimerizable, distribuido por Kulzer y Co. GmbH, Wehrheim, Alemania.

4.2.- Método

En primer lugar, se procedió a descongelar los 10 corazones a temperatura ambiente, para luego liberarlos del pericardio y lavarlos con agua corriente.

Los vasos coronarios se perfundieron inyectando agua potable en ambas arterias y en nueve de ellos se inyectó látex para identificar su recorrido. Al último corazón se le inyectó acrílico y fue sometido a maceración en la estufa de cultivo a 40° Celsius por 60 días.

Cada corazón se sumergió en una solución de formalina al 10% para su conservación previa a la disección. Esta última se inició tres días después de la mantención en formalina.

Utilizando microbisturí y microtijera, se removió la grasa pericardial de todos los corazones para identificar el recorrido de las arterias y posteriormente se realizó la disección de las arterias coronarias izquierda y derecha.

Bajo una lupa estereoscópica y mediante microdissección, se despejó el recorrido de cada arteria determinando tanto su ramificación como las estructuras que irriga.

Se identificaron las derivaciones de cada arteria coronaria comparándolas con la bibliografía encontrada para el dromedario y el equino.

5.- RESULTADOS

5.1.- Arterias Coronarias del Corazón de la Llama

5.1.1.- Arteria coronaria izquierda

La arteria coronaria izquierda (Fig N°3) nace del tronco de la arteria aorta sobre la válvula semilunar izquierda. Recorre entre el tronco pulmonar y el atrio izquierdo hacia el surco coronario donde se divide en *rama circunfleja* y *rama interventricular paraconal*. Antes de esta división, la arteria coronaria izquierda emite como primera rama la rama septal interventricular, que irriga el septo interventricular en los corazones número 3, 4 y 6.

La rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda recorre subepicardialmente y en una disposición sinuosa junto al borde libre de la aurícula izquierda, hacia el borde ventricular izquierdo y el extremo superior del atrio izquierdo. Termina mediante finas ramificaciones en la proximidad del inicio del surco subsenoso sin alcanzarlo. Emite numerosas ramas de diferente calibre, de las cuales sólo tienen asignados nombres las siguientes:

-Rama angular: emerge después de la bifurcación de la arteria coronaria izquierda, de la rama circunfleja, en el corazón número 3 y 7 e irriga en éstos la pared del ventrículo izquierdo. En los corazones número 4 y 6, esta rama se originó de la rama interventricular paraconal. La rama angular es de distinto calibre en cada uno de los corazones nombrados. En los otros corazones no se pudo constatar su presencia.

-Rama proximal del ventrículo izquierdo: nace del borde ventral de la rama circunfleja como la rama lateral de mayor calibre de esta, dirigiéndose en forma oblicua y en sentido caudoventral hacia el borde ventricular izquierdo, en el cual se ramifica. Se destaca aquí el corazón número 2, en el cual esta rama llega hasta la mitad del ventrículo. En el corazón número 6 esta rama es de poco calibre.

-Rama del borde ventricular izquierdo: se desprende en el borde ventricular izquierdo de la rama circunfleja y abastece el tercio basal del borde ventricular izquierdo. Esta rama se pudo ver en todos los corazones, aunque cada una poseía distinto calibre.

-Rama proximal del atrio izquierdo: se origina del borde interno de la rama circunfleja. Cubierta por la aurícula, avanza entre el atrio izquierdo y la raíz de la aorta hasta su parte posterior y se divide allí en una rama auricular izquierda y una rama auricular derecha. En los corazones 4 y 7, el origen de esta rama es posterior al origen de la rama proximal ventricular izquierda. En el resto de los corazones, su origen está frente a ella.

-Rama intermedia del atrio izquierdo: nace de la cara profunda de la rama circunfleja y emerge en el borde ventricular izquierdo de esta. Es de menor calibre que la rama proximal atrial izquierda y se dirige hacia la parte posterior del atrio izquierdo. Sólo en el corazón número 2 es de mayor tamaño. En los restantes corazones, su calibre es similar.

De la rama circunfleja se desprenden numerosas ramas menores que, luego de un corto recorrido ventral, se pierden en el miocardio.

La rama interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda recorre el surco interventricular paraconal en sentido ventrocraneal hacia la escotadura de la punta del corazón. Esta arteria da las siguientes ramas:

-Rama colateral proximal izquierda: esta rama se desvía del surco paraconal izquierdo y se dirige hacia el borde ventricular izquierdo, luego de un corto recorrido paralelo a él. Su campo de irrigación se ubica por debajo de las tres ramas de la rama circunfleja y está apicalmente limitado por la rama colateral distal izquierda. El recorrido superficial de esta rama es oblicuo y variable, el corazón número 2 presenta un recorrido de 1 cm., En cambio, el número 5 tiene un largo de 4 cm. Cabe destacar que esta rama es la rama colateral de mayor calibre.

-Rama colateral distal izquierda: se origina bajo la rama proximal y se dirige en un ángulo más agudo con respecto a la arteria paraconal izquierda hacia el borde ventricular izquierdo. Es la última rama de mayor calibre que se desprende del surco paraconal. Irriga igualmente la pared del ventrículo izquierdo y tiene un recorrido superficial que se hace más profundo hacia la proximidad del borde posterior.

-Rama del cono arterioso: se desprende del borde anterior de la arteria paraconal y se dirige en sentido ventrocraneal para distribuirse en la porción proximal de la pared del ventrículo derecho. Irriga, a diferencia de las dos ramas anteriormente nombradas, partes de la pared ventricular derecha. Se origina en forma variable; en el corazón número 3 lo hace a nivel del origen de la arteria paraconal y en los demás lo hace a una altura variable entre el origen de la arteria paraconal y la rama colateral proximal izquierda. Se destaca su tamaño en el segundo corazón.

De los dos músculos papilares del ventrículo izquierdo, el músculo papilar subauricular es irrigado por ramas de la rama angular de la arteria circunfleja izquierda y de la rama colateral proximal izquierda. Al músculo papilar subatrial llegan ramas de la rama proximal ventricular izquierda y la rama del borde ventricular izquierdo de la arteria coronaria izquierda, así como ramas de la rama colateral ventricular izquierda y rama interventricular subsenosa.

La rama interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda emite una rama de gran tamaño que irriga al poderoso septo interventricular y se denomina rama septal interventricular (Fig N°1). Esta rama se encontró en todos los corazones y se origina de la cara interna de la rama

interventricular paraconal y se dirige en profundidad hacia el septo. Además de ésta, hay entre seis y ocho ramas que emergen de la rama interventricular paraconal, encargadas de irrigar el septo interventricular, dirigiéndose en sentido oblicuo hacia la profundidad del septo llegando hasta su parte central. Las primeras ramas son de mayor tamaño y a medida que avanzan hacia la punta del corazón van teniendo un recorrido más corto.



Figura N° 1: Ramas septales de la arteria coronaria izquierda

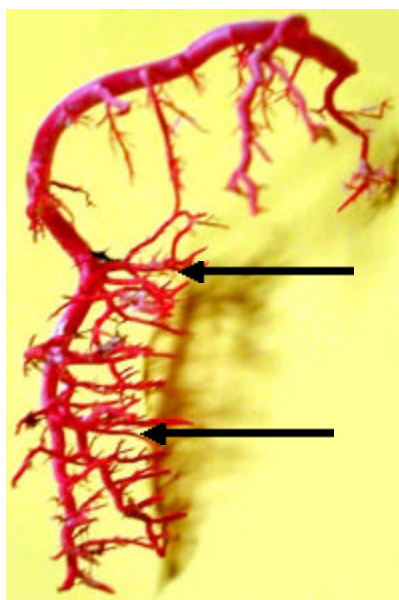
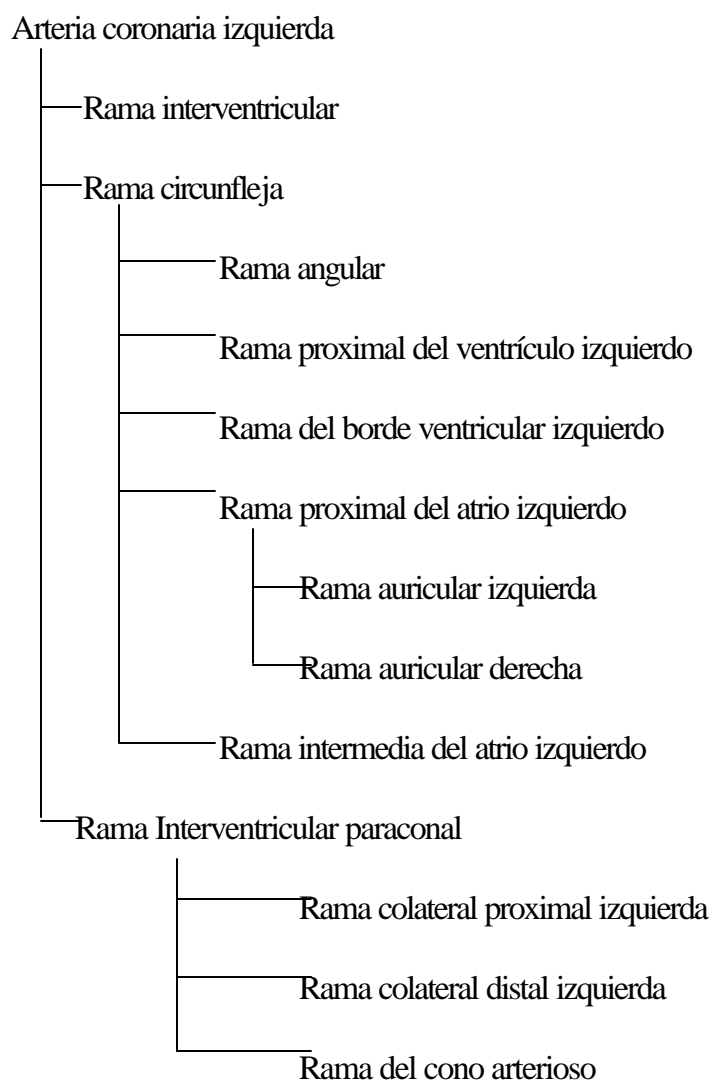


Figura. N° 2: Ramas septales de la arteria coronaria derecha

Tabla N° 1: Arteria coronaria izquierda y sus derivaciones.

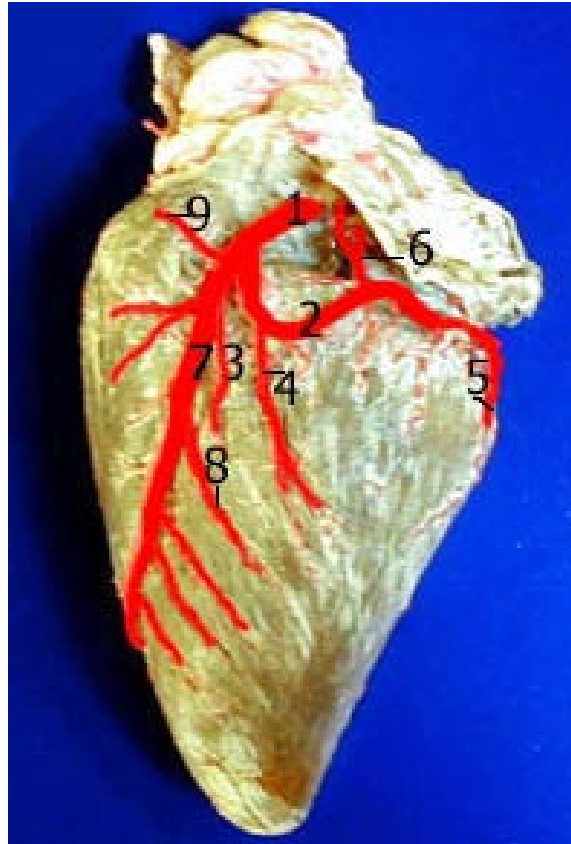


Figura N° 3: Arteria coronaria izquierda y su ramificación

- 1 Arteria coronaria izquierda
- 2 Rama circunfleja
- 3 Rama angular
- 4 Rama proximal del ventrículo izquierdo
- 5 Rama del borde ventricular izquierdo
- 6 Rama proximal del atrio izquierdo
- 7 Rama interventricular paraconal
- 8 Rama colateral proximal izquierda
- 9 Rama del cono arterioso

5.1.2.- Arteria coronaria derecha

Emerge frente al borde libre de la válvula semilunar derecha del seno aórtico. Se sitúa entre el tronco pulmonar y la aurícula derecha para integrarse luego al surco coronario (Fig N°4). En el recorrido por el surco coronario pasa a denominarse rama circunfleja hasta el surco subsenoso, en el cual se dirige como rama interventricular subsenosa hacia la punta del corazón. La arteria coronaria derecha es de mayor calibre que la izquierda. Esto ocurre en los corazones que presentan la variante derecha, a la cual pertenece también la llama.

-Rama del cono arterioso: es la rama de menor calibre, presente en todos los corazones, aunque con distinto tamaño. Se origina del borde externo de la rama circunfleja y se dirige hacia el extremo proximal del ventrículo derecho, en el que se ramifica profusamente. Abandona la rama circunfleja para dirigirse hacia el cono arterioso. En el corazón número 1 esta es la rama de mayor calibre que emerge de la arteria coronaria derecha.

-Rama proximal del ventrículo derecho: se desprende de la rama del cono arterioso en el corazón número 1 y en los otros no está presente. Es una rama de pequeño calibre que se dirige en sentido ventral por el borde ventricular derecho e irriga la zona bajo la rama del cono arterioso.

-Rama del borde ventricular derecho: se origina como una rama de la arteria circunfleja e irriga a la mitad proximal de la cara craneal a la altura del borde ventricular derecho. Está presente en todos los corazones analizados, variando sólo su calibre y longitud. En el corazón número 9 esta rama es la más larga y en los corazones 2, 3 y 4 su recorrido es el más corto.

-Rama distal ventricular derecha: se origina de la rama circunfleja, en la mitad de su recorrido, antes de que entre en el surco interventricular subsenoso. Esta rama en los corazones 2, 3, 4 y 8, es de mayor longitud que la rama del borde ventricular derecho. En los corazones 1, 5, 6 y 7 ambas ramas son similares en longitud.

La rama circunfleja de la arteria coronaria derecha da numerosas ramas de pequeño calibre que se dirigen a la aurícula derecha y de las cuales sólo nombraremos las mayores, que son:

-Rama proximal del atrio derecho: nace inmediatamente después del origen de la rama del cono arterioso y se dirige hacia la cara profunda del atrio derecho. Esta rama se presenta en todos los corazones y de las ramas del atrio, es la de mayor calibre.

-Rama intermedia del atrio derecho: es una rama débil del atrio derecho presente en todos los corazones. Se dirige desde el borde ventricular derecho por debajo del atrio derecho.

-Rama distal del atrio derecho: nace en la proximidad de la rama distal del ventrículo derecho de la rama circunfleja. En todos los corazones es de pequeño calibre en relación a las demás ramas que proveen al atrio e irriga la pared del seno venoso.

Después que la rama circunfleja abandona el surco coronario y alcanza el surco interventricular subsenoso, pasa a llamarse rama interventricular subsenosa dirigiéndose hasta la punta del corazón. En su camino da las siguientes ramas:

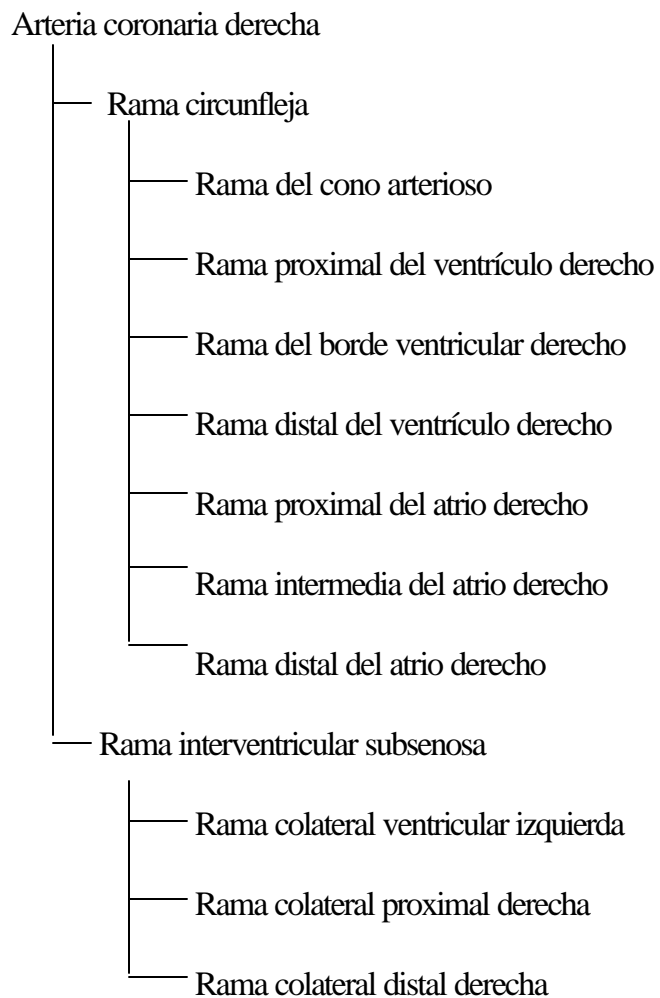
-Rama colateral del ventrículo izquierdo: nace a la mitad de la altura entre la base y el ápice del corazón de la rama interventricular subsenosa. Ella irriga sectores del ventrículo izquierdo que se sitúan cerca del surco interventricular subsenoso. Destaca en los corazones 2 y 5 por su gran tamaño, siendo en los otros corazones de un tamaño similar pero menor.

-Rama colateral proximal derecha: se origina como primera rama de la rama interventricular subsenosa e irriga la zona adyacente bajo la rama ventricular distal derecha y sobre la rama colateral distal derecha. En los corazones número 2 y 5 esta rama nace después del origen de la rama colateral del ventrículo izquierdo. En los corazones 3 y 6 se destaca su largo recorrido superficial.

-Rama colateral distal derecha: se origina más o menos en los dos tercios del surco interventricular de la rama interventricular subsenosa y pasa sobre el borde ventricular derecho hasta la cara auricular. Su zona de irrigación son partes de la pared del ventrículo derecho y la punta del ventrículo izquierdo. Después de un corto recorrido, se introduce en la musculatura. En los corazones 1, 4 y 9, esta rama no alcanza a pasar hacia la cara auricular.

El músculo papilar subarterioso del ventrículo derecho es irrigado por ramas de la arteria coronaria derecha y ramas septales de la rama interventricular paraconal. Para el músculo papilar pequeño son enviadas ramas septales de ambas ramas interventriculares. El músculo papilar magno se ubica en el área de abastecimiento de la rama marginal ventricular derecha.

El septo interventricular es irrigado por alrededor de seis a ocho ramas (Fig N°2) de similar calibre que emergen de la rama interventricular subsenosa, dirigiéndose en profundidad para abastecer al septo interventricular. Estas ramas se dirigen en sentido oblicuo, llegando a la parte central del septo, donde se confrontan con las de la rama interventricular paraconal, no llegando a anastomosarse.

Tabla N° 2: Arteria coronaria derecha y sus derivaciones.

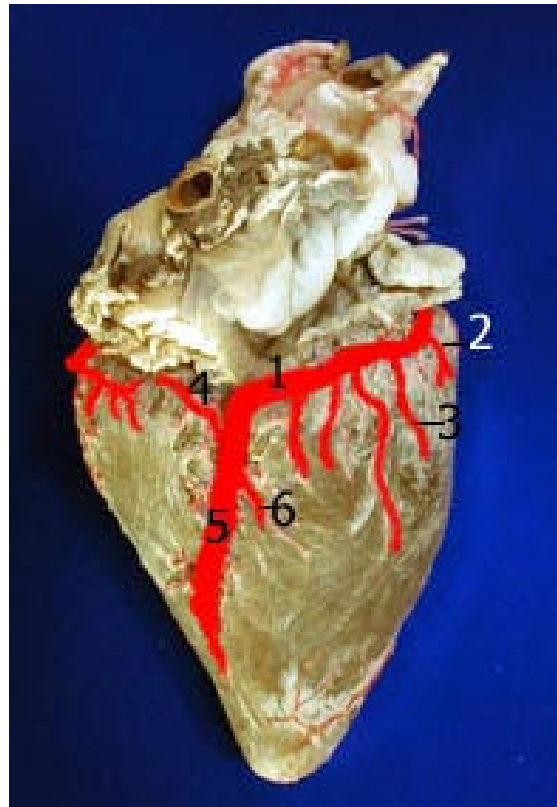


Figura N° 4: Arteria coronaria derecha y su ramificación.

- 1 Rama circunfleja
- 2 Rama del borde ventricular derecho
- 3 Rama distal del ventrículo derecho
- 4 Rama colateral ventricular izquierda
- 5 Rama interventricular subsenosa
- 6 Rama colateral proximal derecha

6.- DISCUSIÓN

Los estudios referentes al abastecimiento sanguíneo del corazón han concluido que los animales domésticos pueden ser clasificados en dos grandes grupos, según los patrones de distribución de las arterias coronaria izquierda y coronaria derecha. En el primer grupo, la arteria ventricular subsenosa es una rama de la arteria coronaria izquierda. Esto se denomina patrón de circulación coronaria izquierda y en éste se incluye la mayoría de los animales domésticos (bovino, ovino, perros y gatos) (Hegazi, 1958 y Nickel y col., 1982). En el segundo grupo, la arteria interventricular subsenosa es una rama de la arteria coronaria derecha (Nickel y col., 1982 y Koch y Berg, 1993). Este patrón se denomina patrón de circulación coronaria derecha y aquí se incluye al caballo, cerdo, dromedario y, como lo demuestra el presente trabajo, la llama.

En ambos grupos, la arteria interventricular paraconal es una rama de la arteria coronaria izquierda.

Las arterias coronarias de la llama son las primeras ramas que emergen de la aorta, lo que concuerda con la emergencia en el bovino descrita por Hegazi (1958), Nickel y col., (1982) y Ghoschal (1982). También se observa esta similitud en el equino, descrita por Hoffmann (1960) y Nickel y col. (1982). Entre estas especies también se incluye al hombre, como lo menciona Kubik (1969).

En todas las especies, al igual que lo encontrado en la llama, los vasos sanguíneos se hallan incorporados en el armazón de tejido conectivo del corazón, de forma tal que se puedan adaptar oportunamente a los diversos estados funcionales del corazón y están protegidos en gran parte de sobreextensiones y desgarros. Habermehl (1966).

Concordando con lo que describe Nickel y col. (1982) tanto para el bovino, suino y equino, así como con lo descrito para el dromedario por Taha y Abel-Magied (1996), la arteria coronaria derecha en la llama emerge del seno aórtico a nivel de la válvula semilunar derecha.

En la llama, la arteria coronaria izquierda emerge de la raíz de la aorta en la zona de la valva semilunar izquierda. Estas descripciones fueron hechas también por Hegazi (1958) y Koch y Berg (1993) para la especie bovina.

6.1.- Arteria coronaria izquierda

A diferencia de la circulación del bovino, descrito por Hegazi (1958) y Nickel y col. (1982), la rama circunfleja izquierda no ingresa, en la llama, al surco interventricular subsenoso como en el equino, suino y dromedario. Esta división también se observa en el hombre y está descrita por Kubik (1969). El recorrido sinuoso que efectúa la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda en la llama por el borde libre del atrio izquierdo hacia el borde ventricular izquierdo está descrito también para el bovino por Hegazi (1958).

- Rama interventricular: Esta es la primera rama que emite la arteria coronaria izquierda en la llama. Irriga el tabique interventricular al igual que lo descrito por Nickel y col. (1982) tanto para el equino como para el bovino.

- Para las ramas que derivan de la rama circunfleja izquierda, se señalan las siguientes :

- Rama angular: Aparece después de la bifurcación de la arteria coronaria izquierda, y esta descrito solamente en el equino tanto por Nickel y col. (1982) como Koch y Berg (1993). Esto fue encontrado también en la llama en el corazón número 3 y 7. En los corazones número 4 y 6 se originó de la rama interventricular paraconal. En el resto de los corazones, no se constató su presencia. Lo anterior concuerda con lo descrito por Nickel y col. (1982), quien menciona que esta rama no se encuentra en las otras especies.

- Rama proximal del ventrículo izquierdo: Hegazi (1958) concuerda con lo descrito para el bovino con el gran calibre de esta rama y su irrigación a la pared del ventrículo izquierdo. Este autor describe que esta rama es la primera en emerger de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda del bovino, lo que difiere con lo encontrado en la llama.

- Rama ventricular del borde izquierdo: Esta rama está también descrita para el bovino y suino por Schaller (1992) como rama de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda y desciende por el margen interventricular izquierdo, lo que concuerda con lo observado en la llama.

- Rama proximal del atrio izquierdo: Nickel y col. (1982) también describe el recorrido de esta rama en el equino y suino irrigando la aurícula izquierda y dividiéndose en dos ramas, auricular izquierda y auricular derecha. El comportamiento encontrado en la llama es similar, concordando con lo descrito por todos los autores. Existen numerosas ramas menores innostradas que luego de un corto recorrido, se introducen en el miocardio.

- Para las ramas que derivan de la rama interventricular paraconal, se señalan las siguientes:

Hegazi (1958) concuerda con lo que se encontró en la llama con lo descrito por él en el bovino. La rama interventricular paraconal descrita por Hegazi (1958) como rama descendente

paraconal es la rama de la arteria coronaria izquierda que continua por el surco interventricular paraconal llegando a la incisura apical. En su recorrido origina las siguientes ramas:

- Rama colateral proximal izquierdo: En la llama esta rama irriga la pared ventricular izquierda, lo que concuerda con Hegazi (1958) que además menciona que en el bovino también es la rama de mayor tamaño.
- Rama colateral distal izquierda: Nickel y col. (1982) citan que en el cerdo esta rama irriga las zonas adyacentes al surco interventricular, como se presenta también en la llama.
- Rama del cono arterioso: Nickel y col. (1982) mencionan que en el cerdo esta rama irriga la pared del ventrículo derecho al igual que en la llama. Hegazi (1958) también describe para el bovino una rama que irriga el cono arterioso pero, a diferencia de la llama, recibe el nombre de arteria adiposa.

Nickel y col. (1982) describen para el equino que el músculo papilar subauricular recibe ramas provenientes de la rama angular y de la rama colateral proximal izquierda. El músculo papilar subatrial recibe irrigación mediante la rama proximal del ventrículo izquierdo y la rama del borde ventricular izquierdo, así como algunas ramas colaterales del ventrículo izquierdo que es rama de la interventricular subsenosa, siendo similar a lo encontrado en la llama.

El septo interventricular es abastecido por doce a dieciséis vasos de similar tamaño, seis a ocho corresponden a ramas de la coronaria izquierda y los restantes a ramas de la arteria coronaria derecha. Estos se dirigen en profundidad confrontándose en el centro del septo sin llegar a formar anastomosis. (Hegazi, 1958, Nickel y col.,1982.). Esto también concuerda con lo encontrado en la llama.

6.2.- Arteria coronaria derecha

Nickel y col. (1982) describe en el cerdo el origen de esta arteria en el seno del bulbo de la aorta, frente a la válvula semilunar derecha, al igual que lo observado en la llama y lo descrito en el dromedario. Taha y Abel-Magied (1996). Esta arteria continua por el surco coronario como rama circunfleja de la arteria coronaria derecha, finalmente continua por el surco interventricular subsenoso como rama interventricular subsenosa, Rickert (1955). Esta rama se dirige hacia la punta del corazón. Este comportamiento también se presenta en el equino según Koch y Berg (1993). Todo lo anterior concuerda con la distribución en la llama.

Nickel y col. (1982) describen el tipo de abastecimiento de la irrigación del corazón dependiendo del origen de la rama interventricular subsenosa. En el caso del equino y suino se tiene un tipo de abastecimiento derecho, ya que la rama interventricular subsenosa se origina de la arteria coronaria derecha, al igual que en la llama y el dromedario. Taha y Abel-Magied (1996).

Discrepando con lo observado en la llama, en el caso del bovino, también descrito por Nickel y col. (1982), la rama circunfleja subsenosa se origina de la arteria coronaria izquierda, siendo entonces la circulación de tipo izquierdo, en donde el músculo cardíaco es abastecido mayoritariamente por la arteria coronaria izquierda.

- Para las ramas que se derivan de la arteria coronaria derecha, se señalan las siguientes :
 - Rama del cono arterioso: Koch y Berg (1993) y Nickel y col. (1982) describen que esta rama irriga la pared del bulbo de la aorta y el cono arterioso, lo que coincide con lo estudiado en la llama. Hegazi (1958) la nombra, a diferencia de los otros autores, como rama adiposa.
 - Rama proximal del ventrículo derecho: A diferencia de lo estudiado por Hegazi (1958) en el bovino, en la llama esta rama nace de una rama de la arteria del cono arterioso en algunos corazones, bajo la orejuela derecha entre la rama del cono arterioso y la rama del borde ventricular derecho. Además, esta rama irriga la pared del ventrículo derecho. En otros corazones, no se presenta.
 - Rama del borde ventricular derecho: Al igual que en la llama, esta rama en el equino irriga la pared del ventrículo derecho en el sector del borde ventricular derecho, lo que está descrito por Nickel y col. (1982). El campo de irrigación es el mismo que el de la rama anteriormente nombrada. Nace entre las ramas proximal y distal del ventrículo derecho e irriga el sector del borde ventricular derecho según Hegazi (1958).
 - Rama distal del ventrículo derecho: Esta rama abastece una parte de la pared del ventrículo derecho en su cara atrial, descrito por Nickel y col. (1982). Esta rama es más pequeña que las otras tres ramas, según Hegazi (1958), e irriga las zonas que no son irrigadas por la rama proximal y del borde ventricular derecho. Lo observado en la llama coincide con estos autores.
 - Rama proximal del atrio derecho: Según Hegazi (1958) esta rama tiene un origen variable. Puede emerger del comienzo de la arteria coronaria derecha o entre la rama adiposa y la rama proximal del ventrículo derecho. Irriga, al igual que en la llama, parte del atrio derecho.
 - Rama intermedia del atrio derecho: En todas las especies, incluyendo a la llama, es más pequeña que la rama anteriormente nombrada e irriga parte de la pared de la aurícula.
 - Rama distal del atrio derecho: Es una rama de pequeño tamaño y abastece el sector de la pared de la aurícula derecha según Hegazi (1958). Esta rama en la llama es de pequeño tamaño.
- Para las ramas que derivan de la rama interventricular subsenosa se pueden señalar las siguientes:
 - Rama colateral del ventrículo izquierdo: Es una rama de tamaño considerable e irriga la zona del borde ventricular izquierdo, lo que coincide con Nickel y col. (1982).

- Rama colateral proximal derecha: Es una de las ramas encargada de irrigar la pared ventricular derecha hasta la zona del borde ventricular derecho. En la llama, esta rama es la primera que emerge de la rama interventricular subsenosa; en el equino, en cambio, es la segunda rama, ya que primero emerge la rama coronaria izquierda.
- Rama colateral distal derecha: Según Nickel y col. (1982) esta rama nace de la arteria interventricular subsenosa en dirección al ventrículo derecho y junto a la rama colateral proximal abastecen hasta el borde ventricular derecho grandes zonas de la pared del ventrículo derecho. Esto concuerda con lo observado en la llama.

El septo interventricular es irrigado por ramas de la interventricular paraconal de la arteria coronaria izquierda y de la rama interventricular subsenosa de la arteria coronaria derecha. Se describen alrededor de doce a dieciocho ramas de similar tamaño que se introducen en la pared interventricular, Koch y Berg (1993), lo que concuerda con lo encontrado en la llama. Además, Nickel y col. (1982) señalan la existencia de una poderosa rama septal interventricular que emerge de la rama internventricular paraconal, concordando con lo encontrado en la llama. Los músculos papilares son irrigados por ramas de la arteria coronaria izquierda y la arteria coronaria derecha, Koch y Berg (1993).

Nickel y col. (1982), profundizan esta observación describiendo que el músculo papilar subarterioso es irrigado por ramas de la arteria coronaria derecha y ramas septales de la rama interventricular paraconal. Al músculo papilar pequeño llegan ramas de ambas ramas interventriculares, mientras que el músculo papilar magno se encuentra en la zona de irrigación de la rama del borde interventricular derecho. Concordando con lo encontrado en la llama.

7.- CONCLUSIONES

- La llama pertenece a la variante derecha de la circulación coronaria.
- La arteria coronaria izquierda emite la rama interventricular paraconal y la rama circunfleja.
- La arteria coronaria derecha emite la rama circunfleja y la rama interventricular subsenosa.
- No hubo grandes variaciones en la circulación coronaria entre los distintos corazones de llama disecados.
- La distribución de las arterias coronarias no varió considerablemente con lo descrito para el dromedario, equino y suino.
- El patrón coronario varió considerablemente con lo descrito para el bovino, ovino y caprino.
- Los resultados obtenidos en este trabajo no pueden ser generalizados para toda la especie, debido al bajo número de especímenes analizados.

8.- BIBLIOGRAFIA

- BRANCHI, A. 1904. Morfología delle arterie coronariae cordis. Arch. Ital. Anat. Embriol. 3,87. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchungen zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- CAPRIO, M. Y SOLARI, Z. 1982. Diámetro de la fibra en el vellón de la vicuña. Informes de trabajos de investigación en vicuña. I: 54-102. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- FERNANDEZ – BACA, S. 1991. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- FLORES OCHOA, J. A. 1982. Causas que originaron la actual distribución espacial de las alpacas y llamas. En: L. Millones y H. Tomoeda compiladores, El hombre y su ambiente en los andes centrales. Osaka National Museum Of Ethnology, Senri ethnological studies. 10:63-92. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- FLORES OCHOA, J. A. 1988. Clasificación y nominación de camélidos sudamericanos. En: J.A. FLORES OCHOA, compilador, Llamichos y paqocheros, pp.121-137. Cuzco, Editorial Universitaria, UNSAAC. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- FRANKLIN, W. L. 1982. Biology, ecology and relationship to man of the south american camelids. En: M.A. Mares y H.H. Genoways, compiladores, Mamalian biology in southamerica. Pymatuning Laboratory Of Ecology, special publication. 6: 457-489. Linesville, University of Pittsburgh. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.

- GHOSHAL, N. R. 1982. Corazón y vasos sanguíneos del bovino. En: Anatomía de los animales domésticos de S. Sisson y J. S. Grosman. Tomo 1. Salvat S. A. , Barcelona.
- GILMORE, R. 1950. Fauna and ethnozoology of south america. Handbook of south american indians. 6:345-464. Bureau of American Ethnography Bulletin. 143, Smithsonian Institution. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.
- HABERMEHL, K. H. 1966. Morphologie und Funktion der Herzeigengefäße. Zbl. Vet. Med. A. 13: 111 – 138.
- HACKENSELLNER, H. A. 1954. Koronaranomalien unter 1000 auslesefrei untersuchten Herzen. Anat. Anz. 101, 123. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchungen zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- HEGAZI, A. 1958. Die Blutgefäßversorgung des Herzens von Rind, Schaf und Ziege. Vet. Med. Diss. Giessen.
- HOFFMANN, V. 1960. Die Blutgefäßversorgung des Pferdeherzens. Vet. Med. Diss. Giessen. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchungen zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- HUENIGEN, H., BUTENDIECK, E., BERG, R. 2001. Kapillarisation des Myokards beim adulten Lama (Lama glama). Berl. Muench. Tierärztl. Wschr. 114, 117-120, Blackwell Wissenschafts - Verlag, Berlin, Alemania.
- KOCH, T., R. BERG, 1993. Lehrbuch der Veterinäranatomie. Band III, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- KUBIK, S. 1969. Atlas fotográfico en color de anatomía humana con sus aplicaciones clínicas: tórax / por Stefan Kubik; con la colaboración de Toenet Toendury y Miklos Cserhádi Publicac. Barcelona: Labor pp 166-170.
- MORENO, R., 1991. En: FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.

- NICKEL, R. , A. SCHUMMER, E. SEIFERLE, 1982. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band III, Verlag Paul Parey, Berlin.
- RICKERT, J. 1955. Blutgefäßversorgung des Schweineherzens. Vet. Med. Diss. Hannover. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchung zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- ROLDAN, M., BLANQUEZ, M. J. 1982. Distribución de las arterias coronarias del toro de lidia. Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histl. Embryol. 11, 182-189.
- SCHALLER, O. (Editor). 1992. Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHLESINGER, H. J. 1940. Relation of anatomic pattern to pathologic conditions of the coronary arteries. Arch. Path. 30, 403. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchung zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchung zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- SEWELL, W. H. 1966. Roentgenographic anatomy of human coronary arteries. Am. Heart J. Roent , Radiumtherapie and Nuclear Medicine XCVII, 2. citado por SCHULDT, A. 1989. Korrosionsanatomische und Koronarangiographische Untersuchung zur Blutgefäßversorgung des Herzens der Zwergziege. Tesis mv. Humboldt – Universität, Fachrichtung Veterinärmedizin, Berlin. Deutschland.
- TAHA, A. A. M., ABEL-MAGIED, E. M. 1996. The Coronary Arteries of the Dromedary Camel (*Camelus dromedarius*). Anat. Histol. Embryol. 25. 295-299.
- WHEELER, J. C., 1988. Llamas and alpacas of southamerica. Selected papers, western veterinary conferences, pp. 301-310. Las Vegas western veterinary conference. En : FAO, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos.