

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**“Estudio descriptivo del desarrollo fetal del riñón de la alpaca
(*Vicugna pacos*)”**

Tesis para optar el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Kerry Ashley Meléndez Montoya
Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia

LIMA – PERÚ

2017

A la persona que admiro y quiero demasiado, es mi mejor amiga, mi madre, Úrsula, que por ella
he llegado tan lejos.

A las dos personas que siempre me cuidaron y que me criaron como su hija, siempre los querré,
mis abuelos, Isabel y julio, he aprendido demasiado de la vida por ellos.

A mi fiel compañero, que siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, mi enano, mi
querido perrito.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora Galy Mendoza, por asesorarme y apoyarme en la realización del estudio.

Al personal del Laboratorio de Histología y Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UPCH, que me fueron de mucha ayuda.

A mi madre, que siempre me apoya y me inspira.

ABSTRACT

The morphology of the South American Camelids is one of the least studied, although in the last years the study has been advancing. The aim of this study was to describe the anatomical characteristics and histological characteristics of the fetal development of the alpaca (*Vicugna pacos*) kidney. The samples were obtained from the slaughterhouse of the city of Huancavelica, Peru, processed in the city of Lima in the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of Cayetano Heredia University. Fetuses of alpacas were grouped in trimesters; the first trimester obtained 11 fetuses, second trimester 12 fetuses, and third trimester 5 fetuses. The results according to the position of lumbar and/or sacral vertebra were obtained that the right kidney is more cranial than the left kidney, by one vertebra of difference. In the macroscopic study, the kidney was red, had a form of bean and covered by fibrous tissue; as the gestation advanced the kidney increased in size and increased perirenal fat at the last trimester. Also, were obtained the measurement of length, width, and depth of both kidneys, and showed more dimension the right kidney. Histologically, at the first trimester observed developing renal corpuscles and the nephrogenic zone; the second and third trimester was evident corticomedullary differentiation, mature renal corpuscles and tubules developed, medullary, duct system developed mainly at the last trimester. The study concluded that during gestation the right kidney was bigger than the left kidney, and was more cranial. Histologically, concluded that in the last trimester of gestation there was the total maturity of the renal corpuscles and the renal duct system.

Key words: Alpaca, fetus, morphology, kidney

RESUMEN

La morfología de los camélidos sudamericanos es una de la menos estudiada, a pesar que en otras especies ha ido avanzando en los últimos años. Este trabajo describe las características macroscópicas y microscópicas del desarrollo fetal del riñón de la alpaca (*Vicugna pacos*). Para ello se obtuvo muestras de fetos del Centro de Beneficio (Camal Municipal) de la ciudad de Huancavelica, Perú, y fueron procesadas en la ciudad de Lima, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Los fetos se agruparon por tercio de gestación; en el primer tercio se obtuvo 11 fetos de alpaca, en el segundo tercio 12 fetos de alpaca y en el tercer tercio 5 fetos de alpaca. El estudio macroscópico revisó la topografía, forma y morfometría renal. La topografía, según posición de vértebras lumbares y/o sacras, mostró que el riñón derecho es más craneal que el riñón izquierdo, por una vértebra de diferencia. En el estudio macroscópico, se observó el riñón con una forma similar al fríjol, de color rojo claro y cubierto por un tejido fibroso, conforme avanzaba la gestación el riñón aumentó de tamaño, y se rodea de grasa perirrenal hacía en el último tercio. La morfometría que evaluó el largo, ancho y profundidad de ambos riñones, mostró una mayor dimensión en el riñón derecho. Microscópicamente, en el primer tercio se observó la zona nefrogénica con corpúsculos renales, túbulos contorneados proximales y distales en desarrollo; en el segundo y tercer tercio era evidente la diferencia entre la corteza y médula. La corteza presentaba mayor número de corpúsculos renales desarrollados y túbulos desarrollados; y la zona medular con un sistema de conductos en desarrollo. Se concluye que durante la gestación el riñón derecho es de mayor tamaño en relación al izquierdo, además de ubicarse más craneal, microscópicamente en el último tercio de la gestación se observan los corpúsculos renales y el sistema de conductos renales desarrollados.

Palabra clave: Alpaca, feto, morfología, riñón

INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos (CSA) son nativos de los países andinos y tienen gran importancia económica para las comunidades andinas (Bravo *et al.*, 2002). La morfología de los Camélidos Sudamericanos es una de la menos estudiada, a pesar que en los últimos años hay investigaciones que se han especializado en morfología y fisiología CSA (Nuevo Freire, 1994; Paolicchi, 1997).

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie domesticada, que tiene un amplio rango de distribución geográfica como Bolivia, Argentina, Chile, y Perú quien posee la mayor población, además, viven en altitudes elevadas aproximadamente 4200 m s. n. m. (Novoa, 2007).

En el Perú, la crianza se concentra en las comunidades campesinas ubicadas en la sierra sur y sierra central (FAO, 2005). La crianza de esta especie está a cargo de la mujer quien se dedica al pastoreo y vigilancia del ganado, mientras que el hombre se encarga de la esquila, parición y empadre; además de realizar la negociación. La importancia económica radica en producción de fibra y carne de alpaca. Debido a la capacidad adaptativa de la especie en los últimos años ha aumentado su crianza, permitiendo aumentar la producción y la mejora genética (FAO, 2005).

El sistema urinario remueve sustancias tóxicas del torrente sanguíneo y conserva sales, glucosa, proteínas y agua; estas acciones las efectúan los riñones, consiguiendo regular la presión arterial, la hemodinámica y equilibrio ácido-básico del cuerpo. El riñón tiene función endocrina, produce renina, eritropoyetina y prostaglandinas, entre otros, y se encarga de convertir un precursor circulante de la vitamina D, en vitamina activa (Gartner & Hiatt, 2010).

Macroscópicamente, los riñones se encuentran sobre la pared dorsal de la cavidad abdominal localizados de forma bilateral, se extienden desde la región lumbar hasta la parte intratorácica de la cavidad abdominal, por debajo de las últimas costillas. La forma del riñón difiere según la especie, la forma más básica es semejante a la de una alubia, en el caso del caballo tiene forma de corazón, pero los bovinos son la excepción presentan la superficie lisa y surcos que delimitan lóbulos renales aislados (König & Liebich, 2005). Bello *et al.* (2013) menciona, en su estudio

realizado en fetos de dromedario (*Camelus dromedarius*), los riñones son irregularmente alargados con forma de frijol o alubia, de superficie externa lisa y que se ubican por debajo de los procesos transversales de las vértebras lumbares. Peña *et al.* (2006) menciona que el riñón de conejo tiene aspecto de guisante y presentan lóbulos, son color marrón y presentan una cápsula renal ancha.

Histológicamente el riñón está dividido en: corteza y médula, cuenta con una unidad funcional llamada túbulo urinífero que está compuesto por la nefrona y túbulo colector; cada riñón tiene alrededor de 1.3 millones de nefronas, considerando que un mismo túbulo colector drena varias nefronas; existiendo 2 tipos de nefronas: corticales y yuxtamedulares; una nefrona está conformada por el corpúsculo renal, estructura oval, que se compone de una madeja de capilares; glomérulo el cual se invagina en la cápsula de Bowman, la cual se compone de podocitos que desempeñan la función de filtración; y el aparato yuxtaglomerular que consiste en mácula densa, túbulo distal y células yuxtaglomerulares (Gartner & Hiatt, 2010).

La gestación de la alpaca dura alrededor de 11.5 meses (Bravo, 2002); otros autores indican que la gestación de la alpaca dura 339.7 ± 12 días (Gazitúa *et al.*, 2001). Existen diferentes fórmulas para la determinación de la edad gestacional; en los CSA la fetometría es una de las más importante, usando medidas como el diámetro biparietal, la profundidad de tórax y la longitud coronilla – rabadilla. Gazitúa *et al.* (2001) y Herrera *et al.* (2002) describieron la utilización de fórmulas para determinar la edad gestacional utilizando las medidas anteriormente mencionadas. En el estudio realizado por Mendoza (2012), se hace referencia que la edad gestacional se puede clasificar en tercios o periodos, se considera que el primer tercio es hasta los 110 días de gestación, el segundo hasta los 220 días de gestación y el tercero mayor a los 220 días de gestación. Existe poca información sobre los conocimientos básicos morfo-funcionales de esta especie; el objetivo es generar información acerca del desarrollo renal durante la etapa fetal, como base para el mejor entendimiento de la fisiología y el entendimiento de las afecciones urinaria de un número de enfermedades que pueden involucrar la disfunción renal en las alpacas (*Vicugna pacos*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 28 fetos de alpaca, obtenidos de hembras gestantes con tiempo de preñez desconocido y condición corporal de 2 a 3, las cuales fueron beneficiadas en el Camal Municipal de la Ciudad de Huancavelica, ubicado en el Departamento de Huancavelica, Perú (12° 47' 06" S, 74° 58' 17" O, 3676 msnm).

Al obtener las muestras se rotuló cada una y se ubicaron en recipientes que contenían formol bufferado al 10% de seis veces el volumen de la muestra, luego de 48 horas se colocaron en alcohol de 70%. Después se trasladaron las muestras a la Ciudad de Lima, para ser procesadas en el Laboratorio de Anatomía y el Laboratorio de Histología y Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FAVEZ) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH).

Posteriormente, para el cálculo de la edad gestacional, se realizó la medición del diámetro biparietal (DBP) con ayuda de un calibre tipo Vernier (Figura N° 1), luego se utilizó la fórmula establecida por Gazitúa *et al* (2001) en alpacas, bajo la siguiente ecuación:

$$\text{Edad gestacional} = (\text{DBP} - 0.11376) \times 47.23287. (r=0.98; P<0.001)$$

La unidad utilizada fue el centímetro (cm). La duración de la gestación se consideró de $339,7 \pm 12$ días, y los tercios de gestación se consideraron de la siguiente manera: primer tercio hasta 110 días, el segundo tercio hasta el día 220 y tercer tercio mayor a 220 días (Ver cuadro 1).



Figura N° 1 Medición del diámetro biparietal en feto de alpaca.

Cuadro N°1. Edad gestacional y clasificación según tercio gestacional de fetos de alpaca. Diámetro biparietal (DBP) y centímetros (cm).

N°	DBP (cm)	Edad gestación (días)	Tercio gestacional
1	1	42	PRIMER
2	1,37	59	PRIMER
3	1,55	68	PRIMER
4	1,57	69	PRIMER
5	1,58	69	PRIMER
6	1,7	75	PRIMER
7	1,8	80	PRIMER
8	1,9	82	PRIMER
9	2	89	PRIMER
10	2	89	PRIMER
11	2,3	103	PRIMER
12	2,57	116	SEGUNDO
13	2,6	117	SEGUNDO
14	2,7	122	SEGUNDO
15	2,8	127	SEGUNDO
16	2,90	132	SEGUNDO
17	3,35	153	SEGUNDO
18	3,4	155	SEGUNDO
19	3,45	157	SEGUNDO
20	3,71	170	SEGUNDO
21	3,88	178	SEGUNDO
22	4,29	197	SEGUNDO
23	4,7	217	SEGUNDO
24	5,6	259	TERCER
25	6,2	287	TERCER
26	6,5	302	TERCER
27	7,12	331	TERCER
28	7,43	346	TERCER

Para el estudio anatómico y su relación topográfica con los órganos abdominales, se colocó el feto en posición de cubito dorsal; se realizó la apertura por la línea media, desde el extremo del cartílago xifoides hasta la sínfisis púbica (Figura N°2).

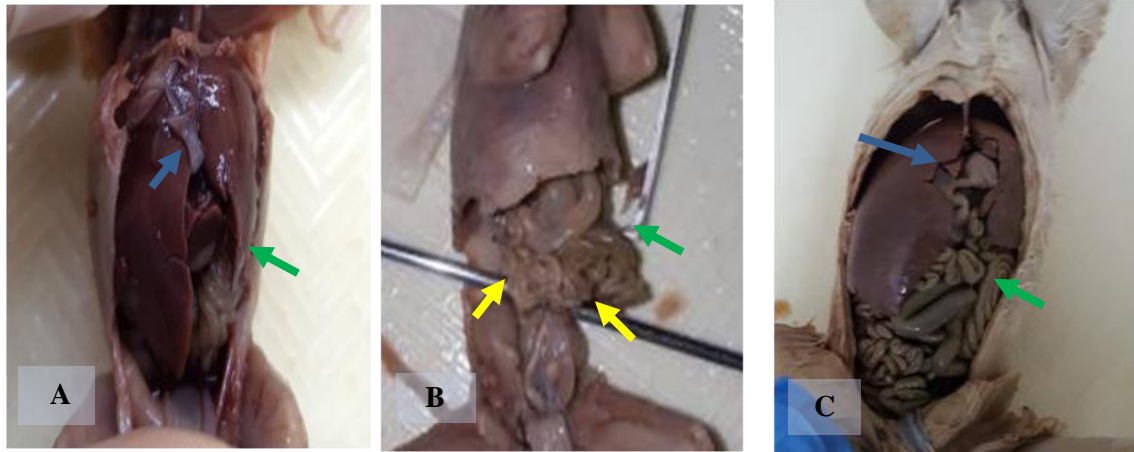


Figura N° 2 Apertura de la cavidad abdominal por línea media. **A.** 89 días de gestación (Primer tercio). **B.** 116 días de gestación (Segundo tercio). **C.** 346 días de gestación (Tercer tercio). Flecha verde: Asas intestinales. Flecha amarilla: Riñones. Flecha azul: Hígado.

Luego se realizó la apertura del abdomen lateral derecho e izquierdo hasta la cavidad peritoneal para visualizar la ubicación del riñón en relación con las vértebras lumbares y/o sacras. Se tuvo como referencia el borde de la última costilla y el extremo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares. Para la exposición de las vértebras se tuvo que incidir en el Músculo longísimo lumbar (Figura N°3, 4 y 5).



Figura N° 3 Ubicación del riñón según vértebras lumbares y/o sacras. Vista lateral izquierda de feto de alpaca del primer tercio (68 días de gestación). Flecha negra: Vértebras L4 - L7. Flecha amarilla: Riñón izquierdo.

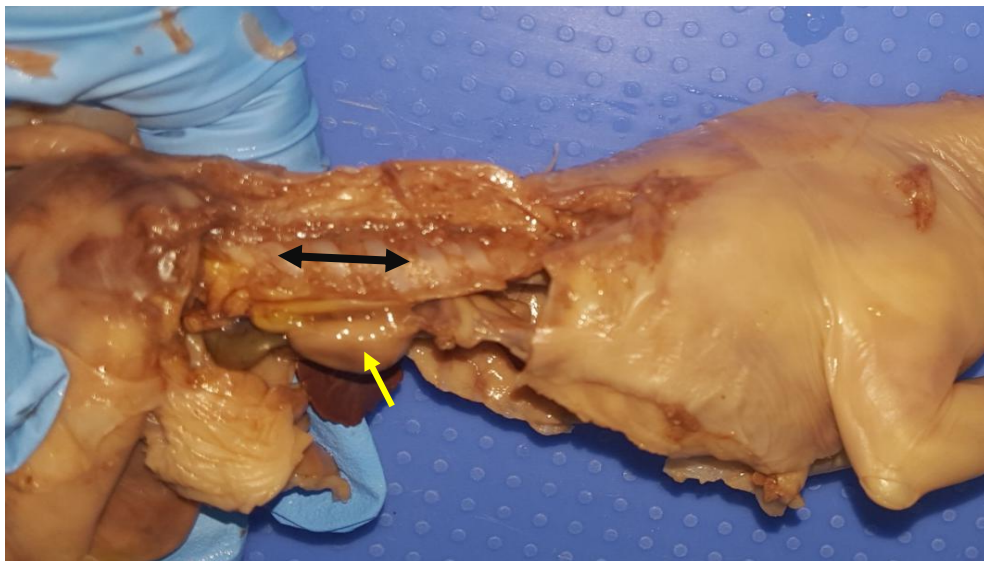


Figura N° 4 Ubicación del riñón según vértebras lumbares y/o sacras. Vista lateral derecha de feto de alpaca del segundo tercio (155 días de gestación). Flecha negra: Vértebras L4 - L6. Flecha amarilla: Riñón derecho.

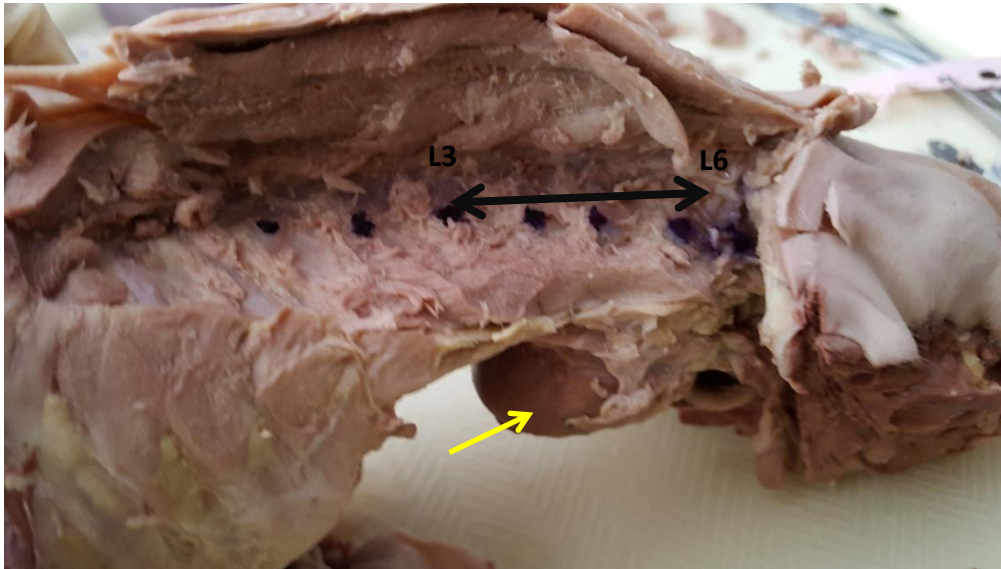
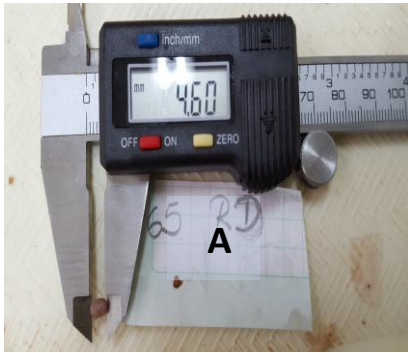


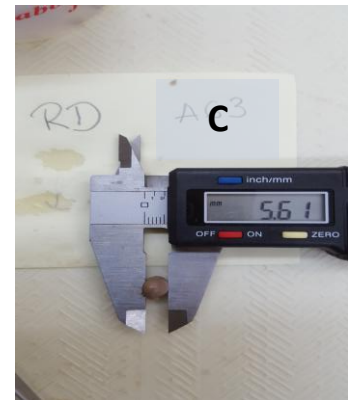
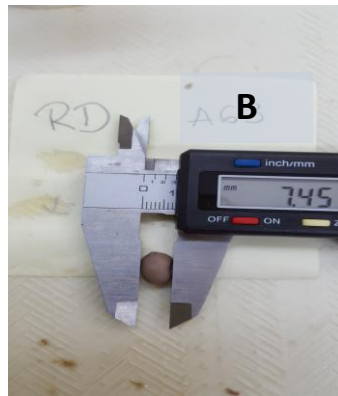
Figura N° 5 Ubicación del riñón según vértebras lumbares y/o sacras. Vista lateral izquierda de feto del tercer tercio (287 días de gestación) lado izquierdo. Flecha negra: Vértebras L3 - L6. Flecha amarilla: Riñón izquierdo.

Posteriormente, en cada riñón previamente rotulado, se utilizó el calibre tipo Vernier para realizar las mediciones de los riñones: Largo, desde el polo craneal hacia al polo caudal a lo largo del eje longitudinal; Ancho, desde el hilio hasta el borde lateral; y la profundidad se midió desde la cara visceral hacia la cara parietal (Figura N°6).

Primer tercio de gestación



Segundo tercio de gestación



Tercer tercio de gestación

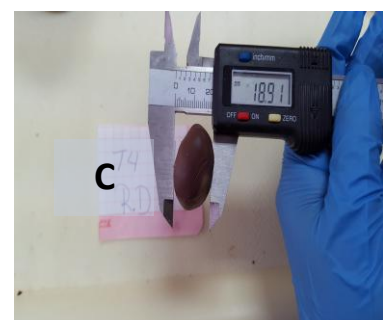
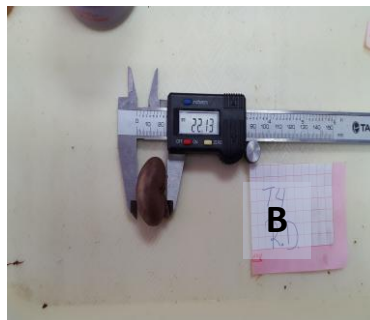


Figura N° 6 Morfometría del riñón de feto de alpaca en cada tercio de gestación. A. Longitud. B. Ancho. C. Profundidad.

Para el estudio histológico, se realizó el corte transversal de los riñones (Figura N°7), y se colocaron en cassetes histológicos debidamente rotulados. Para evitar confusiones se procedió a realizar cortes de diferentes formas para poder identificar el lado correspondiente a cada riñón en las láminas, se utilizó la tinción hematoxilina – eosina (H&E) (Figura N°8).



Figura N° 7 Corte transversal de los riñones.

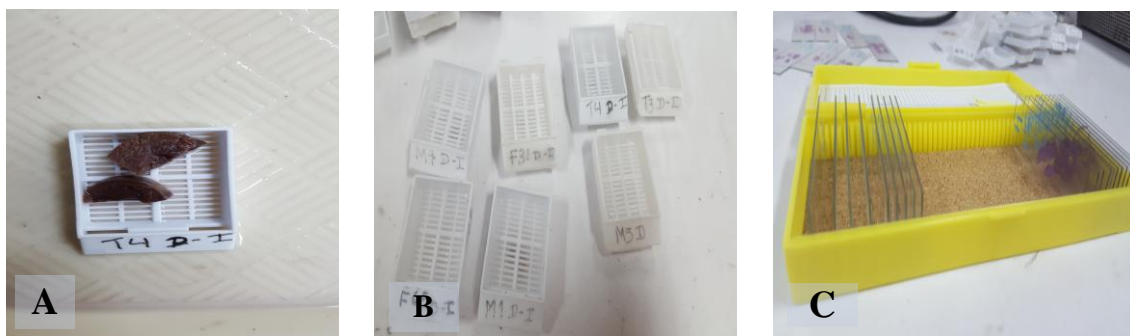


Figura N° 8 **A.** Colocación de las muestras en el cassette de inclusión. **B.** Cassette de inclusión en parafina. **C.** Láminas histológicas de los riñones con tinción H&E.

La descripción macroscópica y microscópica de los riñones se realizó considerando la terminología establecida en la NAV (WAVA 2012).

Los datos cuantificables obtenidos, fueron documentados en una hoja de cálculo en Excel, en donde se agrupó la información según a la categoría a analizar. Luego, los resultados fueron transferidos al programa estadístico SPSS 20.0 para determinar los siguientes parámetros:

1. Se obtuvo la media de la morfometría de los riñones (Longitud, Ancho y Profundidad) según el tercio de gestación.
2. Se determinó la frecuencia relativa de la presentación de la ubicación del riñón (derecho e izquierdo) según su relación con las vértebras lumbares y/o sacras, teniendo en cuenta el criterio de tercio de gestación.

RESULTADOS

Respecto al estudio topográfico, el riñón derecho se observó relacionado al hígado y asas yeyunales, mientras que el izquierdo se relacionaba con el bazo y las asas yeyunales.

En el lado derecho, el hígado ocupó gran parte de la cavidad abdominal craneal y media, sobre todo en el primer y segundo tercio de la gestación; en el tercer tercio de gestación se observó el lóbulo derecho del hígado más largo que el izquierdo. Hacia caudal del hígado, se encontró el estómago y las asas intestinales que aumentaban de tamaño conforme avanzaban la gestación.

En el lado izquierdo, el bazo se localizó craneal del riñón izquierdo uniéndose con este mediante el ligamento espleno - renal, y se relacionó hacia ventral con las asas intestinales. Este órgano aumentó de tamaño conforme avanzaba la gestación.

Los riñones se encontraron dorsales de las asas intestinales y craneales de las gónadas; su tamaño aumentó considerablemente en el segundo y tercer tercio de gestación. La ubicación y forma de los órganos de la cavidad abdominal por tercio gestacional se puede observar en la Figura N°2.

En el primer tercio, se observó los riñones redondos muy pequeños, de color rojo claro y la superficie lisa, con poca grasa perirrenal y la cápsula renal muy delgada (Figura N° 9).



Figura N° 9 Muestras de riñones de fetos de alpaca del primer tercio de gestación (hasta los 110 días de gestación). **A.** Riñones *in situ*. **B. y C.** Los riñones se retiraron del feto para su medición.

En el segundo tercio de gestación se evidenció que el riñón izquierdo se ubicó más caudal que el riñón derecho; se observó alrededor la grasa perirrenal en poca cantidad. La forma del riñón era similar a un frijol o alubia pequeña (Figura N°10).

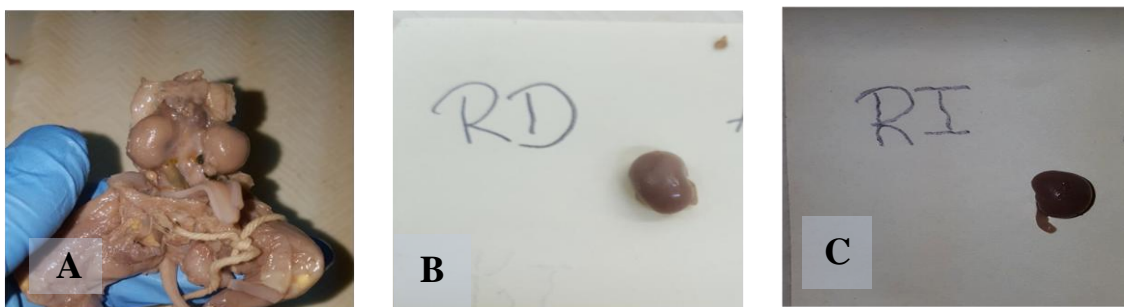


Figura N° 10 Muestra de riñones de fetos de alpaca del segundo tercio de gestación (111 hasta 220 días de gestación). **A.** Riñones in situ con poca grasa perirrenal. **B.** Riñón derecho, en forma de frijol y de color rojizo. **C.** Riñón izquierdo, en forma de un frijol de color rojizo.

En el tercer tercio de gestación, la cápsula renal era gruesa y de color blanquecino translúcido, cubierta con abundante grasa perirrenal la que se hallaba en mayor cantidad en la región del hilio; en esta etapa de la gestación se observó mejor la diferencia de la posición de los riñones, el riñón derecho se encontró más craneal que el riñón izquierdo. El riñón derecho tenía forma de frijol alargado, y el riñón izquierdo era más ovalado o redondo; ambos presentaron superficie lisa, además, se evidenciaba la compresión de las vísceras cercanas (Figura N°11). Adicionalmente, en este último tercio se observó las glándulas suprarrenales muy pequeñas y con forma piramidal adheridas a los riñones hacia su porción cráneo-medial (Figura N°11 - F).

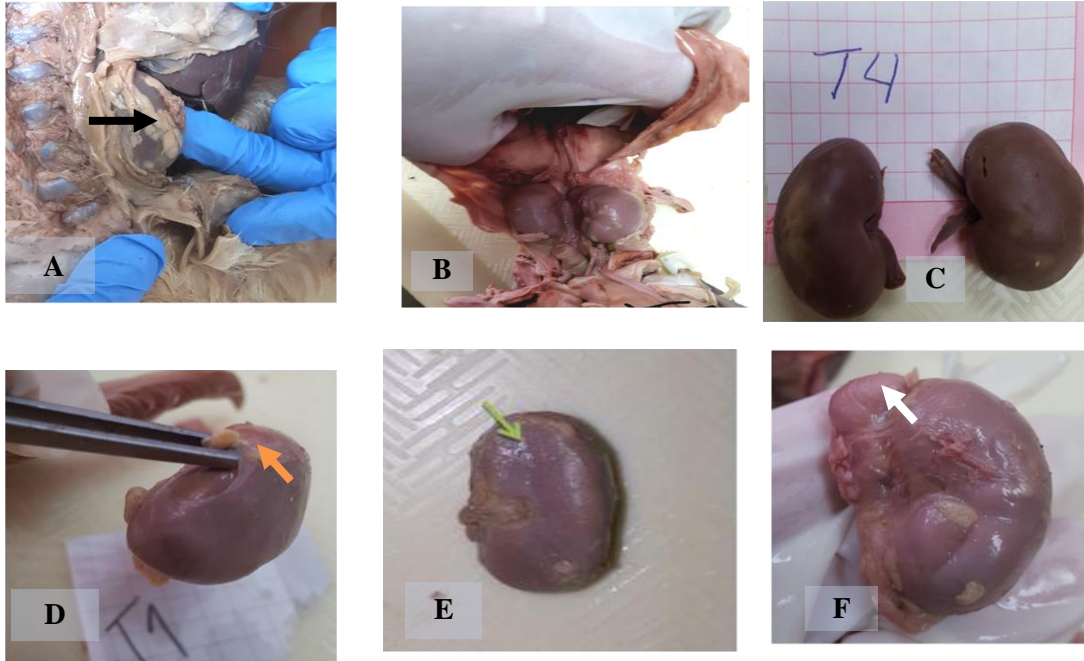


Figura N° 11 Muestra de riñones de fetos de alpaca del tercer tercio de gestación (mayor a 220 días de gestación). **A.** Riñón derecho *in situ* con abundante grasa perirrenal (Flecha negra). **B.** Riñones *in situ*, riñón derecho ligeramente más craneal que el riñón izquierdo. **C.** Ambos riñones fuera de cavidad. **D.** Cápsula renal blanquecina (flecha naranja). **E.** Depresión en la cara visceral del riñón (flecha verde) **F.** Glándula suprarrenal en el polo craneal de riñón derecho (flecha blanca).

Ubicación de los riñones según su relación con las vértebras lumbares

(L) y/o Sacras (S)

La Tabla N°1 muestra la frecuencia de la ubicación del riñón, según vértebras lumbares y/o sacras en relación al tercio de gestación. Desde el segundo tercio, el riñón izquierdo se ubicó más caudal que el derecho, encontrándose a una distancia de una a dos vértebras.

Tabla N°1 Frecuencia de la ubicación del riñón en relación a las vértebras lumbares y/o sacras.

	Ubicación	Riñón derecho	Riñón izquierdo
Primer tercio	L4 - L6	2	0
	L5 - L7	0	5
	L3 - L6	4	0
	L3 - L5	0	0
	L3 - L7	2	0
	L4 - L7	3	6
	Total	11	11
Segundo tercio	L5 - L7	1	7
	L4 - L7	6	3
	L6 - L7	0	1
	L5 - L6	0	1
	L4 - L6	2	0
	L3 - L6	2	0
	L3 - L7	1	0
	Total	12	12
Tercer tercio	L4 - L6	0	1
	L3 - L6	2	1
	L4 - L7	1	2
	L5 - L7	0	1
	L3 - L7	2	0
	Total	5	5

Morfometría de los riñones

En la Tabla N° 2 se muestra la longitud, el ancho y la profundidad de los riñones según lado y tercio de gestación. Los parámetros morfométricos de los riñones iban en aumento conforme avanzaba la gestación.

Tabla N°2 Parámetros morfométricos (Media \pm DS) del riñón izquierdo y del riñón derecho en relación con el tercio de gestación.

Tercio de gestación	Primer Tercio	Segundo Tercio	Tercer Tercio
Número de ejemplares	11	12	5
Promedio Longitud			
Riñón Derecho	0,63 \pm 0,06	1,27 \pm 0,08	3,23 \pm 0,12
Riñón Izquierdo	0,61 \pm 0,05	1,19 \pm 0,08	3,14 \pm 0,13
Promedio Ancho			
Riñón Derecho	0,43 \pm 0,04	0,80 \pm 0,03	1,99 \pm 0,08
Riñón Izquierdo	0,43 \pm 0,04	0,88 \pm 0,06	2,13 \pm 0,17
Promedio Profundidad			
Riñón Derecho	0,34 \pm 0,04	0,68 \pm 0,04	1,58 \pm 0,10
Riñón Izquierdo	0,33 \pm 0,03	0,70 \pm 0,04	1,56 \pm 0,04

Características histológicas del riñón

Al estudio microscópico, los diferentes componentes del riñón mostraron cambios de maduración según tercio de gestación la que se describe a continuación:

Primer tercio

En este tercio de gestación, no se observó una delimitación definida de la zona cortical y la medular. En la corteza renal se observó la zona nefrogénica delgada y de tinción más oscura,

mostrando corpúsculos renales en desarrollo y túbulos inmaduros (Figura N°13). La médula estuvo constituida por células mesenquimales, tejido conectivo y túbulos colectores en desarrollo; hacia el final de este tercio se pudo observar que los túbulos colectores invadían la zona cortical (Figura N°14).

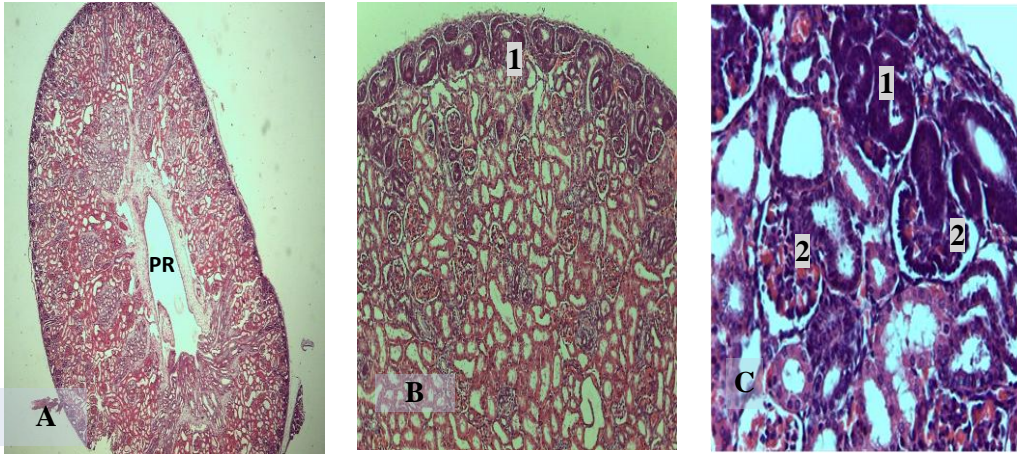


Figura N° 13 Corte transversal de riñón de feto de alpaca del primer tercio de gestación. **A.** Riñón, pelvis renal (PR) (2.5X) **B.** Corteza renal (10X) **C.** Corteza renal (40x). Zona nefrogénica (1) y corpúsculos renales en desarrollo (2). Tinción H&E.

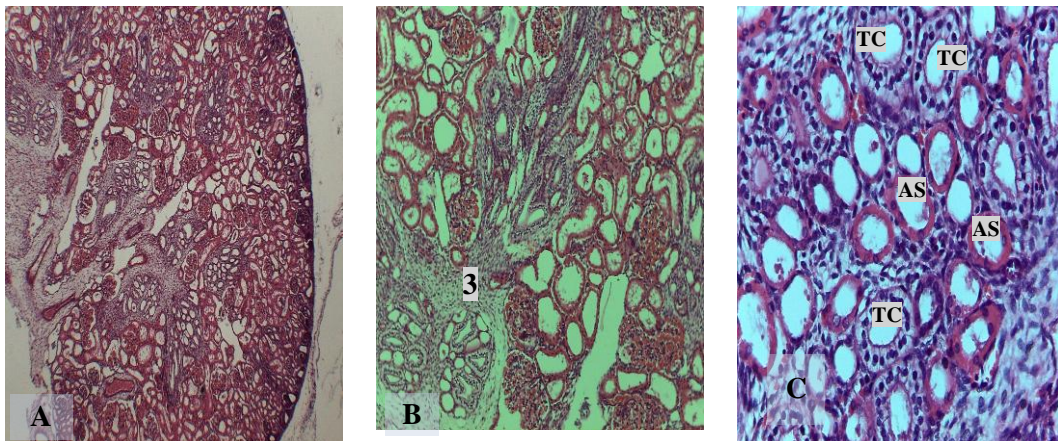


Figura N° 14 Corte del riñón de feto de alpaca del primer tercio de gestación. **A.** Riñón (4X). **B.** Zona medular, formación de túbulos colectores, corte longitudinal (3) (10X). **C.** Corte transversal de Túbulos colectores (TC) y asa de Henle (AS), rodeados de células mesenquimales y tejido conectivo (40X). Tinción H&E.

Segundo tercio

En esta etapa del desarrollo, se observó mayor número de corpúsculos renales desarrollados y en la parte media de la zona cortical. Los túbulos contorneados proximales y túbulos contorneados distales aumentaron en cantidad y fueron más fácil diferenciarlos (Figura N°15). La zona medular se fue diferenciando conforme avanzó la gestación, se pudo observar que los túbulos colectores invadían la zona cortical. En este tercio se observó mayor número de túbulos colectores desarrollados, al igual que los grupos de segmentos de Asa de Henle (FiguraN°16).

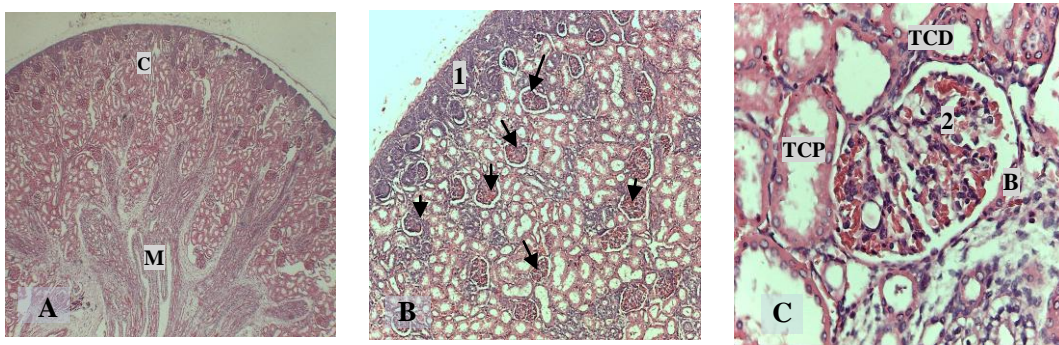


Figura N° 15 Corte del riñón de feto de alpaca del segundo tercio de gestación. **A.** Riñón: corteza (C) y médula (M) (4X) **B.** Corteza renal, zona nefrogénica (1) y abundantes corpúsculos renales desarrollo (flecha) (10X). **C.** Glomérulo (2), cápsula de Bowman (B) Túbulo contorneado proximal (TCP) y túbulo contorneado distal (TCD) (40X). Tinción H&E.

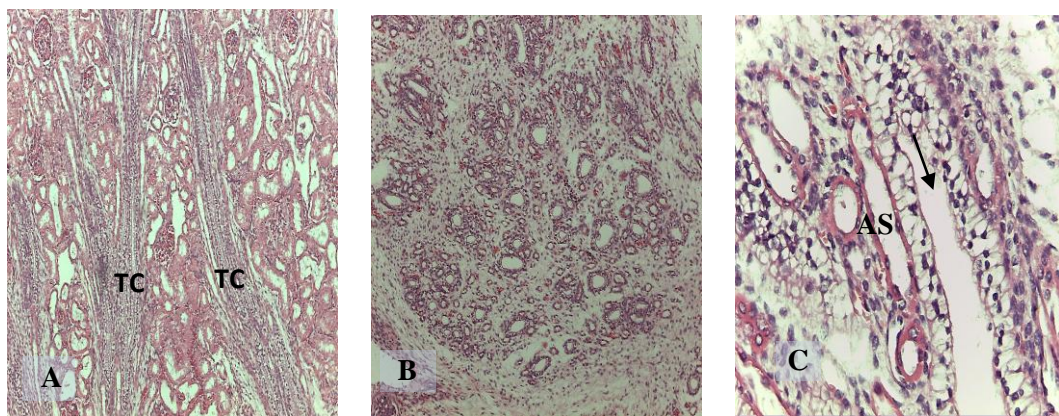


Figura N° 16 Corte del riñón de feto de alpaca del segundo tercio de gestación. **A.** Corte longitudinal de los Túbulos colectores (TC), invadiendo la zona de la corteza (10X). **B.** Zona Medular (40x): túbulos colectores en desarrollo y segmentos del asa de Henle, corte transversal. **C.** Túbulo colector (flecha) y asa de Henle (AS) (40X). Tinción H&E.

Tercer tercio

En esta etapa de la gestación, se observó mejor la diferenciación entre la corteza y médula. La corteza presentó una disminución visible de la zona nefrogénica, pero aún se podía observar la formación de glomérulos, el resto de la zona cortical se observó muy desarrollada con numerosos corpúsculos renales, túbulos proximales y distales, también se observó túbulos colectores que invadieron la corteza (Figura N°17). La zona medular se observó con mayor presencia de túbulos colectores desarrollados y asa de Henle (Figura N°18).

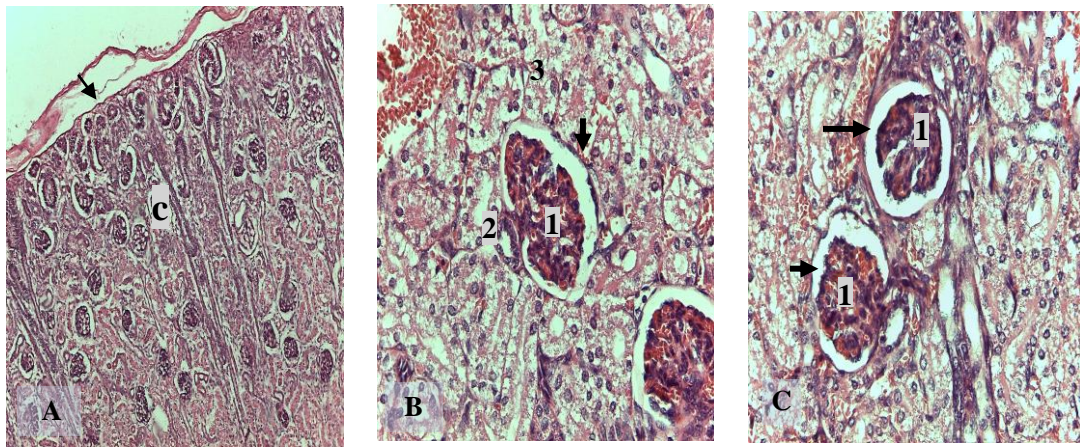


Figura N° 17 Corte del riñón de feto de alpaca del tercer tercio de gestación. **A.** Riñón, cápsula renal (flecha delgada), Corteza renal (c) (10X). **B.** Glomérulo (1), Túbulo contorneado distal (2), cápsula de Bowman (flecha), túbulos proximales (3) (40X). **C.** Glomérulo (1) y cápsula de Bowman (flecha) (40X). Tinción H&E

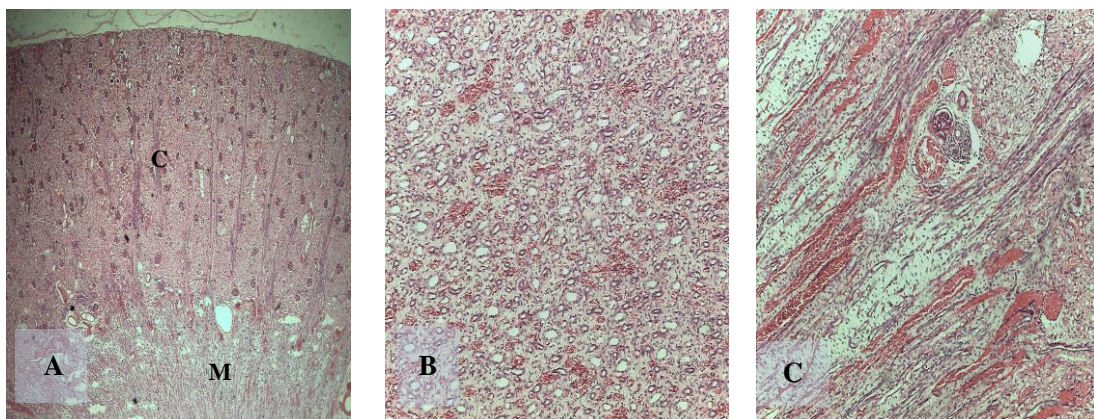


Figura N° 18 Corte del riñón de feto de alpaca del Tercer tercio de gestación. **A.** Riñón, corteza renal (c) y zona medular (M) (4X). **B.** Zona medular: Túbulos colectores, corte transversal (40x). **C.** Túbulos colectores, corte longitudinal (40X). Tinción H&E.

DISCUSIÓN

Los fetos utilizados fueron obtenidos del frigorífico Municipal de la Ciudad de Huancavelica, ubicado en el Departamento de Huancavelica, Perú; donde no se contaba con información de la fecha de empadre, por lo tanto, la edad de gestación se estimó mediante medición del diámetro biparietal de acuerdo a la fórmula utilizada por Gazitúa *et al.* (2001). Sabbagha (1987) mencionó que el cálculo del diámetro biparietal es una de las maneras más efectivas para determinar la fase de gestación en humanos; tiene la mejor correlación con la edad de gestación en diferentes especies, incluyendo los rumiantes (Parraguez *et al.*, 2000) y primates no humanos (Corradini *et al.*, 1998). Por otra parte, se ha utilizado en diferentes estudios en embriones y fetos de camélidos sudamericanos (Mendoza, 2012; Mendoza *et al.*, 2013; Ferradas, 2014).

En relación al estudio topográfico, en la región abdominal lateral derecha se encontró el hígado, asas intestinales y el riñón derecho; hacia el lado izquierdo se observó el bazo y el riñón izquierdo que aumentaron de tamaño conforme avanzó la gestación. Lo encontrado en este estudio topográfico de la cavidad abdominal coincide con lo reportado por Castro *et al.* (2010), quienes realizaron un estudio en llamas, encontrando que en la región abdominal derecha se encuentra el hígado, porciones de intestino y, por debajo de estos el riñón derecho; hacia el lado izquierdo del abdomen, encontraron el estómago porción craneal, el bazo y las asas intestinales; asimismo indicó que en el segundo y tercer tercio de gestación el hígado aumentó ligeramente de tamaño, ocupando el hipocondrio derecho, la región xifoidea e hipocondrio izquierdo. Ferradas (2014), quien realizó un estudio en fetos de alpaca, mencionó que en el primer y segundo tercio de gestación el hígado ocupó la mayor parte de la cavidad abdominal derecha, la región xifoidea y región ventral hipocondrio izquierdo, pero conforme avanzó la gestación y el feto se alargaba el hígado ocupó menor parte de cavidad abdominal.

En este estudio los riñones se encontraron inmediatamente dorsales a las asas intestinales y craneales de las gónadas, adheridos al techo de la cavidad abdominal mediante el peritoneo; también se observó que ambos riñones se localizaron por debajo de la apófisis transversa de las vértebras lumbares. El riñón derecho se relacionó hacia craneal con el lóbulo derecho del

hígado; y en relación con la cara visceral del riñón se encontró la gónada y las asas intestinales. El riñón izquierdo se relacionó hacia craneal con el bazo; hacia ventral con las asas intestinales y gónada. Lo descrito tiene similitud con lo encontrado por Ferradas en el (2014), quien realizó un estudio en cuernos uterinos de fetos de alpaca, describió que a edades tempranas los riñones se encontraban en la porción caudal de la cavidad abdominal, el riñón derecho se relacionó hacia craneal con el hígado, mientras que el riñón izquierdo se relacionó con el bazo; y que ambos riñones se relacionaban hacia medial con el ovario. Además, en estudios realizados en fetos de dromedario mencionan que los riñones se localizaron por debajo de los procesos transversales de las vértebras lumbares (Bello *et al.*, 2013; Salehi & Morovati, 2012), también se menciona en un estudio realizado en fetos de cerdo (Sarma & Ahmed, 2007).

Con respecto a la ubicación del riñón según vértebras lumbares, se encontró que el riñón izquierdo tiene una posición más caudal que el riñón derecho, se obtuvo la diferencia de una a dos vértebras en relación con el riñón derecho. Lo que coincide con el estudio realizado por Bello *et al.* (2013), en fetos de dromedario, indicaron que el riñón derecho es más craneal que el riñón izquierdo. Además, Ferradas en el (2014), que realizó un estudio sobre cuernos uterinos de fetos de alpaca, mencionó que el compartimiento craneal del estómago ocupó gran parte de la región lateral izquierda de la cavidad abdominal, lo que podría influenciar en la ubicación del riñón y ovario izquierdo que siempre fueron más caudales en relación con el riñón y ovario derecho, y que el compartimiento craneal del estómago presionaría hacia caudal las demás vísceras que se localizan hacia lado izquierdo de la cavidad abdominal . Así, este posicionamiento craneal del riñón derecho puede deberse a la relación con el crecimiento de los diferentes órganos de la cavidad abdominal y pélvica (Salehi & Morovati, 2012).

La forma del riñón del feto de alpaca en este estudio mostró similitud a lo reportado en el feto de dromedario que tiene forma de frijol y que se cubre de un tejido fibroso, además de presentar tejido adiposo en la región del hilio (Bello *et al.*, 2013; Salehi & Morovati, 2012).

En cuanto a la morfometría de los riñones, se encontró que la longitud, el ancho y la profundidad aumentaron conforme avanzaba la gestación. En el último tercio el riñón aumentó considerablemente de tamaño, además, se determinó que el riñón derecho era ligeramente más largo que el riñón izquierdo. Según Sarma & Ahmed (2007), en fetos de cerdo, el riñón derecho es más largo que el riñón izquierdo en todos sus grupos, situación que también se daba con el ancho. Por otro lado, Bello *et al.* (2013) y Mahajan *et al.* (2015) mencionan que, en fetos de dromedario, en los últimos tercios de gestación el riñón izquierdo es más largo que el derecho.

En relación al estudio histológico, en el primer tercio de gestación se observó la zona nefrogénica, glomérulos y túbulos en desarrollo mientras que la médula aún no se aprecia definida; en el segundo tercio de gestación en la corteza se mostró la zona nefrogénica con mayor cantidad de corpúsculos renales desarrollados y túbulos en desarrollo, en la zona medular se observó que los túbulos colectores invaden la zona cortical; en el tercer tercio de gestación en la corteza ya no se observa la zona nefrogénica, se observaron los corpúsculos renales desarrollados en mayor cantidad, túbulos proximales y distales en mayor cantidad y de fácil diferenciación, la zona medular se evidencia con un aumento de los túbulos colectores y tejido conectivo. Lo encontrado en este estudio coincide con lo reportado por Bello *et al.* (2013), quienes analizaron en fetos de dromedario y describieron que en el primer tercio de gestación en la corteza se observó la zonas nefrogénica y glomérulos en desarrollo, además que no había una distribución homogénea de los glomérulos en desarrollo y en la zona medular presentó túbulos colectores en desarrollo rodeados de células mesenquimales que formarán el tejido conectivo; en el segundo y tercer tercio de gestación mencionaron que el número de células mesenquimales disminuyó, aumentó el número de glomérulos maduros y aparecieron el sistema de conductos inmaduros. Asimismo, lo hallado en el presente estudio también se relaciona con lo descrito por Osman *et al.* (2012), quienes realizaron un estudio en fetos de camello, que conforme avanzó la gestación se incrementó la cantidad de corpúsculos renales desarrollados, estos se ubicaron hacia la zona media de la corteza, también indicaron que aumentó considerablemente el número de túbulos contorneados proximales y túbulos contorneados

distales y que era más factible el poder diferenciarlos; indicaron que en la zona medular se observó los túbulos colectores que aumentaron en cantidad y estaban rodeados de tejido conectivo. Además, mencionaron que en la última etapa de la gestación la corteza y la médula presentaban todos sus componentes renales debidamente desarrollados. Todo lo anteriormente descrito confirma lo encontrado en este estudio.

CONCLUSIONES

- Los riñones se encontraron por debajo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares, desde la L3 a L7 riñón derecho y L4 a L7 riñón izquierdo.

- La posición y tamaño del estómago, hígado y asas yeyunales en fetos de alpacas influyen en la forma y posición del riñón.

- Las medidas obtenidas de longitud y profundidad son mayores en el riñón derecho, mientras que el riñón izquierdo es más ancho.

- Se determinó que el riñón izquierdo era más caudal que el riñón derecho desde el segundo tercio de gestación.

- A nivel microscópico, en el primer tercio se encontró una zona nefrogénica en la corteza poco diferenciada; en el segundo tercio se observó proliferación de glomérulos en corteza y formación de túbulos en médula; mientras que en el tercer tercio se observó el desarrollo completo de los corpúsculos renales, túbulos contorneados y túbulos colectores.

LITERATURA CITADA

- Bello, A., Lawal, U.F., Onyeanusi, B.I., Sonfada, M.L., Uramu M.A., Onu, J.E., Shehu S.A., Umar, A. 2013. Prenatal Development of the kidney of One – Humped camel (*Camelus dromedarius*) – A histomorphometric study. Afr. J. Biomed. 16; 31- 37.
- Bravo, W. 2002. Female Reproduction. The Reproductive Process of South American Camelids. pp 1-29.
- Castro, A., Dominguez, M., Gómez, S., Mendoza Torres, G., Ghezzi, M. 2010. “XXII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias”. Proyección de las vísceras abdominales en llama (*Lama glama*): En Estudios comparativo en adultos y fetos en el último mes de gestación. Lima, Perú. En: Ferradas, C. (2014). Factores morfológicos que intervienen en la ontogenia de los cuernos uterinos de la alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis Título Profesional. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Corradini, P., Recabarren, M., Serón-Ferré, M., Parraguez, V.H. 1998. Ultrasound study of prenatal growth in the capuchin monkey (*Cebus apella*). En: Gazitúa, F.J., Corradini, P., Ferrando, G., Raggi, L.A., & Parraguez, V.H. 2001. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). Animal Reproduction Science; 66: 81-92.
- Ferradas, C. 2014. Factores morfológicos que intervienen en la ontogenia de los cuernos uterinos de la alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis Título Profesional. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Gartner, L. P., Hiatt, J.L., Araiza, M. E., & Saavedra, J. S. 2008. *Texto Atlas de Histología*. McGraw Hill Interamericana. Pp 437- 462.

- Gazitúa, F.J., Corradini, P., Ferrando, G., Raggi, L.A., & Parraguez, V.H. 2001. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science*; 66: 81-92.
- König, H. E., & Liebich, H. 2005. *Anatomía de los Animales Domésticos: texto y atlas en color*. 2da Edición. España: Editorial médica panamericana. pp. 103-118.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and General Assembly of the world Association of Veterinary Anatomists (WAVA). 2012. *Nomina Anatómica Veterinaria*. Quinta Edición. Editorial Committee Hannover, Columbia, Ghent y Sapporo. 177p.
- Herrera, E., Riquelme, R., Sanhueza, E., Raggi, L., & Llanos, A. 2002. Use of fetal biometry to determine fetal age in late pregnancy in llamas. *Animal Reproduction Science*, 74 (1-2): 101-109.
- Mahajan, T., Sarma, K., Suri, S., Devi, J. 2015. Topographical and Gross Morphological development of the kidneys in goat foetii (*Capra hircus*). *Indian Veterinarian Journals*, 92(11):50-53.
- Mendoza, G.J. 2012. Modelo del a irrigación sanguínea materno fetal en la llama (*Lama glama*) y alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis doctoral. La plata, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. 128p.
- Mendoza, G.J., Echevarría, L., Llerena, C., Castro, A., Dominguez, M., Gómez, S. 2013. Comparación morfológica entre el útero fetal y el útero adulto de la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*). *ST veterinaria*. 1:1-6.
- Novoa, C. 2007. Camélidos sudamericanos. Sitio argentino de producción Animal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). [acceso junio 12, 2016]. Sitio web: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/119-fao.pdf

- Nuevo Freire C. M. 1994. *Sinopsis de historia natural de los camélidos sudamericanos*. En: Excerpta Anatómica Camelidae, Edit. FUCASUD: 3-9.
- Osman, A.H., Farouk, S.M., Eidaroos, H., Abbott. & Ahmed, A.A. 2012. Prenatal Metanephrogenesis of the Camel: evidence of Epithelial-Mesenchymal interaction. *Anatomía Histología Embryología*. 43:2,141-152.
- Parraguez, V.H., Duchens, M., Prado, M., Sales, F. 2000. XI Congreso Nacional de Medicina Veterinaria. Ecographic study of the prenatal growth in Suffolk ewes. Santiago de Chile. En: Gazitúa, F.J., Corradini, P., Ferrando, G., Raggi, L.A., & Parraguez, V.H. (2001). Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science*; 66: 81-92.
- FAO. 2005. Situación Actual de los Camélidos Sudamericanos en el Perú. Junio 13, 2016, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Sitio web:
[http://tarwi.lamolina.edu.pe/~emellisho/zootecnia_archivos/situacion%20alpcas%20peru.pdf].
- Paolicchi, F. 1997. Los camélidos sudamericanos en la Argentina aspectos generales y rol del Médico Veterinario. *Rev. Medicina Veterinaria Argentina*, 78:100-5.
- Peña, C.E., Romero, M.I., Vásquez, B., & Del sol, M. 2006. Determinación de Parámetros Estereológicos en el Riñón de Conejo (*Oryctolagus cuniculus*). *Int. J. Morphol.*, 24(3):331-334.
- Sabbagha, R.E. 1987. Gestational age. En: Gazitúa, F.J., Corradini, P., Ferrando, G., Raggi, L.A., & Parraguez, V.H. 2001. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science*; 66: 81-92.

Salehi, E. & Morovati, M. S. 2012. Kidney Morphogenesis during Prenatal Development in *Camelus dromedaries* Embryos. J. Anim. Vet. Adv.1 (6): 822-825.

Sarma, k. & Ahmed, B. 2007. Morphogenesis of kidney in crossbed pig (*Sus Scrofa*) foetii. Int.J. Morphol., 25(1):129-132.