

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Estudio de la diferenciación prenatal del útero de la alpaca (*Vicugna pacos*) entre el primer y segundo tercio de gestación

Cusi FERRADAS^{1*}, Galy MENDOZA¹, Cielo LLERENA¹, Claudio BARBEITO², Alejandra CASTRO³, Marcelo GHEZZI³

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH)

² Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

³ Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN)

* cusi.ferradas@upch.pe

Aceptado para publicación: 01 de Octubre de 2015

Study of the Prenatal Differentiation of the Uterus of the Alpaca (*Vicugna pacos*) Between First and Second Trimester of Gestation

ABSTRACT

In adult alpaca and in fetuses in the last third of gestation, the left uterine horn is larger than the right one, and the left also presents an advantage regarding blood irrigation compared to the right. The present study has tried to identify the moment in which the uterine horns size differentiation occurs and the anatomical factors influencing this difference. The research was based on the topographical relationship between the uterine horns with neighboring organs and the vascularization development. With this goal, female fetuses obtained from Camal Municipal, City of Huancavelica, Peru, were processed. The topographical study results indicated the influence of the stomach and the spleen developments upon the shape and the positioning of the uterus, as well as the influence of the way the sigmoid colon flexes over the right uterine horn. The study has found a significant difference between the width of the paramesonephric ducts during the first third of the gestation and between the length and width of the uterine horns in fetuses at the beginning of the second third. Macroscopically, a vascular pattern was found similar to the one in uteri from the last third and adults, finding a communicating branch between the uterine arteries.

The study concludes that the uterine horns size differentiation is evident at the start of the second third of gestation and this condition is influenced by the abdominal viscera position and size, allowing a larger development of the left uterine horn.

Key words: Alpaca, uterine horn, ontogeny

RESUMEN

En la alpaca adulta y en fetos de tercer tercio de gestación, el cuerno uterino izquierdo es más grande que el derecho, además de que presenta ventaja en cuanto a la irrigación. El presente trabajo buscó identificar el momento de diferenciación del tamaño de los cuernos uterinos y los factores anatómicos que influyen esta diferencia, basándose en las relaciones topográficas de éstos con los órganos vecinos y en las características vasculares. Con tal fin, se trabajaron muestras de fetos hembras de diferentes tamaños obtenidos en el Camal Municipal de la Ciudad de Huancavelica, Perú. Los resultados del estudio topográfico indicaron la influencia del desarrollo del estómago y del bazo sobre la forma y la posición del útero, así como la influencia de la flexura del colon sigmoideo sobre el menor tamaño del cuerno uterino derecho. Además, se encontró diferencia significativa entre las medidas del ancho de ambos conductos paramesonéfricos durante el primer tercio de gestación, y entre las medidas del largo y el ancho de los cuernos uterinos en fetos al inicio del segundo tercio gestacional. Macroscópicamente, se observó un patrón vascular similar al de úteros de tercer tercio de gestación y de animales adultos, encontrando una rama comunicante entre las arterias uterinas.

Se concluye que la diferenciación del tamaño de los cuernos uterinos es evidente en el inicio del segundo tercio gestacional y que esta condición está influenciada por la posición y el tamaño de las vísceras abdominales, lo que permite un mayor desarrollo del cuerno uterino izquierdo.

Palabras claves: Alpaca, cuerno uterino, ontogenia

INTRODUCCIÓN

Macroscópicamente, el tracto genital hembra de los Camélidos Sudamericanos (CSA) está formado por dos ovarios; dos oviductos; un útero, conformado por dos cuernos, un cuerpo y un cuello; la vagina y la vulva (Sato y Montoya, 1990; Bravo, 2002).

En las alpacas y llamas el cuerno uterino izquierdo es más grande que el derecho (Bravo, 2002). Esta diferencia era antes atribuida al hecho de que del 95 al 98,4% de las preñeces ocurren en el cuerno uterino izquierdo (Fowler, 1998; Mendoza, 2011). Sin embargo, esta particularidad fue observada desde la vida fetal por Del Campo et al. (1996) quienes reportaron, en fetos de segundo tercio de gestación, un diámetro de los cuernos uterinos izquierdo y derecho de $6,7 \pm 0,6$ mm y $5,8 \pm 0,5$ mm, respectivamente. Además, Mendoza et al. (2013) reportaron que en el tercer tercio de gestación existe diferencia significativa entre el tamaño de los cuernos uterinos.

En la alpaca adulta, el útero está irrigado de forma bilateral por la rama uterina de la arteria ovárica y la rama uterina de la arteria vaginal. El drenaje sanguíneo se da por medio de las respectivas venas colaterales (Del Campo, 1996; Sato et al., 1998). Mendoza et al. (2012), comprobaron que el modelo de irrigación uterina favorece al cuerno uterino izquierdo, dado a que éste recibe mayor aporte sanguíneo a partir de una rama comunicante originada en la arteria uterina derecha, la cual cruza a través del ligamento intercornual. Del Campo et al. (1996) observaron que esta rama comunicante está presente desde la vida fetal.

El sistema urogenital se origina a partir del mesodermo intermedio. Cuando el embrión cambia de forma plana a cilíndrica, el mesodermo intermedio se desplaza hacia los lados de la aorta y forma las crestas urogenitales, con la parte externa formará la cresta urinaria y con la interna la cresta genital. En los mamíferos, la formación de los riñones se da con la aparición de tres generaciones de primordios renales: pronefros, mesonefros y metanefros, los cuales aparecen en sentido craneal a caudal. Tanto el pronefros como el mesonefros son órganos transitorios, mientras que el metanefros se diferencia para formar el riñón definitivo (Sinowatz, 2010).

Al inicio del desarrollo embrionario, ambos sexos poseen conductos genitales mesonéfricos (de Wolff)

o paramesonéfricos (de Müller). Estos últimos desarrollan paralelos a los conductos de Wolff, en una posición más lateral. Sin embargo, en su recorrido hacia caudal, los conductos paramesonéfricos cruzan a los conductos de Wolff, haciéndose más mediales que éstos en la parte más caudal. La región craneal de los conductos paramesonéfricos formará los oviductos, mientras que en la región caudal al pliegue inguinal (gubernáculo) cada conducto paramesonéfrico se vuelve un cuerno uterino. Más hacia caudal, ambos conductos giran hacia medial y se fusionan, convirtiéndose en el cuerpo uterino, la cérvix y el tercio craneal de la vagina (Sinowatz, 2010).

El objetivo de este trabajo fue identificar los factores anatómicos que intervienen en el mayor o menor desarrollo de los cuernos uterinos de la alpaca durante su desarrollo prenatal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 25 fetos hembra de diferentes edades (ver Cuadro 1) provenientes de alpacas gestantes elegidas al azar, con tiempo de preñez desconocido, que presentaban condición corporal entre 2 y 3 según la escala de la Australian Alpaca Association (2008), beneficiadas en el Frigorífico Municipal de la Ciudad de Huancavelica, ubicado en la Región Huancavelica, Perú ($12^{\circ} 47' 06''$ S, $74^{\circ} 58' 17''$ O, 3676 msnm).

Las muestras fueron fijadas en formol por 48 horas y luego colocadas en alcohol de 50° . Posteriormente, fueron transportadas a la ciudad de Lima, donde se realizó la determinación del sexo mediante la observación de los genitales externos y el cálculo de la edad gestacional utilizando la ecuación establecida por Gazitúa et al., en el 2001.

Para el estudio de la ubicación del útero y su relación topográfica con los demás órganos de las cavidades abdominal y pélvica, se realizó la apertura del lado derecho e izquierdo, tomando como referencias la tuberosidad coxal, el borde externo de las apófisis transversas de las vértebras lumbares, el borde de la última costilla y una línea paralela a la línea media ventral. Se reflejaron los planos musculares, la fascia transversa y el peritoneo parietal. Se determinó la ubicación del hígado, el riñón y el ovario, en el lado derecho; y, del estómago, el bazo, el riñón y el ovario, en el lado izquierdo, tomando como referencia las vértebras torácicas, lumbares y sacras.

Posteriormente, se extrajo el útero, se tomaron

fotografías con una medida de referencia al estereoscopio y se midieron el largo y ancho de los conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos utilizando el programa de cómputo Scion Image versión [4.0]. Además, utilizando el mismo programa, en tres muestras se realizó el estudio macroscópico de la vascularización, la distribución de los vasos sanguíneos y el área de irrigación por cuerno uterino.

La nomenclatura utilizada se trabajó con referencia a la NAV (2012). Los resultados de la edad gestacional, medidas de diámetro biparietal y medidas macroscópicas (longitud y ancho de cuernos uterinos), fueron organizados como base de datos en una hoja de cálculo de Excel e ingresados al programa estadístico StataCorp. 2011. Stata Statistical Software: Release 12. College Station, TX: StataCorp LP., para los análisis estadísticos correspondientes. Se obtuvieron los valores estadísticos de media, mediana, desviación estándar, valores mínimo y máximo. Se realizó el ajuste a la distribución normal de las muestras mediante la prueba de Shapiro Wilk (H_0 : Normalidad). Se realizaron comparaciones de los valores de evaluación macroscópica entre los conductos paramesonéfricos derecho e izquierdo y entre los cuernos uterinos derecho e izquierdo; y, de evaluación microscópica entre los cuernos uterinos derecho e izquierdo mediante la prueba paramétrica de T-Student pareada (para valores normales). La asociación entre los parámetros de evaluación macroscópica (longitud y ancho de conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos) y el diámetro biparietal fue realizada mediante el análisis de correlación de Pearson. Los resultados son presentados con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

La posición de las vísceras observadas durante el estudio topográfico se presenta en las figuras 1, 2 y 3. En este estudio se observó que a los 46 días de edad gestacional los tres compartimientos del estómago se encuentran diferenciados, mostrándose ya el gran desarrollo del primer compartimiento. Además, a esta edad también se pudo diferenciar el bazo. En la figura 4 se observa cómo estos dos órganos aumentaron de tamaño en gran medida conforme el avance de la gestación. Por otro lado, el mesonefros redujo su tamaño conforme el feto se fue desarrollando, debido a que sufrió un proceso de involución hasta observarse solo un rezago (Figura 2 y 3).

A pesar de que a los 46 días de edad gestacional fue posible determinar el sexo de las muestras por la observación de los genitales externos, a esta edad aún persisten los conductos mesonefricos en las hembras y los paramesonéfricos todavía no se han diferenciado en el sistema de conductos femeninos. A partir de los 141 días, los cuernos uterinos se encontraron diferenciados, mostrando un extremo lateral angosto relacionado al oviducto y un extremo medial ensanchado que se continuaba con el cuerpo del útero (Figura 5). El útero se encontró al fondo de la cavidad pélvica y se relacionó hacia dorsal con el recto y hacia ventral con la vejiga urinaria.

Alrededor de los 48 días de edad gestacional, se observó un asa intestinal del colon que presionaba al ovario derecho hacia el mesonefros, que a esta edad era un órgano prominente. Luego de que el mesonefros empezó a involucionar y el ovario empezó a desplazarse hacia caudal, el sistema de conductos del lado derecho fue presionado por otra asa intestinal equivalente a la flexura del colon sigmoideo del adulto (Figura 3). Además, a partir del día 141 se pudo observar que la ampolla rectal desplazaba al útero hacia el lado derecho (Figura 6). En relación a la morfometría, en el Cuadro 2 se puede ver que no se encontró diferencia estadística significativa entre la longitud de los conductos paramesonéfricos derecho e izquierdo (T-Test; $p > 0.05$); pero sí entre el ancho, siendo mayor para el izquierdo que para el derecho.

Por otro lado, en el cuadro 3 se puede observar que se encontró diferencia estadística significativa entre las medidas de los cuernos uterinos, siendo la longitud y el ancho del cuerno izquierdo estadísticamente superiores a la longitud y el ancho del cuerno uterino derecho. La evaluación de la correlación del crecimiento fetal (mediante medida del diámetro biparietal) con el tamaño de los conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos es presentada en las gráficas 1 y 2. El análisis determinó un nivel de correlación de 0.25 para la longitud de los conductos del lado derecho, y de 0.53 para los del lado izquierdo. En relación al ancho, la correlación fue bastante alta, siendo de 0.95 para los conductos del lado derecho y de 0.96 para los del lado izquierdo.

La vascularización macroscópica del útero se pudo observar a partir de los 117 días de edad gestacional, momento en el que se diferenciaron algunos vasos sanguíneos a nivel del cuerpo del útero.

CUADRO 1. Edad gestacional de muestras utilizadas en el presente estudio. Esta edad gestacional fue calculada en base a la fórmula establecida por Gazitúa et al., 2001

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Edad gestacional (días)	46	48	54	56	65	68	82	84	84	108	108	117	128	141	165	165	165	165	174	179	186	191	191	198	202

CUADRO 2. Valores estadísticos descriptivos de la longitud y ancho de los conductos paramesonéfricos

	Longitud de conductos paramesonéfricos (mm)		Ancho de conductos paramesonéfricos (mm)	
	Conducto paramesonéfrico derecho	Conducto paramesonéfrico izquierdo	Conducto paramesonéfrico derecho	Conducto paramesonéfrico izquierdo
Media	9,14 ^a	9,36 ^a	0,50 ^a	0,63 ^b
Mediana	8,39	9,39	0,42	0,53
Desv. Est.	1,48	1,52	0,28	0,35
Mínimo	7,76	6,93	0,13	0,17
Máximo	12,3	11,46	1,00	1,08

^{a, b} Letras diferentes indican que las medidas son significativamente diferentes según fue determinado por la prueba de T de Student, $p < 0,05$.

CUADRO 3. Valores estadísticos descriptivos de la longitud y ancho de los cuernos uterinos

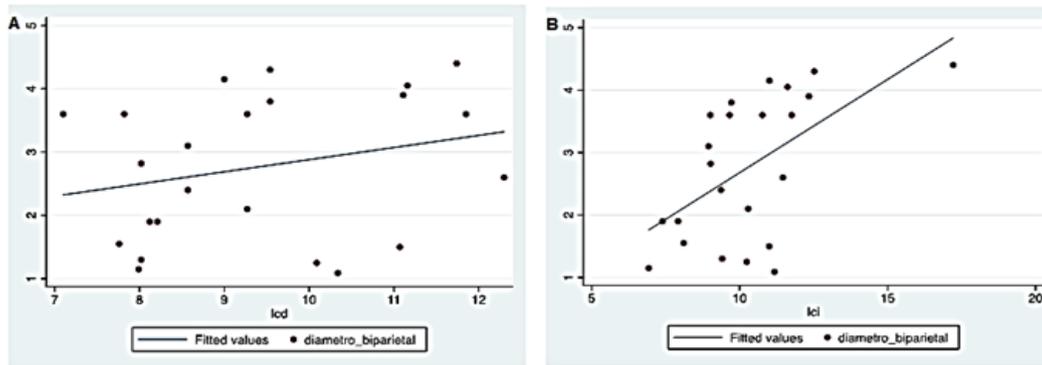
	Longitud de cuernos uterinos (mm)		Ancho de cuernos uterinos (mm)	
	Cuerno uterino derecho	Cuerno uterino izquierdo	Cuerno uterino derecho	Cuerno uterino izquierdo
Media	9,70 ^a	11,33 ^b	1,97 ^a	2,31 ^b
Mediana	9,54	11,01	2,00	2,14
Desv. Est.	1,59	2,33	0,33	0,55
Mínimo	7,10	8,95	1,41	1,59
Máximo	11,85	17,22	2,49	3,20

^{a, b} Letras diferentes indican que las medidas son significativamente diferentes según fue determinado por la prueba de T de Student, $p < 0,05$.

CUADRO 4. Medidas del área de irrigación por cuerno uterino en muestras de 165, 191 y 202 días de edad

Muestra	Edad gestacional	Área vascular (mm ²)	
		Cuerno uterino derecho	Cuerno uterino izquierdo
15	165	0.98	2.11
22	191	26.2	13.51
25	202	2.02	2.93

GRÁFICA 1. Diagrama de dispersión de los valores de longitud (A: conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos derechos; B: conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos izquierdos) en relación al diámetro biparietal del feto. Formato de gráfica Stata 2.0 (Stata Corp)



GRÁFICA 2. Diagrama de dispersión de los valores de ancho (C: conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos derechos; D: conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos izquierdos) en relación al diámetro biparietal del feto. Formato de gráfica Stata 12.0 (Stata Corp)

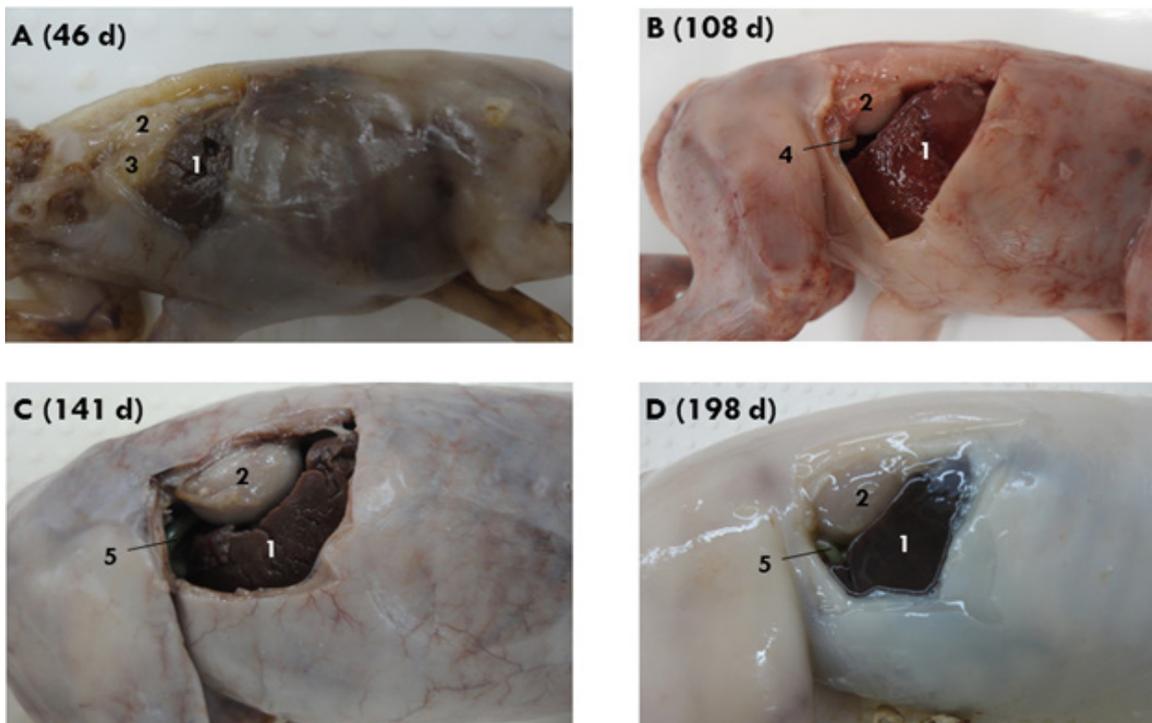
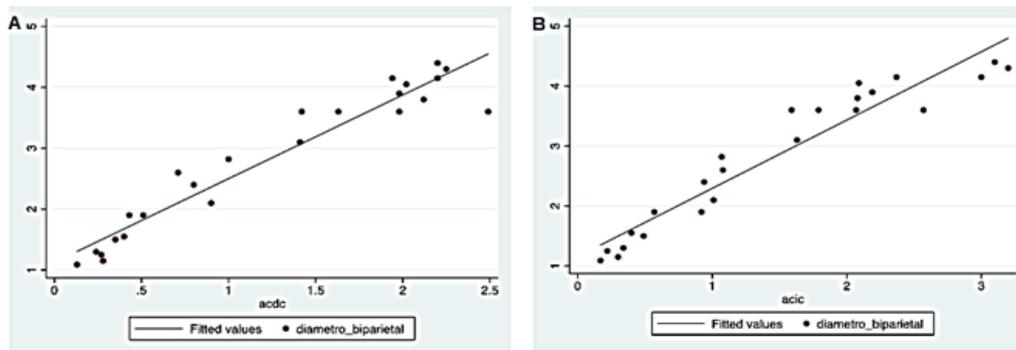


FIGURA 1. Lado derecho de la cavidad abdominal. Muestras de 46 (A), 108 (B), 141 (C) y 198 (D) días de edad gestacional. 1: Hígado; 2: Metanefros; 3: Mesonefros; 4: Ovario; 5: Flexura del colon sigmoideo orientada hacia el lado derecho. Es notorio que en la muestra de menor edad gestacional, el hígado ocupa gran parte del lado derecho de la cavidad abdominal. Además, en esta imagen se puede ver como el mesonefros va disminuyendo su tamaño conforme el animal se va desarrollando.

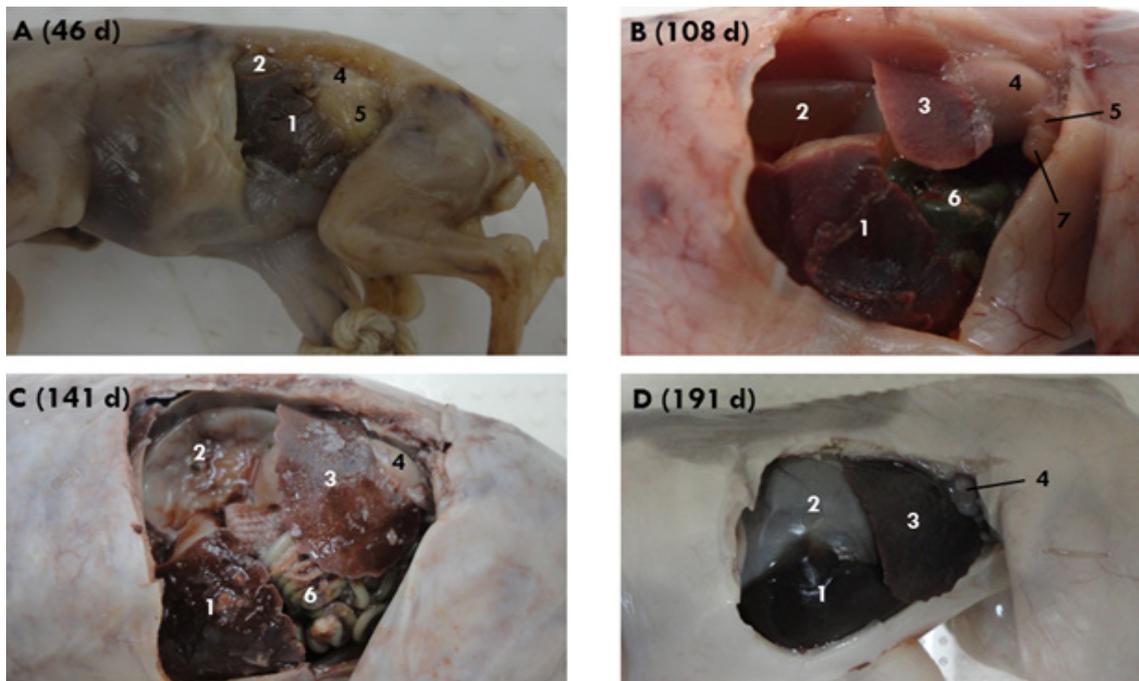


FIGURA 2. Lado izquierdo de la cavidad abdominal. Muestras de 46 (A) y 108 (B), 141 (C) y 198 (D) días de edad gestacional. 1: Hígado (lóbulo lateral izquierdo); 2: Compartimiento craneal del estómago; 3: Bazo; 4: Metanefros; 5: Mesonefros; 6: Asa espiral del colon ascendente; 7: Ovario. Se observa que el lóbulo lateral izquierdo del hígado ocupa gran parte del lado izquierdo de la cavidad peritoneal, superponiéndose con el compartimiento craneal del estómago y cubriendo completamente al bazo. A pesar de que el hígado aún se extiende hasta el lado izquierdo de la cavidad peritoneal, solo se superpone a la porción ventral del compartimiento craneal del estómago.

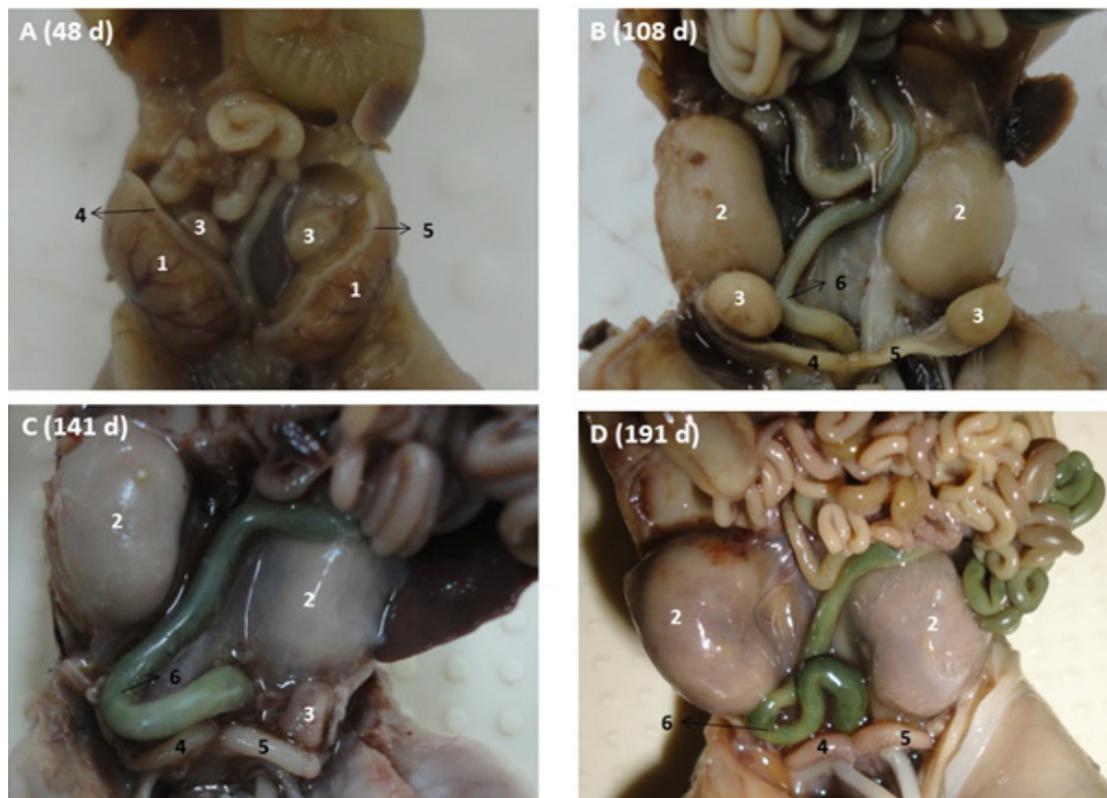


FIGURA 3. Cavidad abdominal y pélvica, vista ventro dorsal. Muestras de 48 (A), 108 (B), 141 (C) y 198 (D) días de edad gestacional. 1: Mesonefros; 2: Metanefros; 3: Ovarios; 4: Conducto paramesonefrico derecho (A) y cuerno uterino derecho (B-D); 5: Conducto paramesonefrico izquierdo (A) y cuerno uterino izquierdo (B-D); 6: Flexura del colon sigmoideo.

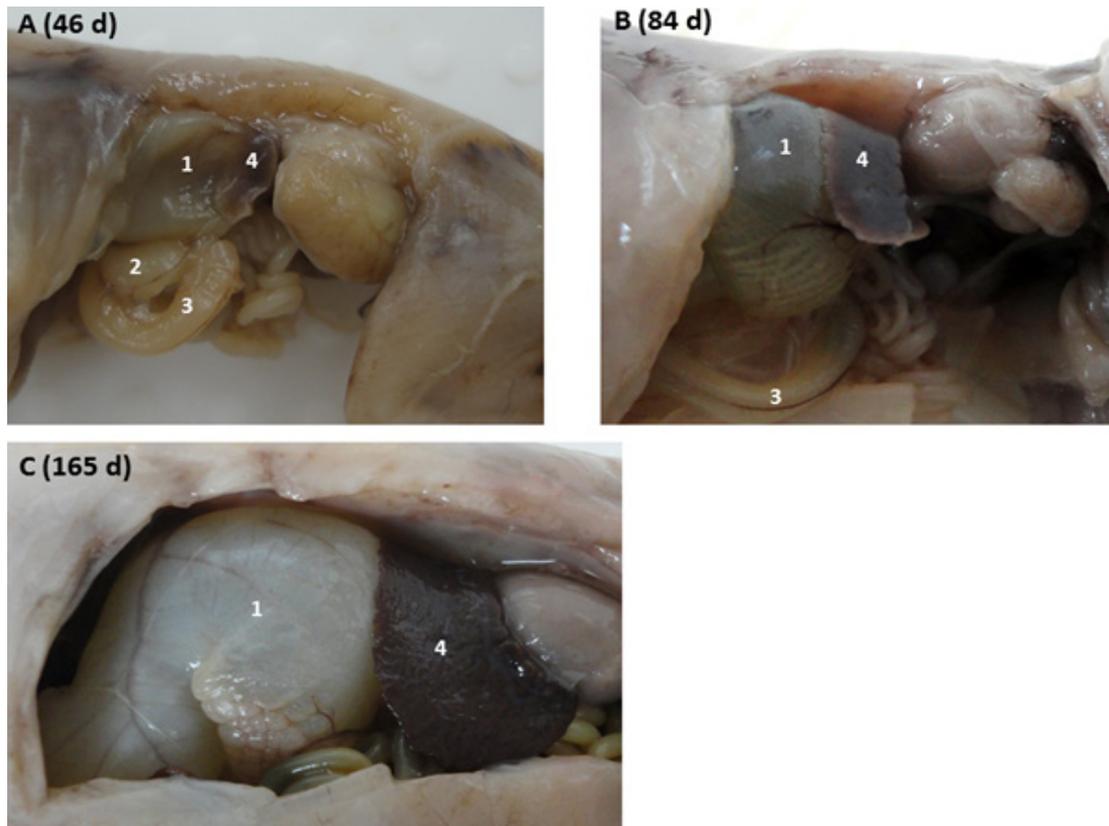


FIGURA 4. Diferenciación y crecimiento de estómago y bazo. Muestras de 46 (A), 84 (B) y 165 (C) días de edad gestacional. 1: Primer compartimiento del estómago; 2: Segundo compartimiento del estómago; 3: Tercer compartimiento del estómago; 4: Bazo. En la figura A se nota claramente que, desde los 46 días de edad gestacional, los tres compartimientos del estómago están diferenciados. Se puede observar el gran aumento de tamaño del compartimiento craneal del estómago y del bazo.

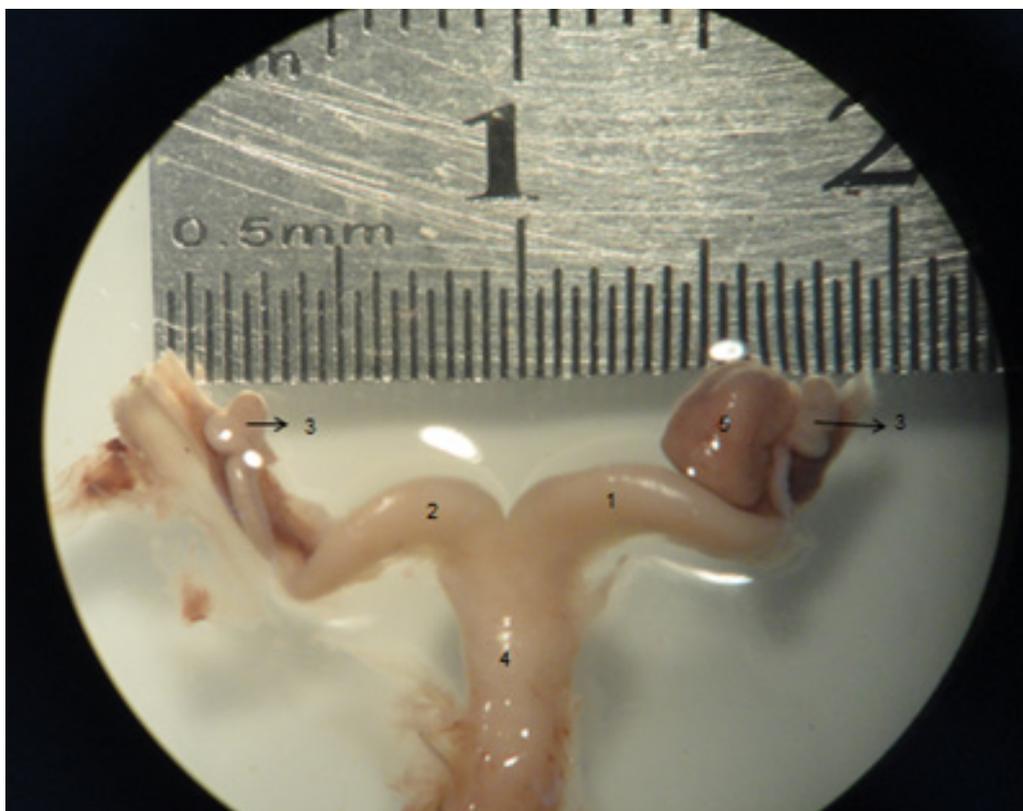


FIGURA 5. Muestra de 141 días de edad gestacional. El útero presenta un extremo lateral angosto relacionado al oviducto y un extremo medial ensanchado, que se continúa con el cuerpo del útero. 1: Cuerno uterino izquierdo; 2: Cuerno uterino derecho; 3: Oviductos; 4: Cuerpo del útero; 5: Ovario izquierdo.

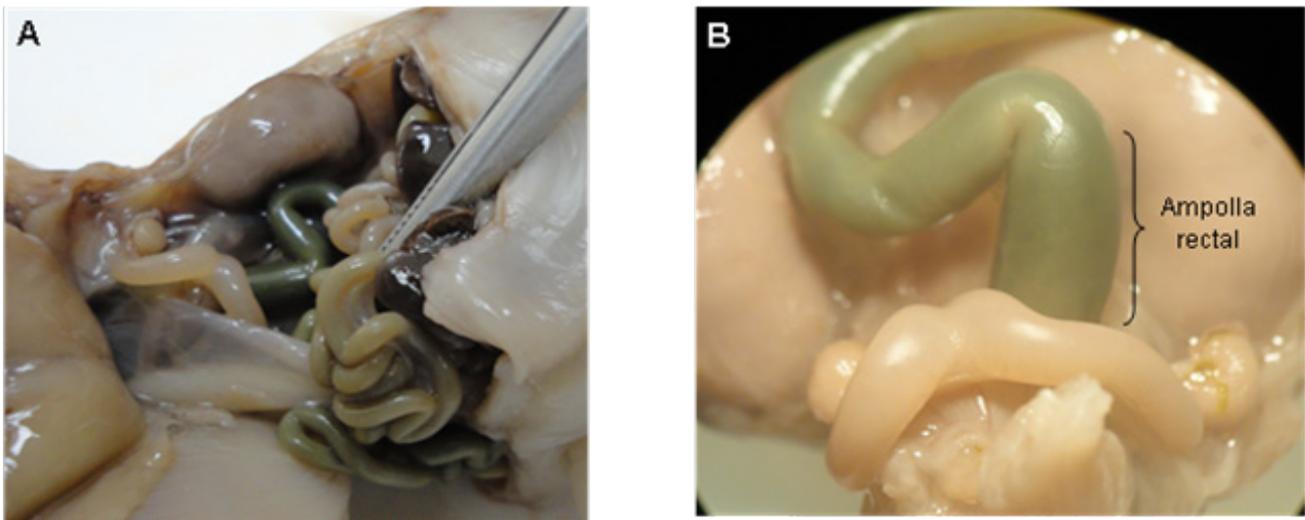


FIGURA 6. Desplazamiento del útero hacia la derecha por compresión por el colon en una muestra de 191 días de edad gestacional.

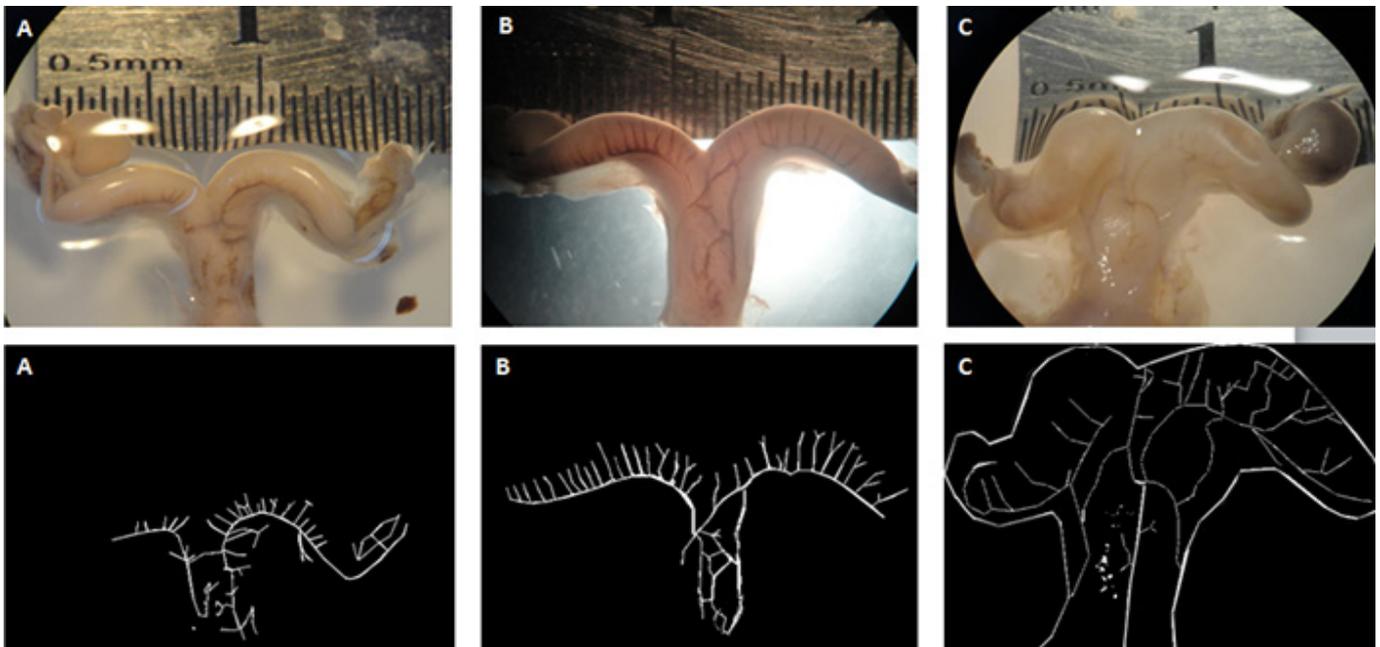


FIGURA 7. Medida del área vascular. Feto de 165 (A), 191 (B) y 202 (C) días de gestación. En las muestras A y C, se observa una mayor área de irrigación en el cuerno izquierdo que en el derecho (Revisar cuadro 4).

Solo se pudieron ver las arterias uterinas en tres de las veinticinco muestras examinadas (derecha e izquierda) con las pequeñas ramas que emiten a cada cuerno y la rama medial derecha (comunicante) de la arteria uterina derecha. Además, en dos de las tres muestras en las que se midió el área de irrigación por cuerno uterino se encontró mayor vascularización en el cuerno izquierdo (Cuadro 4 y Figura 7).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran semejanzas y diferencias entre la organogénesis del tracto reproductor hembra de la alpaca en relación a otras especies.

Lo observado en el estudio topográfico de la cavidad abdominal coincide con lo reportado por Castro et al. en el 2010, quienes describen que en fetos el hígado, diversas porciones del intestino y riñón se encontraron en la región abdominal derecha; mientras que en la región abdominal lateral izquierda se proyectaron el compartimiento craneal del estómago, bazo, riñón, asa espiral del colon ascendente y el colon descendente.

En este estudio, se observaron los tres compartimentos del estómago bien definidos desde la muestra de menor edad gestacional (46 días). El compartimiento craneal del estómago ocupó gran parte de la región lateral izquierda de la cavidad

abdominal, relacionándose hacia craneal con el diafragma; hacia ventral con asas intestinales y con el hígado; hacia dorsal con la pared de la cavidad abdominal; y, hacia caudal con el bazo. El riñón y ovario izquierdos fueron siempre más caudales que el riñón y ovario derechos, lo que podría indicar que el compartimento craneal del estómago y el bazo presionan hacia caudal a las demás vísceras que ocupan la región lateral izquierda de las cavidades abdominal y pélvica.

En bovinos, durante el tercer mes de gestación, los tamaños relativos de los cuatro compartimentos del estómago son comparables con los que se presentan en el adulto; sin embargo, posteriormente el abomaso crece a una velocidad mayor y al nacimiento representa, aproximadamente, la mitad del volumen de todo el órgano. Luego, con el cambio de alimento de líquido a sólido, el rumen, retículo y omaso se vuelven funcionales y aumentan en tamaño (Hyttel, 2010); por lo que el tamaño relativo de las cavidades no queda establecido definitivamente hasta después del nacimiento con el inicio de la alimentación sólida (Roa, et al., 2012).

En este estudio, el bazo se encontró en la región lateral izquierda de la cavidad abdominal, relacionándose con el borde caudal del primer compartimento del estómago y con el polo craneal del riñón. Además, este órgano presentó un gran aumento de tamaño conforme los fetos se fueron desarrollando. En todas las especies animales, su localización es intraperitoneal, salvo en los rumiantes, en los que una mitad está recubierta por el peritoneo y la otra mitad es retroperitoneal y se extiende hasta la zona de adherencia entre el diafragma y el saco dorsal del rumen, lateral al surco ruminoreticular (König; Liebich, 2005).

En fetos a partir de 48 días de edad, el ovario derecho y el conducto paramesonéfrico se encontraron en estrecho contacto con una flexura intestinal. Posteriormente, cuando los mesonefros empezaron a involucionar y los ovarios comenzaron a descender, el ovario derecho y el cuerno uterino de este mismo lado quedaron en estrecho contacto con la flexura del colon sigmoideo, la que se encontró orientada hacia este lado en casi la totalidad de las muestras. La presión que ejerce esta asa intestinal sobre el conducto paramesonéfrico derecho y, luego, sobre el cuerno uterino derecho podría contribuir al menor desarrollo de éste. Además, tanto en los fetos como en la alpaca adulta, que la posición y el tamaño de

la ampolla rectal interfería con la posición del útero, llevando a que el origen de este último órgano se encontrara orientado hacia el lado derecho y se dispusiera de forma oblicua.

Del Campo et al. (1996) observaron que en los fetos de gestación media, el diámetro del cuerno uterino izquierdo es mayor que el del derecho y, Mendoza et al. (2013) observaron que en el último tercio de gestación el cuerno uterino izquierdo es significativamente de mayor tamaño en relación al cuerno uterino derecho (tanto el largo, como el ancho). En este estudio, no se encontró diferencia estadística significativa entre las medidas de la longitud de los conductos paramesonéfricos, pero sí entre las medidas del ancho de estos conductos (Cuadro 2). Además, se encontró diferencia estadística significativa entre las medidas de los cuernos uterinos, siendo mayor la longitud y el ancho del cuerno izquierdo (Cuadro 3), lo que significa que ya desde el desarrollo embrionario existe una tendencia hacia el mayor tamaño de este cuerno, lo que se hace evidente en el periodo fetal en el segundo tercio de gestación.

En este trabajo, se encontró una correlación mayor entre el diámetro biparietal y la longitud de los conductos del lado izquierdo a comparación de los del lado derecho. Esto implica que, aunque en el segundo tercio de gestación ya se observa diferencia significativa entre el tamaño de los cuernos, esta será más evidente en el tercer tercio de gestación, lo que concuerda con lo observado por Mendoza et al. (2013), quienes evidenciaron diferencia significativa entre el tamaño de los cuernos en el tercer tercio gestacional. Además, se encontró una alta correlación entre el diámetro biparietal y el ancho de ambos conductos paramesonéfricos y cuernos uterinos, lo que indica que, conforme los fetos se van desarrollando, estos valores aumentan en forma constante.

Debido a que en la mayoría de las muestras se había perdido sangre y no se pudo hacer una repleción vascular con látex dado el pequeño diámetro de los vasos sanguíneos, solo se pudo observar la vascularización del útero en tres muestras de segundo tercio de gestación, encontrándose un patrón vascular similar a los de úteros de tercer tercio y de adultos. Lo que implica que ya desde el desarrollo fetal existe un patrón de arborización vascular definido para el tracto genital. Esto corrobora los hallazgos de Del Campo et al. (1996), quienes estudiaron 21

fetos de gestación intermedia encontrando que en un 90% la rama arterial que cruzaba por la parte craneal del ligamento intercornual lo hacía de derecha a izquierda; así como, los estudios de León et al. (2011) quienes determinaron que es la rama medial derecha de la arteria uterina derecha.

La medición del área vascular nos da una idea de la distribución y alcance de los vasos sanguíneos. Mendoza (2012) estudió la arborización vascular del útero no gestante en la alpaca y la llama, utilizando las técnicas de disección anatómica, repleción vascular, diafanización y radiografía con contraste, con éstas últimas, midió el área vascular en el cuerno uterino derecho y en el izquierdo y verificó si existía diferencia significativa entre los resultados obtenidos encontrando diferencia significativa que favorecía al cuerno izquierdo ($16,67 \pm 4,46 \text{ cm}^2$ para el lado izquierdo y $11,10 \pm 1,66 \text{ cm}^2$ para el lado derecho en la alpaca). En este estudio se midió el área vascular de tres muestras, dos de ellas favorecían al cuerno izquierdo y una al derecho; posiblemente en esta última muestra se desplazó sangre del cuerno izquierdo lo que no permitió la visualización adecuada de los vasos sanguíneos (Cuadro 4).

Se concluye que la forma y posición de los órganos abdominales influyen en la forma, tamaño y posición del útero durante la etapa embrionaria y fetal; que las medidas de longitud y ancho son mayores en el cuerno uterino izquierdo que en el derecho en fetos de segundo tercio gestacional; y que el patrón de irrigación uterino fetal en el segundo tercio gestacional es similar al de la alpaca adulta.

AGRADECIMIENTOS

A Bárbara Ann Kotowski de Tejada por la ayuda financiera para la ejecución de este trabajo. A Gianfranco Arroyo y al doctor Néstor Falcón por su colaboración con el análisis estadístico del estudio. A Minerva Yauri por su apoyo con la recolección de muestras. A Luis Villareal por su ayuda incondicional.

REFERENCIAS

Bravo, W. (2002). *Female Reproduction. The Reproductive Process of South American Camelids* (pp. 1-29).

Castro, A., Domínguez, M., Gómez, S., Mendoza Torres, G., Ghezzi, M. (2010). Proyección de las vísceras abdominales en llama (*Lama glama*): Estudio comparativo en adultos y fetos en el último mes de gestación. XXII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Lima, Perú.

Del Campo, M.R., Del Campo, C.H., Ginther, O.J. (1996). Vascular provisions for a local utero-ovarian cross-over pathway in new world camelids. *Theriogenology*, 46, 983-991.

Fowler, M.E. (1998). *Medicine and Surgery of South American Camelids: llama, alpaca, vicuña, guanaco*. 2nd Ed. Iowa State University Press. AMES.

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.

Hyttel, Paul. (2010). Development of the Blood Cells, Heart and Vascular System; Development of the Gastro-pulmonary System. En Keith Betteridge (Ed.), *Essentials of Domestic Animal Embryology* (pp. 182-207; 216-251). Saunders Elsevier.

International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, (2012). *Nómina Anatómica Veterinaria*, 5th edn. Editorial Committee, Hannover, Columbia, Gent, Sapporo. Recuperado de: http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2012.pdf

König, Hans; Liebich, Georg. (2005). Sistema inmunitario y órganos linfáticos. *Anatomía de los Animales Domésticos* (pp. 189-202). 2da edición. España: Editorial médica panamericana.

León, E., Sato, A., Navarrete, M., Cisneros, J. (2011). Anatomía macroscópica, irrigación y drenaje venoso del aparato reproductor femenino de la llama (*Lama glama*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(1), 1-8.

Mendoza, G.J., Llerena, C.A., Valencia, R.A., Castro, A.N.C., Gómez, S.A., Domínguez, M.T., et al. (2011). VII Congreso del ALEPRyCS. Estudio macroscópico del tracto genital hembra de la llama y alpaca en el último mes de gestación. pp. 413-415.

Mendoza, G.J. (2012). Modelo de la irrigación sanguínea materno-fetal en llama (*Lama glama*) y alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis doctoral. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de la Plata. 128 p.

Mendoza, G.J., Echevarría, L., Llerena, C., Castro, A., Domínguez, M; Gómez, S; et al. (2013). Comparación morfológica entre el útero fetal y el útero adulto de la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*). *Salud y Tecnología Veterinaria*. 1: 1-6.

Roa, I., Meruane, M. (2012). Desarrollo del Aparato Digestivo. *International Journal of Morphology*. Programa de Magister en Ciencias Biológicas, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Chile.

Sato, A., Montoya, L. (1990). Aparato reproductor de la alpaca (*Lama pacos*), Anatomía macroscópica. *Rev. Camélidos Sudamericanos*; 7, 5-14.

Sato, A., Núñez, Q., Valencia, R. (1998). Estudio anatómico de las arterias del útero de la alpaca (*Lama pacos*). Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura I.V.I.T.A.

Sinowatz, Fred. (2010). Development of the Urogenital System. En Keith Betteridge (Ed.), *Essentials of Domestic Animal Embryology* (pp. 252-285). Saunders Elsevier.