



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Facultad de Medicina Veterinaria

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria

Descripción macroscópica y microscópica de los ovarios durante la etapa fetal en la alpaca (*Vicugna pacos*)

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

Eliana Rosavel VILCA YPANAQUÉ

ASESORA

Miluska Beatriz NAVARRETE ZAMORA

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Vilca E. Descripción macroscópica y microscópica de los ovarios durante la etapa fetal en la alpaca (*Vicugna pacos*) [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2021.

Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor	https://orcid.org/0000-0002-5331-261X
DNI o pasaporte del autor	72897384
Código ORCID del asesor	https://orcid.org/0000-0002-8919-1688
DNI o pasaporte del asesor	25782690
Grupo de investigación	ANATOMIA VETERINARIA (ANATOVET)
Agencia financiadora	<p><i>País de la agencia financiadora:</i> Perú</p> <p><i>Nombre y siglas de la agencia financiadora:</i> Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica, una iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT CONCYTEC).</p> <p><i>Nombre del programa financiero:</i> Círculos de investigación en ciencia y tecnología</p> <p><i>Número de contrato:</i> 025-2016-FONDECYT</p>
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	<p>Camal Municipal de Huancavelica, Huancavelica 09001, Perú (-12.790403, -75.037373)</p> <p>Av. Circunvalación 2800, San Borja, Lima, Perú (-12.080729, -76.987032)</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019 – 2020
Disciplinas OCDE	4.03.01 -- Ciencias veterinarias https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.03.01



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN MODALIDAD VIRTUAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIA
Autorizado por R.D N° 304-D-FMV-2020**

1. FECHA DE LA SUSTENTACIÓN 26/01/2021

HORA INICIO: 11:00 a.m

HORA TÉRMINO: 12:30 M

2. MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE: **MV. Dr. Santiani Acosta, Alexei Vicent**

MIEMBRO: **MV. MSc. Perales Camacho, Rosa Amelia**

MIEMBRO: **MVZ. Mg. Santos Rueda, Francisco Javier**

ASESORA: **MV. Mg. Navarrete Zamora, Miluska Beatriz**

3. DATOS DEL TESISISTA

APELLIDOS Y NOMBRES: **VILCA YPANAQUÉ, ELIANA ROSAVEL**

CÓDIGO: **14080059**

R.R. DE GRADO DE TESISISTA NÚMERO: **N° 013714-2020-R-UNMSM**

TÍTULO DE LA TESIS: **“DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE LOS OVARIOS
DURANTE LA ETAPA FETAL DE LA ALPACA (*Vicugna pacos*)”**

4. RECOMENDACIONES

Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

https: <https://meet.google.com/uiy-zacj-cjz>

ID: uiy-zacj-cjz

Grabación archivada en:

<https://drive.google.com/file/d/1KCjkuGH27JNPw40Aso1AWpWUbjAHxn/view>

5. NOTA OBTENIDA: 17, diecisiete.

6. PÚBLICO ASISTENTE: (Nombre, apellido y DNI)

Luis Hoyos Sifuentes	41175479	luis.hoyos@unmsm.edu.pe
Faride Altamirano Zevallos	43695598	faltamiranoz@unmsm.edu.pe
Miryam Quevedo Urday	40064320	mquevedou@unmsm.edu.pe
Luis Cerro Temoche	41341572	lcerrot@unmsm.edu.pe
Víctor Hugo Castillo Doloriert	40723051	vcastillod@unmsm.edu.pe
Jorge Vilca Ypanaqué	72897381	jvilcayp@gmail.com
Carlos Bryan Avila Acosta	73772673	cbavilaa@gmail.com
Shirley Rocío Castro Davila	71727133	shirleyrcd@gmail.com
Reddy Axell Patilla Suasnabar	73530787	reddy.patilla@unmsm.edu.pe
Karla Castro Valverde	73186289	cvjkarla6@gmail.com
Luz Cubas Chuquilin	48332755	Luana_cubas29@icloud.com
Antonio Ampuero Bustillo	06645903	aampuerob@unmsm.edu.pe
Virginia Rivadeneira	48367422	vrivadeneira@unmsm.edu.pe
Alexander Chávez Reátegui	40443415	alexander.chavez@unmsm.edu.p
Maria Velia Cruz Saravia	76286996	maria.cruz@unmsm.edu.pe
Luz Chipana Ccaccya	45560709	luz.chipana@unmsm.edu.pe
Josselyn Escano Lopez	71251311	josselyn.escano@gmail.com
Erwin Josue Rondon Lezameta	71025560	erwin.rondon@unmsm.edu.pe
Guadalupe Chuchon Caceres	74833781	guadalupe.chuchon@unmsm.edu
Susana Jackelyn Roldán Murillo	72557781	Susana.roldan@unmsm.edu.pe
Ada Pilar Lescano Cuya	41919229	0810245@unmsm.edu.pe

Paola Estefania Alarcon Yalle	76294646	paola.alarcon@unmsm.edu.pe
Emmanuel Sessarego Dávila	45470966	esessaregod@unmsm.edu.pe
Jhonathan Bazalar Gonzales	45165351	jbazalarg@gmail.com
Nadia Combe Alvarez	74217159	nadia.combe@unmsm.edu.pe
Jorge Vilca	72897381	jorge.vilca@unmsm.edu.pe
Joel Jefferson Cuenca Chacca	48667693	joel.cuenca@unmsm

7. FIRMAS DE LOS MIEMBROS DEL JURADO

 Firma
MV. Dr. Santiani Acosta, Alexei Vicent Apellidos y Nombres
PRESIDENTE

 Firma	 Firma	 Firma
MV. Mg. Navarrete Zamora, Miluska Beatriz Apellidos y Nombres	MV. MSc. Peralta Camacho, Rosa Amelia Apellidos y Nombres	MVZ. Mg. Santos Rueda, Francisco Javier Apellidos y Nombres
ASESORA DE LA TESIS	MIEMBRO JURADO	MIEMBRO JURADO

Dedicatorias

A Dios, por guiarme y protegerme siempre.

A mis padres, Rosa y Jorge; a mi hermano, Jorge Alberto; a mi tía, Eliana Vilca; a mi abuelita, Guillermina por siempre estar conmigo, por amarme, apoyarme y darme lo mejor.

A mis abuelitos, Teodora Olivos y Federico Ypanaqué, y a mis tías: Ana, María, Fabiola, Chabela por sus ánimos, por siempre recibirnos con los brazos abiertos y darnos lo mejor en Chiclayo.

A mis tías, Máxima, Estílita y familia que siempre me apoyaron y animaron a seguir adelante.

Agradecimientos

Al convenio 025-2016 FONDECYT, por el financiamiento a la realización de esta tesis.

A mi querida Facultad de Medicina Veterinaria, porque ahí encontré los mejores maestros, buenos momentos, a mi mejor amigo y grandes personas.

A la Doctora Miluska, por sus enseñanzas brindadas, su paciencia, tiempo y confianza depositada en mí; además de su apoyo en la realización completa de esta tesis.

Al Doctor Santillán, por su tiempo y apoyo en la descripción de las láminas histológicas de esta tesis.

Al Doctor Suárez, por su tiempo y apoyo en la parte estadística de esta tesis.

A los Doctores Sato, Alex, Francisco y Leyva, por el apoyo con sus conocimientos y libros brindados.

A Mitzi Westreicher, por el apoyo y ayuda en la parte experimental de esta tesis.

A mis amigas, Rut Cc., Joselyn V., Shirley C., por su amistad, apoyo y ánimos en todo momento.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1. Origen de los camélidos sudamericanos	2
2.2. Ovarios	2
2.2.1. Función.....	3
2.2.2. Características	3
2.2.3. Estructura	5
2.2.4. Desarrollo ovárico en otras especies	7
2.2.4.1. Dromedario (<i>Camelus dromedarius</i>).....	7
2.2.4.2. Bovino.....	11
2.2.4.3. Yegua	13
2.2.4.2. Cabra	14
2.2.4.3. Ovino.....	15
2.2.4.4. Otros estudios.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Lugar de ejecución y periodo de duración	17
3.2. Materiales	17
3.3. Metodología	18
3.3.1. Obtención y registro de los fetos de alpaca.....	18
3.3.2. Estudio macroscópico	19

3.3.3. Estudio microscópico	20
3.3.4. Análisis de la información	21
3.3.5. Lectura de imágenes histológicas.....	21
IV. RESULTADOS	23
4.1. Macroscópicamente.....	23
4.2. Microscópicamente	26
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES	40
VII. LITERATURA CITADA	41
VIII. APÉNDICE.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Identificación, peso, medida del diámetro biparietal (en mm y cm) y la edad gestacional en días y en meses de los fetos hembras.	45
Tabla 2. Identificación, días, meses, peso, medida del feto (altura y largo), medida de los ovarios tanto derecho como izquierdo (peso, ancho y largo) de los fetos hembras durante la etapa fetal.	46

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el primer grupo.	25
Cuadro 2. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el segundo grupo.....	25
Cuadro 3. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el tercer grupo.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Toma de mediciones y peso fetal.....	19
Figura 2. Codificación y medida de los ovarios.....	20
Figura 3. Corte longitudinal en la mitad del ovario de un feto hembra.	21
Figura 4. Hallazgos macroscópicos de los ovarios de feto de alpaca.....	24
Figura 5. Hallazgos microscópicos en ovarios en el primer grupo fetal.	28
Figura 6. Hallazgos microscópicos en ovarios en el segundo grupo fetal.	30
Figura 7. Hallazgos microscópicos en ovarios en el tercer grupo fetal.....	33
Figura 8. Folículo preovulatorio.	35

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar la descripción macroscópica y microscópica de los ovarios de alpaca durante la etapa fetal. Se trabajó con 18 fetos recolectados en el camal Municipal de Huancavelica provenientes de alpacas destinadas al consumo humano. El procesamiento y análisis de las muestras colectadas se realizó en la FMV – UNMSM, Lima. Se calculó la edad fetal mediante la medida del diámetro biparietal dividiéndolo en tres grupos: Grupo I (60 – 150 días), Grupo II (151 – 239 días) y Grupo III (240 – 335 días). Se registró el peso, largo y ancho del feto y ovarios. El peso de los ovarios fue de 0.02 ± 0.01 , 0.03 ± 0.01 y 0.03 ± 0.01 gramos en el primer, segundo y tercer grupo, respectivamente. Los ovarios fueron pares, ovoidales, de superficie lisa y color crema, ubicados en la región sublumbar a nivel de la 6ta y 7ma vértebra lumbar presentando corteza y médula visible desde el tercer mes. Microscópicamente, en el Grupo I se observó la presencia de ovogonias, la distinción entre la corteza y médula, folículos primordiales y primarios unilaminares, proceso de atresia y segmentación de las células germinativas. En el Grupo II, las células foliculares empiezan a proliferar y se observó folículos primarios multilaminares o preantrales. En el Grupo III, se observó la presencia de folículo preovulatorio. Estos resultados indican que los ovarios tienen un mayor crecimiento en el primer y segundo grupo y disminuyen ligeramente en el tercero. Además, se concluye que, a partir del día 68 de la etapa fetal de las alpacas, los ovarios presentan características macroscópicas similares a la etapa adulta así mismo microscópicamente los ovarios en fetos de alpaca presentaron ovogonias, folículos primordiales, folículos primarios unilaminares, folículos multilaminares o preantrales, folículo preovulatorio, así como la degeneración de las células germinales.

Palabras clave: alpaca, fetos, ovarios, folículo preovulatorio.

ABSTRACT

The objective of this work was to describe macroscopic and microscopic the fetal ovaries of the alpaca during the fetal stage. We worked with 18 female fetal collected from Camal Municipal, City of Huancavelica, Perú, from alpacas that were destined to human consumption. The process and analysis of the collected samples was in the Facultad de Medicina Veterinaria – UNMSM, Lima. The fetal age was calculated by the biparietal diameter divided in three groups: Group I (60 - 150), Group II (151 - 239) y Group III (240 - 335), in days. It was registered the weight, length and width of both fetus and ovaries. The weight of the ovaries was 0.02 ± 0.01 , 0.03 ± 0.01 y 0.03 ± 0.01 g in the first, second and third group, respectively. The ovaries are paired, ovoid, with a smooth surface and cream, located below between sixth and seventh lumbar vertebra with a cortex and medulla visible during the third month. Microscopically, in Group I, we observed oogonias, cortex and medulla were distinct, primordial and primary unilaminar follicles, atresia and segmentation of some germ cells. In Group II, the follicular cells began to proliferate and appear primary multilaminar or preantral follicles. In Group III, appear preovulatory follicle. These results indicate that the ovaries, shows a growth in the first and second group but in the third one it has a little decrease. Furthermore, we concluded that since day 68 of the fetal stage of the alpaca, ovaries have similar features macroscopically to that of an adult alpaca, likewise microscopically, the ovaries present oogonias, primordial follicles, primary unilaminar follicles, primary multilaminar or preantral follicles, preovulatory follicle, as well as the degeneration of germ cells.

Keywords: alpaca, fetus, ovaries, preovulatory follicle.

I. INTRODUCCIÓN

En Perú, existen zonas altoandinas con ambientes hostiles, siendo los camélidos sudamericanos (CSA) los animales que se han podido desarrollar eficazmente en estos lugares, convirtiéndose así en un recurso muy importante de las actividades tanto económicas como productivas en estos sectores para miles de familias representando esta crianza como el 70 al 80% del ingreso familiar anual, ya que abastecen con productos de alta calidad como su fibra y su carne (FAO, 2008).

Los CSA que han sido domesticados en nuestro país son la alpaca y la llama, y los considerados silvestres son la vicuña y el guanaco. Como país, tenemos la mayor población de alpacas que se encuentran distribuidas en 17 departamentos, teniendo así el 85% de la población mundial (MINAGRI, 2015).

La alpaca a pesar de tener una alta importancia en nuestro medio no cuenta con estudios completos que describan su desarrollo fetal, específicamente de los ovarios los cuales son muy importantes en la reproducción, ya que teniendo un buen nivel de este aumentará el número de crías producidas por rebaño y por año (FAO, 1996). Los ovarios son los responsables de secretar hormonas sexuales como estrógenos y progesterona, así como también de la formación del óvulo para posteriormente ser fecundado por el espermatozoide y así formar un nuevo ser.

Los ovarios, en los mamíferos, se forman en el primer tercio de gestación, se ubican en la cavidad pélvica, y se divide en corteza y médula, en el primero se encontrarán los folículos en diferentes estadios, cuerpos lúteos y cuerpos blancos, de los cuales su presencia va a depender de la etapa en el que se encuentre la alpaca; y en el segundo, el hilio, los vasos sanguíneos y vasos linfáticos.

Por lo que este estudio, tiene como finalidad realizar una descripción de los ovarios durante la etapa fetal de la alpaca, tanto macroscópica como microscópicamente, y dar un aporte en la ampliación del conocimiento de su anatomía y fisiología.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen de los camélidos sudamericanos

Los camélidos se clasifican en el Orden Artiodactyla, Suborden Tylopoda y la Familia *Camelidae* (Fowler, 2008). La familia *Camelidae* se divide en tres géneros *Camelus*, *Lama* y *Vicugna*. El primero, habita en las zonas desérticas de Asia y África, y son conocidos como camélidos del Viejo Mundo. Los dos últimos habitan en América del sur a lo largo de la cordillera de los Andes y son conocidos como Camélidos Sudamericanos (CSA) o camélidos del Nuevo Mundo. La principal diferencia es la presencia de joroba y mayor tamaño en los camélidos del Viejo Mundo. En el género *Camelus*, se encuentra el camello (*Camelus bactrianus*) y el dromedario (*Camelus dromedarius*). En el género *Lama* está el guanaco (*Lama guanicoe*) y la llama (*Lama glama*). En el género *Vicugna* se encuentran la vicuña (*Vicugna vicugna*) y la alpaca (*Vicugna pacos*) (Pinto *et al.*, 2010).

2.2. Ovarios

El aparato reproductor es el encargado de la función reproductiva en los animales que consta del conjunto de los órganos sexuales primarios o gónadas (ovarios), órganos accesorios (oviducto, vagina, glándulas vestibulares mayores y menores) y órganos copuladores y genitales externos (vagina, clítoris y la vulva) (Sato y Montoya, 1990).

Los ovarios son órganos glandulares pares que se localizan en el interior de la cavidad abdominal (Sato y Montoya, 1990), a nivel de la séptima vértebra lumbar y aproximadamente a 17 cm de la vulva (Sato y Montoya, 1990; Bravo, 2002), tienen forma redondeada que puede variar dependiendo

de la presencia de folículos o del cuerpo lúteo (Huanca, 1996). Consta de un hilo, el cual se va a localizar en el tercio medio del borde mesovárico (Sato y Montoya, 1990). Los ovarios tienen forma irregular globosa, semejante a los de la cerda cuando tienen presente varios folículos en crecimiento (Sumar y García, 1986; Sumar, 1996) y que está cubierto totalmente por la bursa (extremidad tubo-ovárica) (Sumar y García en 1986).

Los ovarios, en los bovinos y ovinos son ovoides en forma de almendra; en la yegua, de forma de frijol o riñón por la presencia de una fosa de ovulación y en la cabra, redondos, ovalados o alargados con un peso de 10 a 20 g, 3 a 4 g, 40 a 80 g y 1.8 a 3.5 g respectivamente (Hafez B y Hafez E, 2002).

2.2.1. Función

Funcionalmente, los ovarios son los encargados de desarrollar folículos y cuerpos lúteos. Y embriológicamente, los conductos de Wolff aparecen a los 29 días y se encuentran localizados ventralmente de los mesonefros (Bravo, 2002). Los folículos son las unidades funcionales fundamentales en los ovarios, teniendo como función de proveer al oocito o célula germinal femenina (Illera M *et al.*, 1994).

2.2.2. Características

El crecimiento del embrión es rápido durante los primeros 45 días, y al segundo mes ya se puede diferenciar el feto entre hembra y macho; sin embargo, para una determinación de sexo más exacto será al cuarto mes mediante ultrasonografía (Bravo, 2002). Teniendo una gestación de aproximadamente 345 días (Fernández-Baca, 1993).

Los ovarios están suspendidos a la cavidad abdominal por una parte del ligamento ancho, llamado mesovario, siendo la extremidad craneal (tubárica) la que está parcialmente envuelta por la bolsa ovárica y está relacionado con el infundíbulo; a diferencia de la extremidad caudal (uterina) que está relacionado con el cuerno uterino (Sato y Montoya, 1990).

En alpacas adultas, los ovarios tienen una superficie firmemente lobulillar como consecuencia de la presencia de los diferentes estadios de maduración de los folículos. En promedio, los ovarios miden 1.5 cm de longitud, 1.2 cm de ancho y 0.9 cm de espesor y pesan aproximadamente 1.9 a 2.4 gramos, esto va a depender de su edad y de las estructuras presentes en estos (Sumar, 1985; Sato y Montoya, 1990). Sobre el peso de los ovarios, sin la presencia de cuerpo lúteo activo, existe un peso ligeramente mayor en el izquierdo con 2.40 ± 1.34 g que en el derecho con 1.87 ± 0.94 g, y cuando hay presencia

del cuerpo lúteo, el peso aumenta entre un 60 y 100%, con un largo de 1.6 ± 0.3 cm y un ancho de 1.1 ± 0.2 cm (Sumar y García, 1986).

En hembras que no han tenido crías, los ovarios se aplanan lateralmente y tienen una superficie irregular porque contiene pequeños folículos, a diferencia en adultos que hay numerosos folículos en la superficie de un ovario normal y maduro (Cebra *et al.*, 2014). Sumar y García en 1986, mencionan que “un folículo o cuerpo lúteo se puede identificar en el ovario cuando alcanzan un diámetro de 4 mm, además que los folículos que son considerados normales miden entre 5 a 12 mm, una medida mayor a estas se considera patológicas”. Sumar en 1996, menciona que la medida para considerar normal a un folículo es de 5 a 12 mm. Ambos ovarios presentan actividad; sin embargo, la mayoría de las preñeces se desarrollan en el cuerno uterino izquierdo (Fernández-Baca *et al.*, 1973; FAO, 1996; Sumar, 1997).

Después de la llegada de las células germinales primordiales se llevará a cabo la diferenciación de las gónadas, aún no diferenciadas, en ovarios o testículos. A partir de las células endodérmicas surgen las células germinales primordiales en el saco vitelino. El embrión desarrolla dos conjuntos de conductos genitales potenciales, el primero es el conducto mesonéfrico o de Wolff y el segundo son un par de conductos llamados paramesonéfricos o de Muller. Si no hay presencia de testosterona, el conducto mesonéfrico no se desarrolla y más la falta del factor de inhibidor Mulleriano permiten que los conductos paramesonéfricos se desarrollen en oviductos, útero y parte de la vagina (Sótonyi, P, 2004).

Castro *et al.*, 2017 menciona que “el inicio del proceso de diferenciación de las gónadas inicia entre los 30 y 39 días de gestación. Entre los 40 y 45vo día sigue en proceso la diferenciación y en las hembras, el conducto mesonéfrico (Wolff) tienen signos de involución mientras que el conducto paranéfrico (Muller) se está desarrollando. Las gónadas se observaron en la posición caudoventral con respecto a los riñones entre los días 55 a 85. Y entre los días 94 y 107 las gónadas se encuentran ventrocaudal a los riñones. Finalmente, los ovarios se ubicaron caudal a los riñones y presentando al medio una fijación hacia el lado ipsolateral del riñón”.

Climent *et al.*, (2005) describe que “si va a ser un ovario, la gónada no atrae células mesonéfricas y los cordones sexuales primitivos se disgregan en pequeños acúmulos celulares que encierran grupos de células germinales primordiales (CGP), situadas en la porción cortical del ovario, que darán lugar a las células foliculares. Se acepta que la ausencia de albugínea y la persistencia del epitelio

superficial es la característica esencial de la gónada femenina. Las células tecales derivan de la mesénquima del esbozo gonadal”.

2.2.3. Estructura

El epitelio germinal, es el epitelio que va a recubrir la superficie del ovario. En un animal joven, en su ovario, las células epiteliales se verán como células cuboidales o cilíndricas que mientras aumenta la edad se volverán más cortas y aplanadas (Price C y Reed J, 1974). A pesar del nombre designado, este tipo de células epiteliales no van a producir los gametos femeninos (Akers y Denbow, 2013). Sosteniendo al epitelio germinal se encuentra la túnica albugínea, la cual es una capa de tejido conectivo que cumple la función de cubrir y proteger al ovario (Akers y Denbow, 2013).

Debajo se ubica la corteza, donde se encuentran abundantes folículos en diferentes etapas de crecimiento (Young *et al.*, 2014), los cuales serán reclutados para que completen su desarrollo a folículos maduros (Akers y Denbow, 2013), además también se encuentran cuerpos lúteos, cuerpos albicans que son los cuerpos lúteos degenerados (Akers y Denbow, 2013; Young *et al.*, 2014) y folículos degenerados o atrésicos (Young *et al.*, 2014).

En la parte central del ovario encontramos a la médula y contiene vasos sanguíneos que nutren al ovario, vasos linfáticos, nervios (Schatten y Constantinescu, 2007; Akers y Denbow, 2013) y fibras de músculo liso (Schatten y Constantinescu, 2007; Young, *et al.*, 2014).

El tejido conectivo laxo tanto en la corteza y la médula se llama estroma (Schatten y Constantinescu, 2007). El estroma ovárico está constituido por células fusiformes, fibras finas de colágeno y sustancia fundamental. Las células estromales son similares a los fibroblastos, pero algunos contienen gotas de lípidos y los grupos de células musculares lisas se encuentran dispersos por todo el estroma (Young, *et al.*, 2014).

En el ovario se lleva a cabo la ovogénesis la cual tiene como finalidad producir al óvulo, este proceso inicia en el feto donde las células germinales primordiales (CGP) migran desde el saco vitelino hacia el ovario inmaduro donde se van a diferenciar en ovogonias, estas células se dividirán por mitosis dando como resultado un ovocito primario y comenzará la primera etapa de la primera división meiótica, luego el ovocito primario es rodeado por una capa simple de células foliculares aplanadas formando los folículos primordiales. La unión de estos dos últimos parará la primera

división meiótica en la profase I (Akers y Denbow, 2013; Fletcher y Weber, 2013; Young, *et al.*, 2014).

Cabe resaltar que el proceso de degeneración de las células germinales, más conocido como atresia, no se detiene y puede darse en cualquier etapa de la maduración folicular (Climent *et al.*, 1998; Young, *et al.*, 2014), ocurre en casi la totalidad de los folículos menos en los que son ovulados asegurando que quienes van a progresar hasta la ovulación van a ser los folículos con los mejores ovocitos (Galina y Valencia, 2008).

Los folículos primordiales son estimulados para seguir creciendo, donde el ovocito aumenta de tamaño y las células foliculares que lo rodean se multiplican por mitosis convirtiéndose en cuboidales y pasan a llamarse folículos primarios. Las células foliculares ahora se llamarán células de la granulosa (Young, *et al.*, 2014), estas células segregan glucoproteínas que junto con otra sustancia similar secretada por el ovocito forman una capa protectora denominada zona pelúcida (Climent *et al.*, 1998; Akers y Denbow, 2013).

El folículo primario sigue creciendo, las células de la granulosa continúan proliferando, formando una capa gruesa de varias células denominada zona granulosa. Las células estromales circundantes comienzan a formar una capa organizada alrededor del folículo conocidas como teca folicular. Esta teca se encuentra separadas de las células de la granulosa por una membrana basal (Young *et al.*, 2014).

Entre las células de la granulosa se empiezan a formar pequeñas cavidades, llenas de líquido que se unirán para formar el antro folicular, este es el folículo secundario que se van situando en lo más profundo de la corteza. Estas cavidades se juntan y formarán el antro folicular donde se encontrará el líquido folicular, para este punto, el ovocito casi ya ha alcanzado su tamaño completo y se ubica a un lado del folículo y del antro, rodeado de un grupo de células de la granulosa llamado *cumulus oophorus* (Akers y Denbow, 2013; Young *et al.*, 2014).

La teca folicular, se divide en dos capas, la teca interna y la teca externa. Las células de la teca interna tienen típicas características de células secretoras de esteroides y producen precursores de estrógenos como la androstenediona, estrógenos y, en la fase preovulatoria, progesterona. Y las células de la teca externa está compuesta por células estromales aplanadas y no tienen una función

endocrina (Young *et al.*, 2014). La teca interna es muy vascularizada y la teca externa contiene fibras conectivas (Climent *et al.*, 1998).

Al ya estar cerca a la maduración, el crecimiento del ovocito para y la primera división meiótica se completa justo antes de la ovulación, en esta etapa el ovocito se convierte en un ovocito secundario y comienza la segunda división meiótica. El primer cuerpo polar que tiene poco citoplasma se mantiene en la zona pelúcida, el antro folicular sufre un agrandamiento notable y la zona de la granulosa forma una capa gruesa alrededor del folículo (Young *et al.*, 2014).

El *cumulus oophorus* disminuye y deja al ovocito rodeado de una capa gruesa de células denominado *corona radiada* que permanece unida a la zona de la granulosa por una fina capa de células. Antes de la ovulación, esta capa se rompe y el ovocito con la *corona radiada* flota libremente en el interior de folículo (Young *et al.*, 2014).

En la ovulación, la pared del folículo maduro se rompe y expulsa al ovocito secundario rodeado de la *corona radiada*, luego el folículo colapsa y expulsa el líquido folicular, el espacio que queda lo ocupa células sanguíneas procedente de una pequeña hemorragia producido por la ruptura de vasos pequeños (Climent *et al.*, 1998).

2.2.4. Desarrollo ovárico en otras especies

2.2.4.1. Dromedario (*Camelus dromedarius*)

En Egipto se realizó un estudio con 81 muestras entre ellas embriones y fetos, no se consideró historial de crianza y la determinación del sexo fue mediante los genitales externos. La edad gestacional fue determinada por una fórmula en base al C.V.R (Crown Vertebral Rump). La división de grupos se basó en la posición de la gónada y la presencia de las diferentes estructuras, empezando después del segundo mes que es el periodo diferenciado (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

El primer grupo fue considerado desde inicios del 3er mes hasta el final del 4to mes; el segundo grupo, desde el 5to mes hasta el 7mo mes; el tercer grupo, desde finales del 7mo mes hasta los inicios del noveno mes; el cuarto grupo, desde finales del 9no hasta el inicio del 11vo mes; el quinto grupo, finales del 11vo hasta el 12vo mes y finalmente el sexto grupo fue el 13vo mes (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

Como resultados obtuvieron que, en el primer grupo, en el día 87, ya se observaba una demarcación entre la corteza y médula, la médula mostraba una organización concisa de los vasos sanguíneos, fibras finas de colágeno y grupos de pequeñas células basófilos mostrando un núcleo también basófilo que probablemente sea las células del *rete ovarii*. Para el cuarto y quinto mes, se encontró que el ovario estaba cubierto por una capa de células epiteliales columnares que, al incrementar la medida de la longitud del C.V.R, la capa de células varía a cuboidal con su núcleo esférico ubicado en la parte distal de las células. Las células germinativas primordiales aumentan en número mostrando mitosis, la invaginación del epitelio superficial del ovario se observa en fetos con 17 cm de longitud de C.V.R, se vuelve más vistoso y profundo con una medida de 24 cm (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

La corteza contiene numerosas células germinativas y menor cantidad de células estromales debajo del epitelio superficial del ovario, estando las células germinativas en contacto directo con el epitelio superficial. Más profundo de estas células, aparecen las oogonias como ovocitos primarios en forma de racimos de células rodeados por células estromales con un núcleo organizado y alargado de manera concéntrica. El grupo de células ya mencionados se ubicaban más en la región cortical; y los ovocitos primarios, en la médula mostrando las diferentes etapas de la primera profase de la división meiótica (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En la unión corticomedular, los ovocitos estaban en la etapa tardía de la primera profase de la meiosis (diploteno) caracterizado por un tamaño largo y a veces con la presencia de una capa incompleta de células aplanadas constituyendo los folículos primordiales. Estos folículos se encontraban en la unión corticomedular en fetos de 18.5 a 24 cm de longitud de C.V.R, siempre en asociación con la *rete ovarii*, cuando estos folículos incrementaban en tamaño se encontraban en la etapa de dictioteno de la profase de la meiosis y sus células foliculares se convierten de aplanadas a cuboidales en fetos de 24 cm de longitud de C.V.R (quinto mes) (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

La médula presentaba una textura laxa, rica en células estromales, fibras de colágeno, vasos sanguíneos, así como también la *rete ovarii* y el grupo de ovocitos. Algunas células germinales mostraron degeneración. La zona cortical mostraba fibras reticulares solo alrededor de los ovocitos y ovogonias (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En el segundo grupo, se observó un aumento de los folículos primarios de diferentes tamaños durante el 7mo mes. El epitelio superficial que a finales del 5to mes fue de tipo columnar y cuboidal cambió a células de tipo columnar con su núcleo dispuesto distalmente (6to y 7mo mes), estas células

mostraron figuras mitóticas. Las células germinales que eran numerosos en el 5to mes aparecieron en pequeño número durante el 7mo mes (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

La invaginación del epitelio de superficie incrementó en número y profundidad con el incremento de la edad fetal, algunas de estas invaginaciones eran más profundas con dirección hacia la corteza en el 7mo mes. El epitelio de las invaginaciones era de tipo columnares y que entre ellos se observaba poco número de células germinativas. La corteza se apreciaba células germinativas (ovogonias y ovocitos) ocupando la mayor parte de la región cortical (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

Las ovogonias mostraron figuras mitóticas mientras que los ovocitos estaban en etapas transitorias de la primera profase meiótica. Las células germinativas se organizaron en una forma irregular de racimos demarcados por células estromales alargados junto con lecho vasculares. Al final de esta etapa, disminuyeron las ovogonias y los ovocitos aumentaron en número y mostraron una etapa avanzada de meiosis (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En el tercer grupo, se observaron un aumento en número de folículos que ocupaban la parte más profunda de la corteza hacia la unión corticomedular, estos folículos eran de diferentes tamaños con ovocitos alargados con núcleo excéntrico, rodeado de células cúbicas. Hubo incremento de la vasculatura en la región cortical con la aparición de vasos sanguíneos. Folículos con más de una capa de células foliculares rodeando a los alargados ovocitos fueron observados por primera vez a la médula durante finales del 7mo mes (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

El estroma consistía en fibras reticulares y de colágeno. Se observó atresia de algunos ovocitos en etapas transitorias que se encontraban en la primera profase meiótica localizados en la parte profunda de la corteza. La superficie del epitelio en fetos de ocho a nueve meses de desarrollo sufrió una variación de células columnares a cuboidal y escamosa entre el 8vo y 9no mes. Las invaginaciones no mostraron cambios en comparación del grupo anterior (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En su parte más externa se observaron poca cantidad de ovogonias y ovocitos, a diferencia de la parte más profunda se observaron un gran número de folículos primordiales y primarios de tamaños diferentes y en forma de racimos (8vo mes). Hubo un incremento de las células estromales y fibras en la parte profunda de la corteza y la unión corticomedular. La vasculatura aumentó en la corteza a manera de un plexo de vasos sanguíneos en parte final de este (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En la corteza, más células estromales y fibras aparecieron debajo y paralelos del epitelio de superficie indicando la diferenciación de la túnica albugínea al 9no mes. En la túnica albugínea se encontraron ovocitos y ovogonias que estaban en contacto con el epitelio superficial. En la médula,

se observó un incremento de células estromales y fibras de colágeno y reticular como también vasos sanguíneos, se observó un gran número de vasos linfáticos y folículos de diferentes tamaños. En el hilio, se observan la *rete ovarii* en forma de cordones y túbulos, Las células eran de forma columnares con un núcleo ovoide ligeramente teñido con cromatina condensada (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En el 4to grupo, finales del 9no, 10mo e inicios del 11vo mes los ovarios estuvieron cubiertos por células epiteliales de tipo columnares, cuboidales y aplanadas que en los meses 11 y 12vo pasaron a ser cuboidales y aplanadas. Las células germinales que se observaron muy poco durante el 10mo y 11vo mes, no se observaron durante el 12vo mes. Las invaginaciones que eran amplios y profundos durante finales del 9no mes pasaron a ser más profundos y frecuentes en los ovarios de los fetos del 10mo mes, con un epitelio columnar y cuboidal (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

La túnica albugínea durante finales del mes 9 apareció más organizado pero interrumpidas con ovogonias y ovocitos que estaban en contacto directo con la superficie del epitelio, durante el inicio del mes 11 la túnica albugínea pasó a ser una capa de tejido conectivo fibroso continuo, más de fibras de colágenos debajo de la superficie del epitelio. Inicios tempranos del 11vo mes, se observó el desarrollo de los folículos sin antro, aumentando en número y ocupando la parte baja de la corteza y la unión corticomedular. También se observaron folículos antrales con la típica estratificación de las células foliculares, la *corona radiada*, el *cumulus oophorus* y la teca folicular. La teca folicular consiste en colágeno y fibras reticulares (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En el 5to grupo, durante finales del 11vo mes los ovarios mostraron dos o hasta cuatro ovocitos juntos en una capa de células foliculares. En el mes 12vo, se encontraron varios folículos antrales con tamaños diferentes ocupando todo el grosor de la corteza. La pared folicular del folículo antral consiste en varias capas de células foliculares al costado del antro, mostrando figuras mitóticas y descansando en la base de la membrana y rodeando la teca folicular que aparece más organizada y diferenciada en teca interna y teca externa. La teca interna era más celular que fibrosa, la teca externa era principalmente de fibra con células fusiformes. La médula mostró vasos sanguíneos, vasos linfáticos y *rete ovarii*. La vasculatura incrementó en la corteza y médula (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

En el 6to grupo, en el 13vo mes, no se observaron cambios histológicos que en el grupo ya descrito anteriormente (Abd-Elrazik *et al.*, 2014).

2.2.4.2. Bovino

En un estudio realizado en ovarios de fetos en bovinos, la edad gestacional fue calculado por el C. R. L (Crown-rump length). Obtuvieron que entre los días 27 y 38 se observaron células primordiales germinativas que entre los días 43 y 50 se encuentran en mitosis. El epitelio superficial es simple con células delgadas y de tipo columnar con núcleos ovoides y ubicados en el centro del citoplasma (Kenngott *et al.*, 2013).

La superficie del epitelio muestra algunas zonas con varias capas de epitelio especialmente en donde se encuentran las células germinales primordiales, estas migran mediante el epitelio superficial y se ubican principalmente en la región cortical del ovario, teniendo una forma oval con un núcleo largo ubicado centralmente con un nucleolo prominente (Kenngott *et al.*, 2013).

Las ovogonias se encuentran cerca o debajo de la lámina basal, son un poco más esféricas que las células germinativas primordiales con un núcleo redondeado, el citoplasma de ambos es un poco eosinofílico que otro tipo de células. Células de las cápsulas tubulares y glomerulares se encuentran infiltrados en la médula, ésta a veces cuenta con células germinativas primordiales (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 55 y 62, hay un aumento de las células germinativas primordiales y ovogonias ubicadas frecuentemente directamente o debajo de las células del epitelio superficial en forma de grupos o racimos. Estos grupos de células se encuentran rodeados por células somáticas oscuras y alargadas, muy similar a las células epiteliales. No se distingue la túnica albugínea (Kenngott *et al.*, 2013).

Los grupos de células germinales están en conexión abierta con el epitelio del ovario. La superficie del epitelio posee entre 4 a 7 capas de células. La médula consta de células mesenquimales, vasos linfáticos, vasos sanguíneos grandes y algunas células germinativas primordiales (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 76 y 93, el epitelio superficial consta de una o varias capas de células prismáticas altas ubicados en la lámina basal incompleta. Las células germinativas se colocan debajo del epitelio superficial. En la corteza, se observa células germinales primordiales y ovogonias muy juntos dispuestos en grupos rodeados de células somáticas, las ovogonias son más grandes y redondas (Kenngott *et al.*, 2013).

La elongación del grupo de las células germinales que contienen a las ovogonias en contacto con las células somáticas es lo más reconocible para el desarrollo de los cordones de las células germinales rodeados de vasos sanguíneos cerca de la zona cortico-medular. Presencia de mitosis en las ovogonias. Las células estromales son largas y fusiformes con núcleos ovalados que contienen dos nucleolos (Kenngott *et al.*, 2013).

Los ovocitos entran en meiosis en la corteza adyacente a la médula. Presencia de folículos primordiales ubicados en la zona más periférica del ovario. El núcleo del ovocito se ubica en la parte más periferia de la célula. Hay distinción entre la corteza y la médula, en la primera se encuentran células y fibras del estroma, y en el segundo, menor densidad del estroma. (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 95 y 150, aumento en la proliferación de las células germinales, epiteliales y de estroma. Una clara separación entre la corteza y la médula. En la corteza se observa ovogonias, ovocitos y células de la granulosa como muchos cordones de células germinales. Las ovogonias se dividen formando cordones de células germinativas (Kenngott *et al.*, 2013).

Rápido crecimiento de los folículos, aparecen los folículos primarios ubicados en la corteza interna. Todos los folículos poseen una distintiva lámina basal. Desarrollo de los vasos sanguíneos en la médula que ingresan al ovario a través del hilio (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 160 y 196, se distingue más la corteza que en etapas anteriores. El epitelio superficial consiste en una simple capa de células, pero en algunas regiones se encuentran varias capas de células, estas células son más pequeñas y su núcleo está más basófilo que el grupo anterior. A veces el epitelio superficial forma criptas y proyecciones. Se observa proliferación de células de la granulosa, folículos secundarios y un folículo terciario inicial (Kenngott *et al.*, 2013).

Regresión de los cordones de células germinales y los folículos primordiales en la corteza. Se diferencia la túnica albugínea marcando la separación entre las células epiteliales de superficie y los cordones de células germinativas. Largos y numerosos vasos sanguíneos se encontraban en la corteza y la médula. Adicionalmente, grupos de linfocitos fueron observados cerca los folículos atrésicos con núcleos encogidos, zona pelúcida incompleto y e irregulares células de la granulosa. Los folículos atrésicos usualmente muestran una lámina basal incompleta (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 200 y 230, el epitelio superficial disminuye una capa, pero a veces se puede encontrar varias capas. Se reduce la proliferación de las células germinativas primordiales. Folículos primordiales, primarios y secundarios tardíos se localizan en la periferia de la corteza. Folículos

secundarios muestran crecimiento y luego se transformarán a folículos antrales rodeados de células estromales, ellos forman una teca folicular temprana. Folículos secundarios y terciarios en proceso de degeneración (Kenngott *et al.*, 2013).

Entre los días 240 y 285, a veces las células primitivas primordiales se encuentran dispersas debajo del epitelio superficial. Solo una capa de células epiteliales cúbicas a columnares cubre al ovario. Los folículos primordiales se continúan formando en los extremos distales. La corteza se encuentra bien desarrollada. En la médula, se observa células estromales, vasos sanguíneos grandes y pequeños. Folículos antrales a nivel de la corteza con presencia de la teca folicular, tanto interna como externa, que es separado del folículo por la membrana basal. La teca interna consiste en delgadas células estromales dispuestas circularmente y la teca externa son células estromales más separadas. (Kenngott *et al.*, 2013).

2.2.4.3. Yegua

Un estudio realizado en 131 fetos de yeguas que fue dividida por días de gestación entre los 40 a 320 días obteniendo así 11 grupos. Se basaron en la longitud cefalococcigeo o caudal para luego mediante una fórmula obtener la edad gestacional, identificaron el sexo por observación macroscópica (Savastano *et al.*, 2008).

Las ovogonias fueron observadas a partir del día 40 de gestación siempre limitadas en la región cortical, localizadas en la periferia de las gónadas. Lo que comprobaría una distinción entre la corteza y la médula desde que se puede diferenciar macroscópicamente el sexo hasta su nacimiento. Las ovogonias fueron encontradas en cordones celulares dentro de la corteza ovárica, las cuales van disminuyendo progresivamente mientras que el feto va desarrollándose. En los 60 – 69 días de gestación, las ovogonias disminuyen en número y entre los 136 y 155 días fueron encontrados en pequeñas cantidades (Savastano *et al.*, 2008).

En los ovarios de los fetos entre los días 60 al 69, se observaron ovocitos rodeados por células foliculares planas que son los folículos primordiales, que aumentaron en número entre los días 70 y 89, y disminuyeron entre los 116 a 135 días, alcanzando sus valores más bajos entre los días 281 al 320 (Savastano *et al.*, 2008).

Se observaron folículos en crecimiento tantos ovocitos rodeados por una capa simple de células foliculares cúbicas (folículos primarios) o más de una capa de células foliculares cúbicas (folículos

secundarios), los cuales fueron encontrados en pequeño número en ovarios de fetos del 116 al 135 día de gestación, alcanzando su máximo entre los días 201 y 320. Se observaron folículos secundarios con evidencia de formación de antro y folículos con antro completamente formados (folículo terciario) a partir del 201 al 245 día de gestación (Savastano *et al.*, 2008).

2.2.4.2. Cabra

Un estudio realizado en 45 ovarios de cabras fue dividido en tres grupos, cada uno de 15 ovarios de fetos entre el 60 al 145 día de gestación. El primer grupo fue del 60 al 90 día; el segundo grupo, del día 91 al día 120 y, por último, el tercer grupo fueron del 121 día al 145. Las edades de los fetos fueron determinados por el C. R. L (Crown-rump length) mediante una fórmula (Kumari *et al.*, 2017).

Como resultado obtuvieron que los ovarios en los fetos se encontraron caudalmente a los riñones, para el día 126 al 145 cada ovario se encontraba más caudo lateral cerca a la punta del cuerno uterino. Los dos ovarios fueron similares a la cabeza de un alfiler, con forma oval, una superficie lisa y con un color crema uniforme (Kumari *et al.*, 2017).

En el primer grupo (60 -90), el peso de los ovarios fue de 10.6 ± 0.4 mg, en el segundo grupo (91 - 120) fue de 30.6 ± 1.5 mg y en el tercer grupo (121 - 145) fue de 39.3 ± 1.4 mg, siendo el peso entre los tres grupos significativamente diferente. Cuando la edad del feto aumentaba también lo hacía el peso de los ovarios (Kumari *et al.*, 2017).

Histológicamente, en el primer grupo (60 - 90) no se observó una diferenciación entre la corteza y la médula, las células germinales formaban los cordones ováricos que consistían en células somáticas o células de la pregranulosa y en células germinativas u ovogonias de formas irregulares separadas del tejido mesenquimal por la lámina basal. Gran número de ovogonias entre células estromales en la periferia del ovario. La corteza constaba de abundantes cordones de células germinativas y la médula, principalmente de células somáticas. En el final de este primer periodo los cordones ováricos empezaban a separarse en la región central del ovario (Kumari *et al.*, 2017).

En el segundo grupo (91 - 120), iniciaba la meiosis, ya se diferenciaba la corteza de la médula, y en el medio de la separación ya se encontraba varios vasos sanguíneos. En esta etapa, la parte interna de la corteza constaba de folículos primordiales principalmente, también contenían algunos folículos en proceso de maduración como el preantral y pocos folículos de Graff o antrales con un diámetro de $107 \pm 4.1\mu$ y $153 \pm 3.8\mu$ respectivamente (Kumari *et al.*, 2017).

En el tercer grupo (121 - 145), el diámetro de los folículos preantrales y de Graff aumentaron en $175.3 \pm 5.2\mu$ y $346.33 \pm 8.8\mu$ (Kumari *et al.*, 2017).

2.2.4.3. Ovino

En las ovejas, las células germinativas aparecieron al día 23, las cuales iniciaron la meiosis en el día 30 que coincidía con la aparición de la *rete ovarii*. Desde el día 23 al 120 las células germinales que realizaban mitosis y entre los días 55 y 120, las células germinales realizaban meiosis. Para el día 75, en el interior de la corteza se formaron los primeros folículos primordiales. Mientras que en la región interna las células germinativas están entrando a meiosis, las que se encuentran más externamente están realizando mitosis (McNatty *et al.*, 1995).

Cuando los folículos están formados, entre los días 75 y 90, reduce el número de células germinativas en un 80%. Ya para el día 100, el ovario de la oveja presenta 170 000 células germinativas comparado a los 900 000 que estuvieron presentes en el día 75. De las 170 000 células germinativas, el 9% eran ovogonias, 61% eran ovocitos y los folículos primordiales era el 28% (McNatty *et al.*, 1995).

Los folículos primarios se observan en el día 100 y para el día 120, se observa un crecimiento de las capas de la granulosa de los folículos a más de 3. El 4% de los folículos en crecimiento presentan estructuras antrales con un diámetro de 0.25-0.80 mm de diámetro, para el día 135. Durante los días 100 y 135, la médula se caracteriza por tener tejido conectivo, vasos sanguíneos, vasos linfáticos y un prominente sistema rete (McNatty *et al.*, 1995).

2.2.4.4. Otros estudios

Zegarra en el 2012, en su estudio de 10 alpacas hembra en estado reproductivo encontró histológicamente que en la zona cortical hay abundante cantidad de ovocitos primarios rodeados por una capa simple de células foliculares planas con un grande y vesiculoso núcleo. También se observó ovocitos que cambiaron sus células foliculares de planas a cúbicas. Folículos secundarios con más de seis capas cúbicas y con presencia de vacuolas que darán origen a las cavidades llenas de líquido folicular y folículos atrésicos que no alcanzaron la maduración a folículo de Graff y se encuentran en proceso de degeneración, su núcleo no se puede observar bien.

Del Carpio en el 2014, realizó un estudio en 73 alpacas de 7 años a más entre razas Huacaya y Suri de manera aleatoria simple de un universo de 96 animales, obteniendo 146 ovarios izquierdo y derecho. Indica que el largo, ancho y grosor de los ovarios fue de 1.73 cm, 1.21 cm y 0.67 respectivamente, y que la raza influye en el ancho del ovario izquierdo; siendo la raza Suri quien tiene el promedio mayor con 1.26 y la raza Huacaya con 1.11. Histológicamente encontraron la presencia de folículos primordiales, folículos primarios, folículos secundarios, folículos de Graff, cuerpo lúteo, cuerpo lúteo hipertrófico y cuerpo *albicans*.

Mamani *et al* en el 2020, realizó un estudio con 5 alpacas en el último tercio de gestación, en donde estimaron la cantidad de folículos preantrales antes del nacimiento de la alpaca, contaron todos los folículos que tenían su núcleo visible de la lámina histológica. El diámetro de los ovocitos y folículos fueron medidos usando un micrómetro ocular. Como resultados obtuvieron que la estimación de la población folicular preantral fue de $80\,516 \pm 14\,575$ en los ovarios de los fetos de alpaca.

La mayoría de los folículos encontrados fueron folículos primordiales (49,2%) o folículos primarios en transición (39,2%), seguido de folículos primarios (10,8%) y folículos secundarios (0,8%), teniendo este último más de dos capas completas de células foliculares (capa de la granulosa). El diámetro de los folículos y ovocitos de los folículos primordiales fue de 33.3 ± 7.2 y $21.5 \pm 4.6\mu\text{m}$ y de los folículos primarios en transición, 36.7 ± 3.0 ; $23.4 \pm 2.6\mu\text{m}$ fueron significativamente más pequeños que los de los folículos primarios con 77.9 ± 15.8 ; $50.02 \pm 11.1\mu\text{m}$, respectivamente. Los folículos preantrales clasificados por tener una apariencia morfológica normal fue de 98,2% primordiales; 96,7%, primarios en transición; 91,5%, primarios y el 88,1%, secundario (Mamani *et al* en el 2020).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución y periodo de duración

La recolección de las muestras fue obtenida en el Camal Municipal de Huancavelica autorizado por el Servicio Nacional de Sanidad Animal para el beneficio de camélidos sudamericanos, situado en el distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica, región de Huancavelica, con una altitud de 3660 msnm, en los meses de noviembre del 2018 y septiembre del 2019.

El procesamiento y análisis de las muestras colectadas se realizó en el área de investigación morfológica del Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima, entre los meses de octubre 2019 a mayo del 2020. Los fetos usados forman parte del convenio 025-2016-FONDECYT que estuvo aprobado por comité de ética N.º 2018-004, contribuyendo con su financiamiento.

3.2. Materiales

Para este estudio se utilizaron 18 fetos hembras de raza Huacaya provenientes de alpacas gestantes destinadas al consumo humano.

En el Camal Municipal de Huancavelica se utilizaron: dos baldes de plástico con un volumen de 20 litros, cada uno con paraformol al 10%, guantes de látex, jeringas de 20 ml y agujas de 21 G1, balanza digital, calibrador Vernier de 6'', centímetro, cuaderno, hojas papel bulky, lápices, tijeras, gasas, pabulo, bolsas de plástico 30x50 cm, cintas masking tape de 2'' y un cooler.

En el Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre se utilizaron: bisturíes, mango de bisturíes, pinza de disección, tabla de corte con medidas, calibrador Vernier de 6'', balanza digital, formol al 10%, recipientes de plásticos, cámara digital, gasas, pabilo, hojas papel bulky, lápices.

3.3. Metodología

Este estudio es netamente descriptivo por lo que se empleó el método estadístico por conveniencia, obteniéndose 18 fetos hembras de raza Huacaya durante la gestación de la alpaca, dividiéndolo en tres grupos, teniendo seis fetos por cada grupo. Primer grupo entre los 60 – 150 días, segundo grupo entre los 151 – 239 días y tercer grupo entre los 240 – 335 días de edad.

3.3.1. Obtención y registro de los fetos de alpaca

En el Camal Municipal de Huancavelica, luego de obtener el feto, se procedió a ligar el cordón umbilical, lo cortamos e identificamos el sexo, después medimos el diámetro biparietal (DBP) con el calibrador Vernier de 6'' consiguiendo así un resultado en milímetros (mm) (Figura 1A). Estas mediciones fueron expresadas posteriormente en centímetros (cm) para poder calcular la edad gestacional en días. El diámetro biparietal es la medida transversal al eje occipitofrontal, existiendo un espacio virtual comprendido entre los lados externos de los huesos temporoparietales del cráneo del feto de la alpaca.

Para hallar la edad gestacional (GA) del feto, se utilizó la fórmula descrita por *Gazitua et al.*, 2001, en base a la medida del diámetro biparietal (DBP) en centímetros (cm) como se observa en la siguiente ecuación:

$GA = (DBP - 0.11376) \times 47.23287$, $r = 0.98$, $P < 0.001$; donde r es el coeficiente de regresión y P es la significancia.

Todos los valores hallados del diámetro biparietal (DBP) fueron reemplazados en la fórmula ya mencionada para hallar la edad gestacional en días, y luego ser hallado en meses (Tabla 1). Cabe mencionar que se consideró feto a partir del día 60 de gestación como lo describe Bravo, 2002. El feto de menor tiempo de gestación trabajado fue de 68 días y el de mayor tiempo de gestación fue de 324 días. Después de saber la edad gestacional, se procedió a pesarlos (g) (Figura 1B) y a tomar las medidas de la altura y largo del feto (Figura 1C y Figura 1D).

Luego, a los fetos se les inyectó entre 10 a 15 ml de paraformol al 10% por el cordón umbilical para después ser embebidos con la misma sustancia en baldes de plásticos para su conservación, y fueron llevados a Lima para realizar la descripción macroscópica y microscópica respectiva.

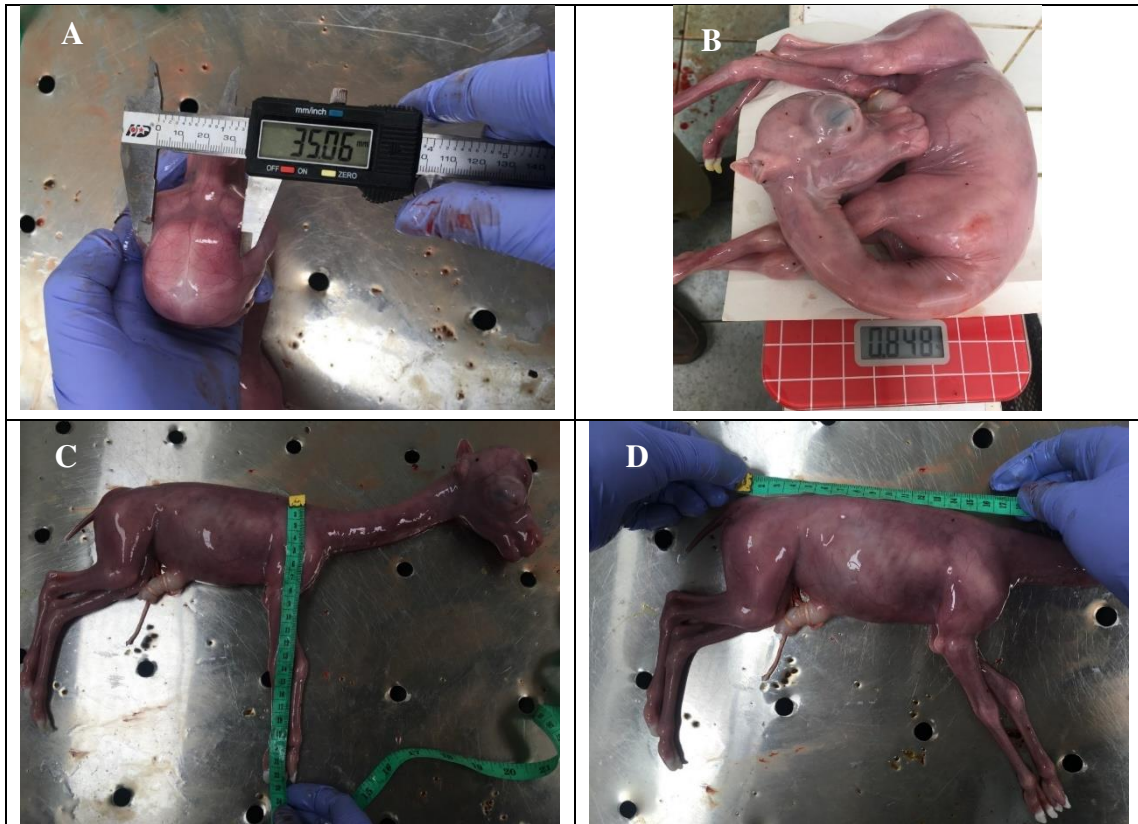


Figura 1. Toma de mediciones y peso fetal.

A. Medida del diámetro Biparietal (DBP) en mm con un calibrador Vernier de 6" en un feto hembra de alpaca. B. Toma del peso en gramos (g) en una balanza digital del feto hembra. C. Medida de la altura del feto hembra en centímetros desde el borde dorsal de la escápula hasta la punta del dedo. D. Medida de la longitud del feto hembra en centímetros desde la cruz hasta la tuberosidad isquiática.

3.3.2. Estudio macroscópico

Después de haber obtenido todos los datos del feto pasamos a realizar el estudio macroscópico para observar la ubicación y las características de los ovarios, por lo que realizamos una incisión longitudinal en la línea alba para proceder a desplazar las vísceras abdominales hacia afuera e in situ observamos la ubicación de los ovarios respecto a otros órganos, teniendo en cuenta la forma y el color durante todo el tiempo de gestación, luego se procedió a retirarlos cuidadosamente para poder medir el tamaño (largo y ancho) usando un calibrador Vernier de 6" (Figura 2A y 2B), después fueron pesados en gramos con una balanza de precisión de 0.01 gramos (Tabla 2), envueltos en gasa separando el ovario derecho del izquierdo, y finalmente ser conservados en recipientes pequeños de plástico con formol al 10% para su respectivo procesamiento histológico.



Figura 2. Codificación y medida de los ovarios.

A. Se observan los ovarios de un feto de 5 meses y medio, con su código respectivo. 01: derecha 02: izquierda. B. Medición del largo y ancho del ovario de un feto hembra con un calibrador Vernier de 6'', en milímetros.

3.3.3. Estudio microscópico

Los ovarios ya conservados en formol al 10% fueron trabajados en el área de investigación morfológica del laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre FMV - UNMSM. Se realizó la reducción del ovario con un corte histológico longitudinal en la mitad del órgano (Figura 7), y se efectuó inclusiones en parafina con 5 um de espesor para preparar láminas histológicas coloreadas con la tinción básica de Hematoxilina-Eosina (H-E) para observar los núcleos basófilos y el citoplasma acidófilo, y la coloración histoquímica de tricrómico de Masson usado para distinguir el tejido conectivo de color azul y el muscular de color rojo.

La descripción histológica se realizó reconociendo las características microscópicas de sus componentes: epitelio ovárico, túnica albugínea, corteza (el desarrollo de los diferentes estadios de los folículos), médula (presencia de vasos sanguíneos) y tejido conectivo usando primero la H-E y posteriormente el tricrómico de Masson.

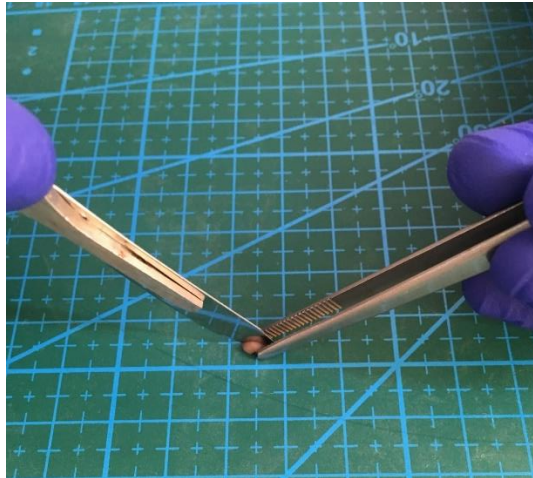


Figura 3. Corte longitudinal en la mitad del ovario de un feto hembra.

3.3.4. Análisis de la información

La información recopilada de los datos obtenidos, peso, ancho y largo tanto del feto como de los ovarios, en los tres grupos fueron registrados a través de medidas estadísticas descriptivas usando el promedio y la desviación estándar.

La información de la descripción macroscópica y microscópica se realizó mediante el uso de imágenes fotográficas.

3.3.5. Lectura de imágenes histológicas

Se realizó mediante el uso de un microscopio Leica DM 750 con cámara digital incorporado ICC50 W y software de medición Las 4.12 Leica Macrosystems.

Las características microscópicas del ovario se realizaron en base a lo descrito por Junqueira, 2013:

- ✓ Epitelio germinal: capa simple de células planas o cúbicas.
- ✓ Túnica albugínea: tejido conectivo denso.
- ✓ Corteza: predominan los folículos ováricos.

Folículos ováricos:

- Folículo primordial: ovocitos rodeados por una capa de células aplanadas denominadas células foliculares.
- Folículo primario unilaminar: ovocitos rodeados por una capa de células foliculares cúbicas.

- Folículo primario multilaminar o preantral: ovocitos rodeados por dos o más capas de células foliculares que ahora pasarán a llamarse células de la granulosa.
 - Folículo secundario o antrales: ovocitos rodeados de células de la granulosa con presencia de pequeños espacios que contienen el líquido folicular.
 - Folículo preovulatorio: o de Graff, con una sola cavidad folicular de gran tamaño y capa de células de la granulosa de la pared del folículo más delgada.
- ✓ Médula: tejido conjuntivo laxo con abundante lecho vascular.

IV. RESULTADOS

4.1. Macroscópicamente

A partir de los 68 días de la etapa fetal, ya se podía distinguir el sexo mediante la observación macroscópica. Los ovarios se ubicaron en la cavidad pélvica correspondiente a la región abdominal caudal, en posición sublumbar entre la 6ta y 7ma vértebra lumbar y caudal a los riñones, siendo el ovario derecho más craneal que el izquierdo. Los ovarios en el feto de alpaca fueron pares, de superficie lisa y de color crema (Figura 4A), ambos ovarios estuvieron fijados por parte del ligamento ancho, llamado mesovario (Figura 4B). Al corte longitudinal de los ovarios, se observó dos áreas, una externa llamada corteza y una interna llamada médula que presentaba un color más oscuro, evidenciándose a partir del tercer mes de edad fetal (Figura 4C). El útero se observó delgado y alargado, que mientras va avanzando la edad del feto se fue engrosando y se contornearon hacia craneal, empezando a los 3 meses aproximadamente y a partir de los 4 meses ya se pudo observar un completo contorneamiento llevando a los ovarios a una posición sublumbar (Figura 4D).

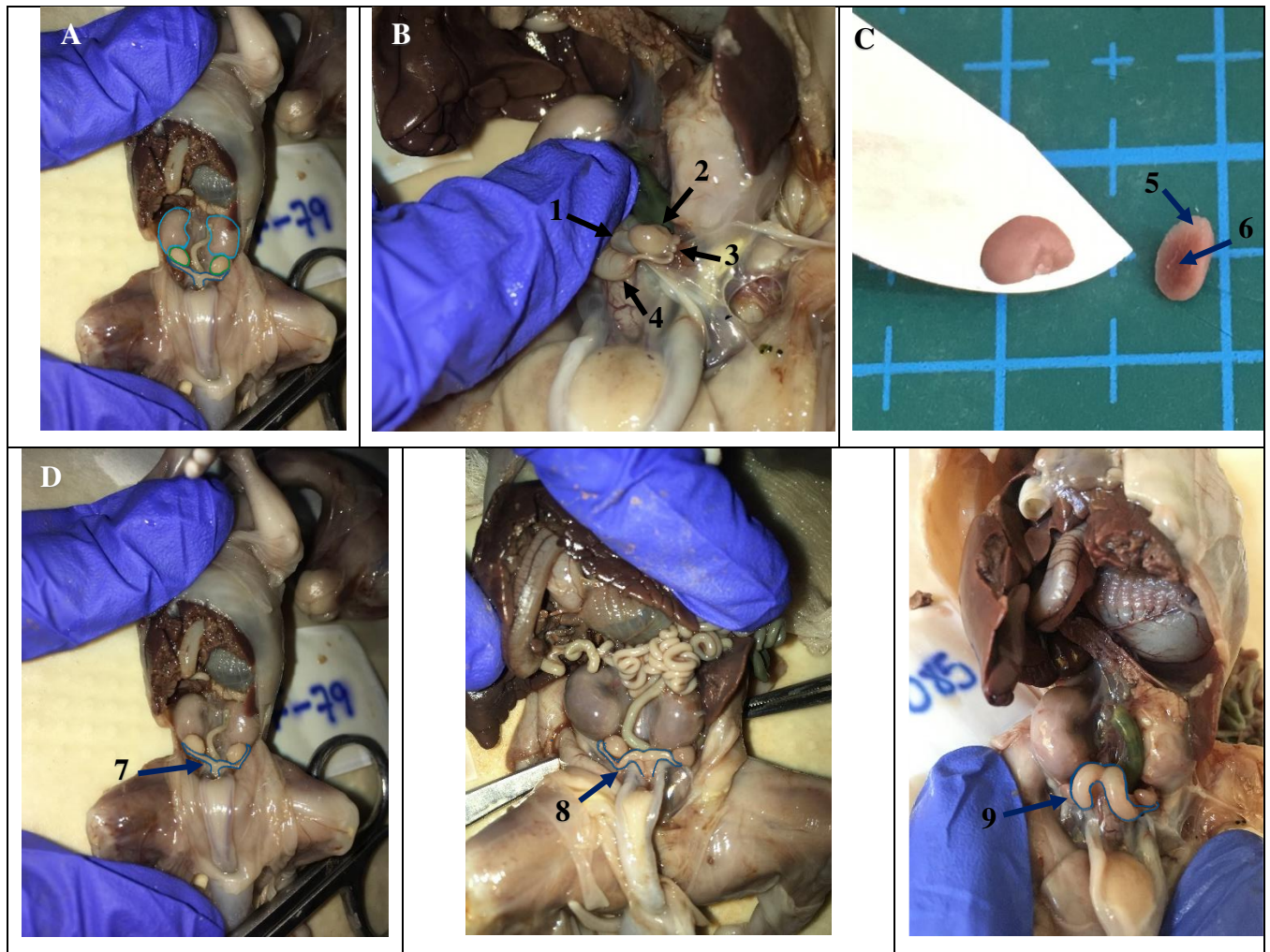


Figura 4. Hallazgos macroscópicos de los ovarios de feto de alpaca.

A. Cavity abdominal caudal de un feto hembra de 2 meses y medio, se observan los ovarios, útero y riñones rodeados con los colores verde, azul y celeste, respectivamente. B. Medio de fijación del ovario en feto de alpaca de 4 meses: 1. Mesovario 2. Ovario 3. Oviducto 4. Cuerno uterino. C. Corte longitudinal del ovario de feto de alpaca, se observa: 5. Corteza 6. Médula. D. Cavity abdominal caudal de fetos hembras en que se observan el engrosamiento y contorneamiento del útero en fetos de 2 meses y medio (7), 3 meses (8) y 4 meses (9).

Registro de los datos obtenidos tanto del feto como de los ovarios en cada grupo a través de medidas descriptivas (promedio y desviación estándar).

Cuadro 1. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el primer grupo.

	Medida del feto			Ovarios *		Longitud (mm)			
	Peso (g)	Altura (cm)	Largo (cm)	Peso derecho	Peso izquierdo	Ancho derecho	Ancho izquierdo	Largo derecho	Largo izquierdo
Promedio	146.83	10.83	9.12	0.02	0.02	2.95	2.70	4.08	4.04
Desviación estándar	107.00	3.92	3.19	0.01	0.01	0.33	0.36	0.53	0.53

* Medidas de ovarios formolizados.

Cuadro 2. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el segundo grupo.

	Medida del feto			Ovarios *		Longitud (mm)			
	Peso (g)	Altura (cm)	Largo (cm)	Peso derecho	Peso izquierdo	Ancho derecho	Ancho izquierdo	Largo derecho	Largo izquierdo
Promedio	856.67	22.25	17.50	0.03	0.03	3.63	3.58	4.89	4.92
Desviación estándar	436.24	4.66	3.78	0.01	0.01	0.67	0.77	1.06	0.85

* Medidas de ovarios formolizados.

Cuadro 3. Promedio y desviación de la medida del feto y de los ovarios en el tercer grupo.

	Medida del feto			Ovarios *		Longitud (mm)			
	Peso (g)	Altura (cm)	Largo (cm)	Peso derecho	Peso izquierdo	Ancho derecho	Ancho izquierdo	Largo derecho	Largo izquierdo
Promedio	2571.50	39.25	31.22	0.03	0.03	3.66	3.63	4.73	4.82
Desviación estándar	592.83	4.38	10.51	0.01	0.01	1.00	0.81	1.03	1.05

* Medidas de ovarios formolizados.

Nuestros resultados indicaron que el promedio del peso, altura y largo del feto aumentaron conforme avanzaba la edad gestacional; sin embargo, el promedio del peso, largo y ancho del ovario no mostraron similar resultado. Respecto al peso de los ovarios, aumentaron hasta el segundo grupo manteniéndose igual en el tercero. Respecto al ancho de los ovarios, hubo un crecimiento hasta el tercer grupo. Y respecto al largo de los ovarios, hubo un crecimiento hasta el segundo grupo quienes tuvieron una disminución en el tercer grupo.

4.2. Microscópicamente

La descripción fue realizada por grupos y por tinciones, primero H.E y luego tricrómico de Masson.

Primer grupo (68 – 138 días)

Epitelio de revestimiento

No se observó un desarrollo completo hasta el día 102, la cual es una capa simple de células epiteliales con una parte de forma cuboidal y otra columnar, con núcleos ovoides grandes de diferentes tamaños que algunos ocupan casi la totalidad de la célula, y que se ubican en la parte distal de esta (Figura 5A).

No se observó una distinción entre la corteza y médula hasta el día 106. En todo el estroma ovárico se observó una gran cantidad de células germinativas llamadas ovogonias (Figura 5B) que son células de forma ovoide con un núcleo de diferentes tamaños, algunos grandes que ocupan casi la totalidad de la célula disminuyendo el citoplasma y otros de menor tamaño ubicados en el centro o al extremo de la célula, muchas ovogonias se encontraron en forma de racimos dirigiéndose desde la parte distal hacia la central, que variarán en cantidad durante todo el desarrollo terminando con una disminución en número y ubicándose en la periferia del ovario.

También se observó células en proceso de maduración de diferentes formas con núcleos prominentes que con el desarrollo proliferaron y aumentaron en número ubicándose principalmente en la parte central. Se observó la presencia de células largas oblongados con núcleos alargados conocidos como células estromales alrededor mayormente de las células germinales.

Con la distinción entre la corteza y la médula, en el ovario derecho las ovogonias se ubicaron en mayor número a nivel de la túnica albugínea que van disminuyendo mientras que van avanzando hacia la médula, a diferencia del ovario izquierdo que se observaron varias ovogonias también en la médula, varios se encuentran en forma de racimos rodeados por tejido conectivo.

Se evidenció la degeneración de algunas células germinativas, proceso denominado como atresia (Figura 5B), que estuvo presente en los tres grupos y también se observó en folículos en diferentes etapas de crecimiento. Se observó segmentación celular; además de la presencia de ovocitos rodeados de células foliculares aplanadas conocidos como folículos primordiales (Figura 5C) quienes estaban rodeados de células estromales. A la mitad de este grupo aparecieron ovocitos rodeados por una capa de células foliculares cúbicas conocidos como folículos primarios unilaminares (Figura 5D) ubicados principalmente en la médula cerca a los vasos sanguíneos.

Conforme avanza los días hubo un aumento en número de folículos primarios unilaminares rodeados de células estromales, y para el final de este grupo en el ovario derecho los folículos primarios unilaminares ocuparon la corteza y gran parte de la médula, desplazando a los vasos sanguíneos y por consiguiente disminuyendo el grosor de la médula, en el ovario izquierdo, por el contrario, hubo mayor presencia de vasos sanguíneos en la médula

Se observaron estructuras tubulares de epitelio simple cúbico asociado al ovario izquierdo y derecho.

Con el tricrómico de Masson se observó la presencia de tejido conectivo que forma una estructura en forma de malla distribuidos en todo el ovario, de color azul, que va desde la parte distal hacia el centro del ovario, concentrándose más en este último. Son células fusiformes que tienen un núcleo ovoide o aplanado, las fibras se orientan en todas las direcciones. Durante todo este grupo se encontró rodeando las células germinativas, vasos sanguíneos y los folículos en sus diferentes estadios. La cantidad de tejido conectivo fue variable, encontrándose en ambos ovarios (Figura 5E y 5F).

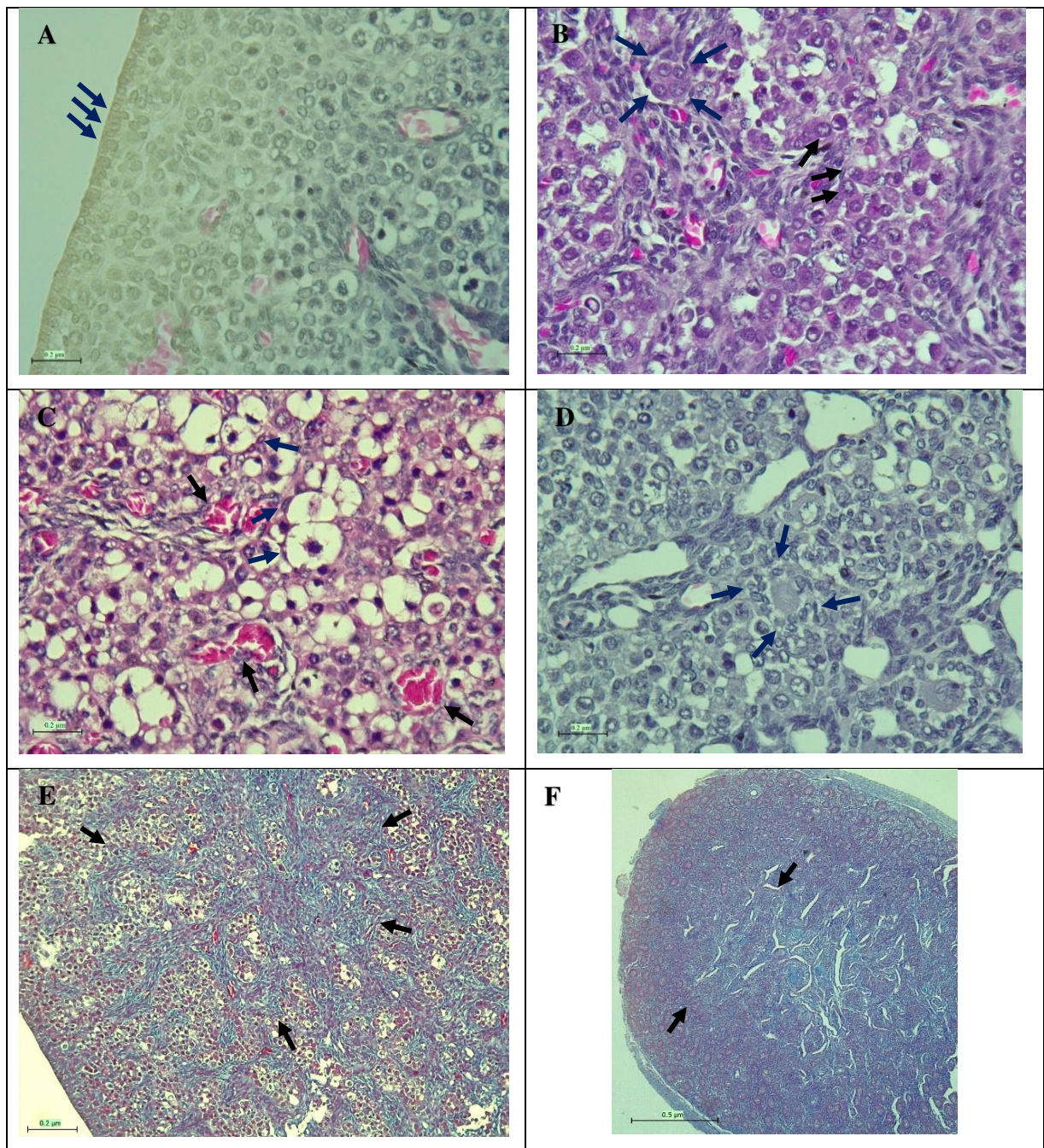


Figura 5. Hallazgos microscópicos en ovarios en el primer grupo fetal.

A. Ovario derecho de feto de alpaca de 106 días de gestación donde se observa el epitelio germinal con epitelio columnar y cúbicas con núcleos ovalados y grandes ubicados en la parte distal. B. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 68 días de gestación donde se observa cuatro ovogonias (flechas azules) y células germinativas en proceso de degeneración (atresia) (flechas negras). C. Ovario de feto de alpaca de 102 días de gestación donde se observa folículos primordiales rodeados de células estromales (flechas azules) y vasos sanguíneos (flechas negras). D. Ovario derecho de feto de alpaca

de 106 días de gestación donde se observa un folículo primario. Coloración H-E, 40X. E. Ovario derecho de feto de alpaca de 68 días de gestación Coloración tricrómico de Masson 10X. F. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 138 días de gestación, donde se observa la presencia de tejido conectivo de color azul (flechas negras). Coloración Tricrómico de Masson, 4X.

Segundo grupo (151 – 218 días)

Epitelio de revestimiento

El epitelio simple pasa a ser de tipo solo columnar con un núcleo ovoide de diferentes tamaños al inicio. En algunas partes del epitelio dentro de las células columnares se observa la presencia de células germinativas (Figura 6A). Para finalmente terminar con un epitelio simple columnar y cúbico.

Corteza ovárica

Se observó una disminución de los folículos primordiales y primarios unilaminares, además de la presencia de las células foliculares iniciando su proliferación. A la mitad del grupo, se observó un aumento de las células germinativas y folículos primordiales, y poca presencia de folículos primarios unilaminares distribuidos por todo el ovario. Poca presencia de vasos sanguíneos en la zona cortical. En el ovario derecho se observó una invaginación en la parte inferior con epitelio simple columnar (Figura 6B). Para finales de este grupo, en el ovario izquierdo se observó más folículos con dos o más capas de células foliculares (capa de la granulosa) (Figura 6C) que, en el ovario derecho, conocidos como folículos primarios multilaminares o preantrales.

Médula ovárica

En el ovario derecho se observó una organización y gran cantidad de vasos sanguíneos de diferentes tamaños, hubo una mejor visualización de un folículo primario unilaminar con su zona pelúcida mediante la tinción tricrómico de Masson (Figura 6D) y tres ovocitos juntos rodeados por una capa simple de células foliculares cúbicas. En el ovario izquierdo hubo una disminución en tamaño de los vasos sanguíneos ya que estaba ocupado por los folículos primarios unilaminares y preantrales. Ambos ovarios, terminan con una gran presencia de vasos sanguíneos.

Se observaron estructuras tubulares de epitelio simple cúbico asociado al ovario izquierdo y derecho.

Con el tricrómico de Masson, se observó la presencia de tejido conectivo que forma una estructura en forma de malla distribuidos en todo el ovario, de color azul, que va desde la parte distal hacia el centro del ovario. Durante todo este grupo se encontraron rodeando los cordones de ovogonias, vasos

sanguíneos y los folículos en crecimiento. La cantidad de tejido conectivo va a ser variable con mayor presencia en la médula, en ambos ovarios (Figura 6E y 6F).

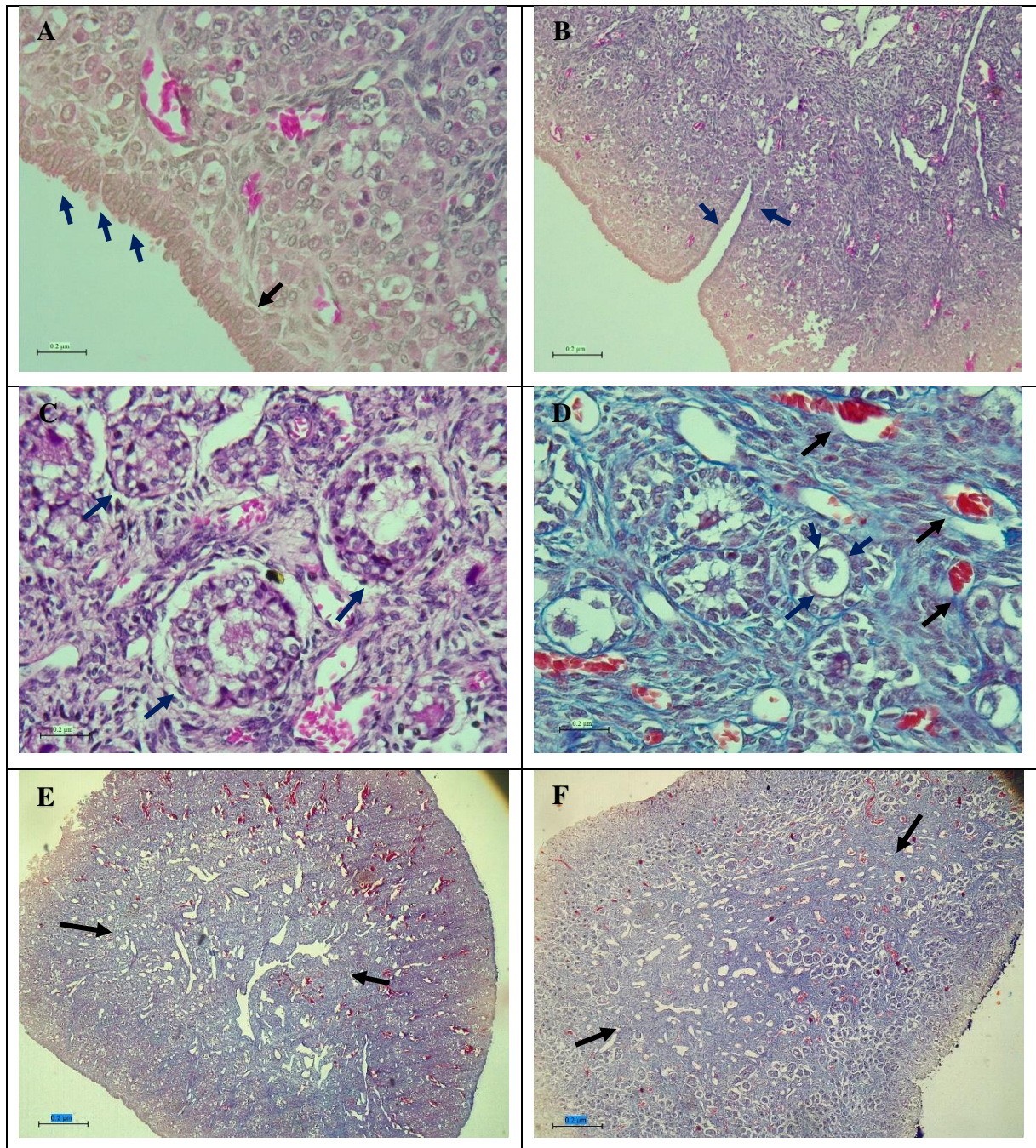


Figura 6. Hallazgos microscópicos en ovarios en el segundo grupo fetal.

A. Ovario derecho de feto de alpaca de 151 días de gestación donde se observa el epitelio germinal con una capa simple de células epiteliales tipo columnar (flechas azules) y una célula germinal dentro

de ella (flecha negra). B. Ovario derecho de feto de alpaca de 151 días de gestación donde se observa la invaginación del epitelio germinal dirigiéndose hacia el centro (flechas azules). Coloración H-E, 10X. C. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 218 días de gestación donde se observa folículos primarios preantrales con sus células foliculares en proliferación (flechas azules). Coloración H-E, 40X. D. Ovario derecho de feto de alpaca de 187 días de gestación donde se observan varios folículos primarios unilaminares y uno con su zona pelúcida (flechas azules), y presencia de vasos sanguíneos (flechas negras). Coloración Tricrómico de Masson, 40X. E. Ovario derecho de feto de alpaca de 151 días de gestación. Tricrómico de Masson 4X. F. Ovario derecho de feto de alpaca de 218 días de gestación. Donde se observa la presencia de tejido conectivo de una coloración azul. Coloración Tricrómico de Masson, 4X.

Tercer grupo (240 – 324 días)

Epitelio de revestimiento

Se observó un epitelio simple columnar, cúbico y escamoso.

Corteza ovárica

Se observó gran cantidad de folículos primarios unilaminares y preantrales, una disminución de las ovogonias y folículos primordiales. Aumentó a tres las invaginaciones amplias y profundas que se dirigen hacia el centro en el ovario derecho, y solo una en el ovario izquierdo, que terminarán con un mayor número de estas en ambos ovarios, con un epitelio simple de tipo columnares y cúbicas. Una moderada cantidad de folículos primarios preantrales y pequeños vasos sanguíneos se distribuyen en todo el ovario.

En la unión entre la corteza y médula se observan más folículos preantrales con su teca folicular y sus respectivos vasos sanguíneos (Figura 7A) que mientras avanza el desarrollo, en ambos ovarios, hay folículos primordiales, primarios unilaminares y preantrales (Figura 7B).

En el ovario izquierdo, se observa también dos ovocitos dentro de una capa de células foliculares, además de la presencia de folículo preovulatorio, este folículo se caracteriza por tener una sola cavidad antral donde se encuentra el líquido folicular y que ocupa la mayor área, el complejo cúmulo - ovocito se dirige a un extremo, el ovocito se encuentra rodeado por su zona pelúcida y la *corona radiada*, que en conjunto es envuelta por parte de las células de la granulosa denominado *cumulus oophorus*, esta estructura se encontrará unida a la zona de la granulosa quien rodea lo ya descrito, esta será una capa delgada, en la periferia de este folículo se observa la teca interna y la teca externa, las cuales están separadas del folículo por la membrana basal (Figura 8).

Médula ovárica

Gran cantidad y número de vasos sanguíneos de diferentes tamaños. Con la tinción tricrómico de Masson se pudo visualizar mejor un folículo en proceso de maduración con sus partes: la membrana pelúcida, la *corona radiada*, la zona de la granulosa, la teca interna, vasos sanguíneos y la teca externa; además de la separación del folículo con la teca folicular por una membrana basal (Figura 7C y Figura 7D). Finalmente, el ovario derecho terminará ocupado por los folículos en crecimiento disminuyendo la presencia de vasos sanguíneos. Y en el ovario izquierdo, además se observará grandes vasos linfáticos y vasos sanguíneos.

Se observaron estructuras tubulares de epitelio simple cilíndrico asociado al ovario izquierdo y derecho.

Con el tricrómico de Masson, se observó la presencia de tejido conectivo que forma una estructura en forma de malla distribuidos en todo el ovario, que va desde la parte distal hacia el centro del ovario. Durante este grupo, se encontraron rodeando los cordones de ovogonias, vasos sanguíneos y los folículos en diferentes estadios. La cantidad de tejido conectivo va a ser variable en ambos ovarios que en el ovario derecho terminó con mayor presencia de este a diferencia del ovario izquierdo debido a las estructuras presentes en ella (Figura 7E y 7F).

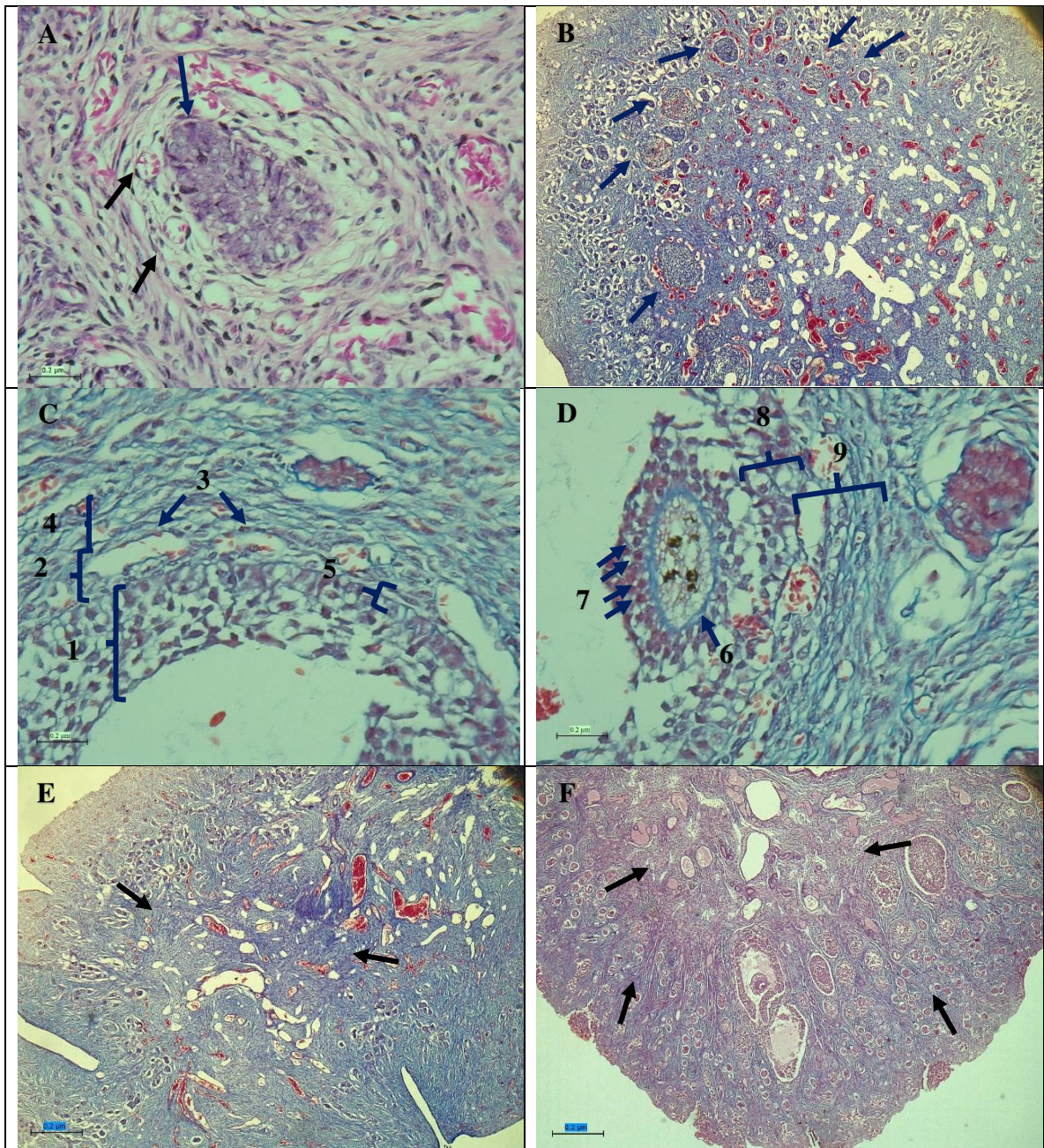


Figura 7. Hallazgos microscópicos en ovarios en el tercer grupo fetal.

A. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 279 días de gestación donde se observa folículo preantral (flechas azules) con presencia la teca folicular y vasos sanguíneos (flechas negras). B. Ovario de feto de alpaca de 292 días de gestación donde se observa mayor organización de los vasos sanguíneos alrededor del folículo en crecimiento en la unión corteza – médula (flechas azules) además de folículos en diferentes estadios. Coloración Tricrómico de Masson, 10X. C. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 303 días de gestación donde se observa: 1. Capa de células de la granulosa llamada zona de la granulosa 2. La teca interna junto a vasos sanguíneos (3) 4. La teca externa. La membrana basal es la que separa al folículo de la teca folicular (5). Tricrómico de Masson. 40X. D. Ovario izquierdo

de feto de alpaca de 303 días de gestación donde se observa: 6. La zona pelúcida de color azul 7. La *corona radiada* 8. Zona de la granulosa 9. Teca folicular. Tricrómico de Masson. 40X. E. Ovario derecho de feto de alpaca de 240 días de gestación, 4X. F. Ovario izquierdo de feto de alpaca de 324 días de gestación donde se observa la presencia de tejido conectivo de color azul (flechas negras). Coloración Tricrómico de Masson. 4X.

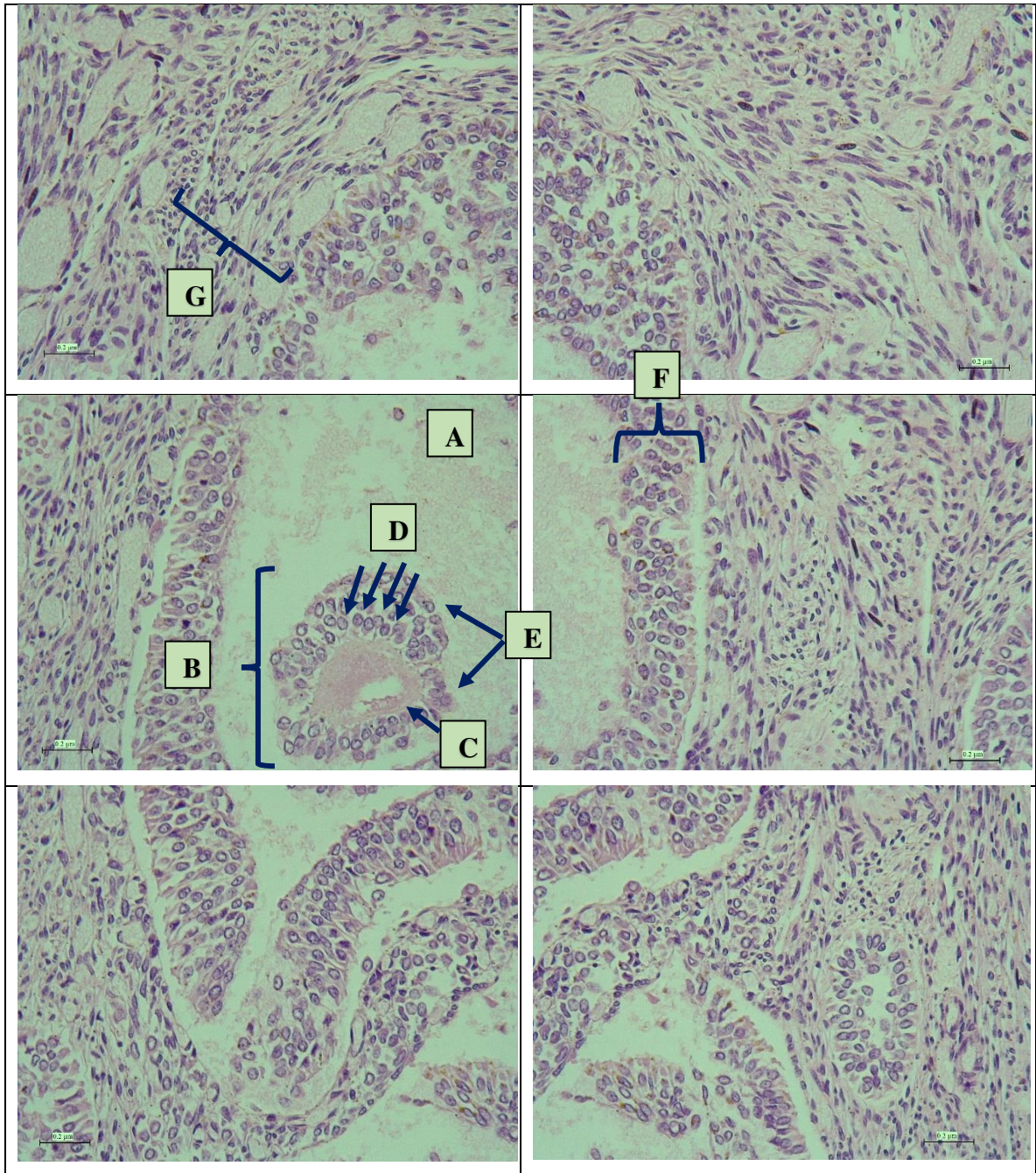


Figura 8. Folículo preovulatorio.

Ovario izquierdo de feto de alpaca de 324 días de gestación. Se observa la presencia de folículo con presencia del antro y en este su licor folicular (A), el complejo *cúmulos-ovocito* (B) que se ubica en un extremo y en este al ovocito rodeado por la zona pelúcida (C), su *corona radiada* (D) y el *cumulus oophorus* (E), todo se encuentra rodeado por la zona de la granulosa (F), y externamente la teca interna y externa (G) rodeándolo. Coloración H-E, 40X.

V. DISCUSIÓN

El feto de alpaca de menor edad gestacional trabajado fue de 68 días en el primer grupo y en donde se podía distinguir macroscópicamente el sexo femenino, lo que concuerda con Ferradas *et al.*, en el 2015 que menciona que a los 46 días ya se podía determinar el sexo mediante la observación de los genitales externos.

Los ovarios son pares, de forma ovoide, descripción similar a lo mencionado por Sato y Montoya en 1990 pero en alpaca adulta; similar también a los ovarios de los bovinos, ovinos y caprinos pero diferente a la yegua ya que es de forma arriñonada debido a la presencia de una fosa de ovulación bien marcada descrito por Hafez B y Hafez E en el 2002; a diferencia de Sumar y García en 1986 y Sumar en 1996 que mencionan que los ovarios son de forma irregular, semejante a los de la cerda dependiendo de los folículos presentes.

Con superficie lisa, de color crema y ubicados caudalmente a los riñones, descripción que coincide en cabras mencionado por Kumari *et al.*, en el 2017. Ambos ovarios se encontraron fijados por parte del ligamento ancho, denominado mesovario que coincide con la descripción en la alpaca adulta por Sato y Montoya en 1990.

El peso de los ovarios fue de 0.02 ± 0.01 , 0.03 ± 0.01 y 0.03 ± 0.01 gramos en el primer, segundo y tercer grupo, respectivamente, diferente a los pesos encontrados en fetos de cabra que fueron de 0.0106 ± 0.0004 , 0.0306 ± 0.0015 y 0.0393 ± 0.0014 gramos en el primer, segundo y tercer grupo, respectivamente siendo el peso entre los tres grupos significativamente diferente según Kumari *et al.*, 2017.

Microscópicamente, en el primer grupo, el epitelio de revestimiento ya se podía diferenciar y es un epitelio simple que durante todo el desarrollo varía entre columnar, cuboidal y escamoso, similar al dromedario, que según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014, quien menciona que también varía el tipo de epitelio terminando de tipo columnar, cuboidal y escamoso; y diferente al bovino que, Kenngott *et al.*, 2013, indica que por partes tiene un epitelio simple y otras estratificado de células delgadas, de tipo columnar y cúbicas.

Se observó una gran cantidad de ovogonias, clasificados así debido a la descripción de la forma ya mencionada mas no hubo una evaluación del núcleo, que se encontraban en forma de racimos o cordones similar al dromedario según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; en el bovino, según Kenngott *et al.*, 2013; de la yegua, según Savastano *et al.*, en el 2008; en la cabra, según Kumari *et al.*, en el 2017 y en la oveja, según McNatty *et al.*, en 1995.

Se evidenció signos de degeneración en las células germinativas, proceso similar a lo observado por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 en el dromedario; a diferencia del bovino que este proceso se observó en el segundo grupo, según lo descrito por Kenngott *et al.*, en el 2013. La mitosis encontrada también se observó en el primer grupo en el dromedario según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; en el bovino, según Kenngott *et al.*, 2013 y en el ovino, según McNatty *et al.*, en 1995.

La corteza y la médula ya se podían diferenciar similar a lo descrito por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 en el dromedario; similar a lo descrito por Kenngott *et al.*, en el 2013 respecto al bovino; Savastano *et al.*, en el 2008 lo describió en la yegua, pero es diferente a la cabra ya que Kumuri *et al.*, en el 2017 menciona que recién se observó la distinción en el segundo grupo.

Se observaron folículos primordiales, similar a lo encontrado en el dromedario por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; similar al bovino según Kenngott *et al.*, en el 2013; diferente al ovino y caprino que se observaron en el segundo grupo según McNatty *et al.*, en 1995 y Kumuri *et al.*, en el 2017 respectivamente; y similar a la yegua que también se observó en el primer grupo según lo mencionado por Savastano *et al.*, en el 2008. Rodeados de células estromales similar en los bovinos según Kenngott *et al.*, 2013.

Se observaron folículos primarios unilaminares, similar a lo encontrado en el dromedario por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; diferente al bovino, ovino y caprino que según Kenngott *et al.*, en el 2013, McNatty *et al.*, en 1995 y Kumuri *et al.*, en el 2017 respectivamente mencionan que se observaron en el segundo grupo; pero similar a la yegua que se observó en el primer grupo según lo mencionado por

Savastano *et al.*, en el 2008. Rodeados de células estromales similar en los bovinos según Kenngott *et al.*, 2013.

En el segundo grupo, se observa una invaginación con epitelio simple columnar; similar respecto a la estructura, pero diferente en el tiempo ya que este se observó en el primer grupo en el dromedario según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 y similar al bovino, que según Kenngott *et al.*, 2013 también se observó en el segundo grupo. Se observó presencia de células germinales dentro de las células del epitelio de revestimiento similar a los descrito en el dromedario por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 que también lo describió en el segundo grupo, pero diferente al bovino que esto se observó en el primer grupo en las áreas donde había multicapas según Kenngott *et al.*, en el 2013.

Se inicia la proliferación de las células foliculares similar en el dromedario según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; similar también en los bovinos, según Kenngott *et al.*, 2013; a diferencia del ovino que se dio en el tercer grupo según McNatty *et al.*, en 1995 y también diferente a la yegua que se observaron en el primer grupo descrito por Savastano *et al.*, en el 2008.

Se observaron folículos preantrales, esto también se vio en el dromedario según estudios realizados por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014; en el bovino y caprino según lo descrito por Kenngott *et al.*, en el 2013 y según Kumuri *et al.*, en el 2017, respectivamente, pero diferente al ovino que se dio en el tercer grupo según lo estudiado por McNatty K, en el 1995 y la yegua que se observaron en el primer grupo según Savastano *et al.*, en el 2008.

Se observaron dos o más ovocitos rodeados por una capa simple de células foliculares cúbicas similar a lo encontrado en el dromedario, de dos o hasta cuatro ovocitos rodeados por células foliculares según lo descrito por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 pero en el tercer grupo.

En el tercer grupo, el epitelio de revestimiento se observó un epitelio simple columnar, cúbico y escamoso, acontecimiento similar que se dio en el dromedario, pero en el segundo grupo según Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014. Aumentó a tres las invaginaciones que son más amplias y profundas dirigiéndose hacia el centro del ovario, características similares descritas en los dromedarios por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 pero que se dieron en el segundo grupo.

Se observaron folículos preovulatorios, similar a lo encontrado en el caprino que lo menciona como folículos antrales o de Graff según Kumari *et al.*, 2017 pero en el segundo grupo. Diferente a la yegua que lo mencionan como folículos con antro completamente formado clasificado como folículo terciario en el segundo grupo según lo descrito por Savastano *et al.*, 2008. Diferente al bovino

que lo mencionan como folículos antrales según Kenngott *et al.*, en el 2013 y al ovino que según McNatty K, en 1995 menciona que se observaron folículos con estructuras antrales iniciales.

En la médula se observaron grandes vasos sanguíneos y vasos linfáticos similar a lo encontrado en el dromedario por Abd-Elrazik *et al.*, en el 2014 pero en el segundo grupo; similar al ovino mencionado por McNatty K, en 1995 en el tercer grupo; y similar a lo encontrado en el bovino según Kenngott *et al.*, en el 2013 pero desde el primer grupo.

VI. CONCLUSIONES

- Existe un mayor crecimiento de los ovarios entre el primer y segundo grupo, que disminuye ligeramente en el tercero.
- Macroscópicamente los ovarios se presentaron pares, de superficie lisa y de color crema, ubicados en la cavidad pélvica debajo de la 6ta y 7ma vértebra lumbar, caudal a los riñones, siendo el ovario derecho más craneal que el izquierdo y suspendidos por el mesovario, presentando una corteza y una médula visible a partir del tercer mes de edad fetal.
- Microscópicamente, a partir del día 68 de la etapa fetal de la alpaca se caracterizó por la presencia de ovogonias, folículos primordiales, folículos primarios unilaminares, folículos secundarios multilaminares o preantrales, folículo preovulatorio conforme avanzaba la gestación, y a su vez se presentó degeneración de las células germinales.

VII. LITERATURA CITADA

1. **Abd- Elrazik A, Nawito M, Taher E, Mahmoud K, Ahmed Y. 2014.** Some prenatal histological developmental features of the ovary in dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *Global Veterinaria* 13 (4): 560-569. doi: 10.5829/idosi.gv.2014.13.04.8549.
2. **Akers M, Denbow M. 2013.** *Anatomy and physiology of domestic animals*. 2^{da} ed. Estados Unidos: Wiley-Blackwell. 671 p.
3. **Bravo, W. 2002.** *The reproductive process of South American Camelids*. Salt Lake City: Seagull Printing. 100 p.
4. **Castro A, Diaz M, Mendoza G, Llerena C, Ghezzi M, Barbeito C. 2017.** Morphology of alpaca (*Vicugna pacos*) embryos in the first third of pregnancy. *Reprod Dom Anim*. 2018:1–12. doi: 10.1111/rda.13155.
5. **Cebra C, Anderson, D, Tibary A, Van Saun R, Johnson. 2014.** *Llama and alpaca care*. 1^a ed. Canadá: Elsevier.
6. **Climent S, Dominguez L, Sarasa M, Muniesa P, Terrado J. 1998.** *Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos: Embriología general*. Zaragoza: Editorial Acribia. 136 p.
7. **Climent S, Sarasa M, Muniesa P, Latorre R. 2005.** *Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos*. 1^a ed. Zaragoza: Editorial Acribia. 448 p.
8. **Del Carpio, M. 2014.** *Descripción Histológico de los ovarios de alpacas (Vicugna pacos) de la raza Huacaya y Suri de siete años a más en el distrito de Nuñoa, provincia de Melgar, departamento de Puno 2014*. Tesis de médico veterinario y zootecnista. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. 100 p.

9. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 1996.** Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas. Roma: FAO. 108 p.
10. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2008.** Análisis del impacto de los eventos fríos (friaje) del 2008 en la agricultura y ganadería alto andina en el Perú. Lima: FAO. 73 p.
11. **Fernández-Baca S. 1993.** Manipulation of reproductive functions in male and female New World camelids. *Animal Reproduction Science* 33:307-323.
12. **Fernández-Baca S, Sumar J, Novoa C, Leyva V. 1973.** Relación entre la ubicación del cuerpo lúteo y la localización del embrión en la alpaca. *Revista Inv. Pecuarias. (IVITA) UNMSM. Lima-Perú.* 2:131 – 135.
13. **Ferradas C, Mendoza G, Llerena C, Barbeito C, Castro A, Ghezzi M. 2015.** Estudio de la diferenciación prenatal del útero de la alpaca (*Vicugna pacos*) entre el primer y segundo tercio de gestación. *Salud y Tecnología Veterinaria* 3(2): 58 – 67.
14. **Fletcher T, Weber A. 2013.** Veterinary developmental anatomy. CVM 6903. [Internet], [08 noviembre 2020]. Disponible en: <http://vanat.cvm.umn.edu/vanatpdf/EmbryoLectNotes.pdf>
15. **Fowler M. 2008.** Camelids are not ruminants. *Zoo and Wild Animal Medicine* 375-385. doi: 10.1016/B978-141604047-7.50049-X.
16. **Gazitua F, Corradini P, Ferrando G, Raggi L, Parraguez V. 2001.** Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Anim Reprod Sci* 66:81-92. doi: 10.1016/S0378-4320(01)00083-5.
17. **Galina C, Valencia J. 2008.** Reproducción de animales domésticos. 3ª ed. México: Limusa. 582 p.
18. **Hafez B, Hafez E. 2002.** Reproducción e inseminación artificial. 7ª ed. México: McGraw-Hill. 519 p.
19. **Huanca T. 1996.** Manual del alpaquero. 4ª ed. Lima: INIA. 155 p.
20. **Illera M, Illera del Portal J, Illera del Portal J, Silván G, Lorenzo P. 1994.** Reproducción de los animales domésticos. Barcelona: Aedos. 390 p.
21. **Junqueira L, Carneiro J. 2015.** Histología básica Texto y Atlas. 12ª ed. México: Medica Panamericana. 537 p.

22. **Kenngott R, Vermehren, Ebach K, Sinowatz F. 2013.** The role of ovarian surface epithelium in folliculogenesis during fetal development of the bovine ovary: a histological and immunohistochemical study. *Sexual Development* 7:180-195. doi: 10.1159/000348881.
23. **Kumari A, Amin R, Rao S. 2017.** Morphometric and histological characterization of goat fetal ovaries. *Dairy and Vet Sci J* 3(1): 001-004. doi: 10.19080/JDVS.2017.03.555605.
24. **Mamani C, Rojas G, Mellisho E. 2020.** 128 Study of preantral ovarian follicular population in fetal alpaca (*Vicugna pacos*) ovaries. *Reproduction Fertility and Development* 32(2):191. doi: 10.1071/RDv32n2Ab128.
25. **McNatty K, Smith P, Hudson N, Heath D, Tisdall D, O W, Braw – Tal R. 1995.** Development of the sheep ovary during fetal and early neonatal life and the effect of fecundity genes. *Journal of reproduction and fertility. Supplement* 49(Suppl. 49): 123-35. 10.1530/biosciprocs.3.010.
26. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2015.** Camélidos Sudamericanos. [Internet], [26 abril 2020]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/298-camelidos-sudamericanos?limitstart=0>
27. **Pinto C, Martín C, Cid M. 2010.** Camélidos sudamericanos: Clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 4 (1): 23-36.
28. **Price C, Reed J. 1974.** *Histología*. México: Hermanos Herreros. 110 p.
29. **Sato A., Montoya L. 1990.** Aparato reproductor de la alpaca (*Lama pacos*). *Anatomía macroscópica. Rev. Camélidos Sudamericanos*; 7: 5-7.
30. **Savastano C, Chaves R, Gomes E, Octavio J, Belletti M, Carvalho de Oliveira R. 2008.** Desenvolvimento morfológico dos ovários em fetos equinos sem raça definida. *Ciencia Rural*, 38 (2): 416-422.
31. **Schatten H, Constantinescu G. 2007.** *Comparative reproductive biology*. Estados Unidos: Blackwell. 402 p.
32. **Sótonyi, P. 2005.** The biology of the development of the genital organs. A multimedia teaching program. *Anatomia, histología, embriología. Journal of Veterinary Medicine Series C* 34(s1): 48-49. doi: 10.1111/j.1439-0264.2005.00669_110.x.
33. **Sumar J. 1985.** Reproductive physiology in South American camelids. En: Instituto Veterinario de Investigación Tropical y de Altura (IVITA). P 81 – 95.

34. **Sumar J. 1996.** Reproduction in llamas and alpacas. Anim Reprod Sci 42: 405 – 415.
35. **Sumar J. 1997.** Avances y perspectivas en reproducción de camélidos. En: Memorias del I Symposium Internacional Avances en Reproducción de Rumiantes. Lima. p.30 – 44.
36. **Sumar J, García M. 1986.** Fisiología de reproducción de la alpaca. En: Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health. Vienna: IAEA. 149 – 177.
37. **Young B, Woodford P, O'Dowd G. 2014.** Wheater's Functional Histology. 6^a ed. Barcelona: Elsevier España. 452 p.
38. **Zegarra, N. 2012.** Histología normal del aparato reproductor masculino y femenino de alpacas (*Vicugna pacos*) en etapa reproductiva, en la provincia de Caylloma - Arequipa 2012. Tesis de médico veterinario y zootecnista. Arequipa: Universidad Católica de Santa María. 173 p.

VIII. APÉNDICE

ANEXO 1. TABLAS DE LAS MEDIDAS DE LOS FETOS Y OVARIOS.

Tabla 1. Identificación, peso, medida del diámetro biparietal (en mm y cm) y la edad gestacional en días y en meses de los fetos hembras.

Feto Código	Peso (gr)	Diámetro biparietal		Edad gestacional	
		mm	cm	Días	Meses
119	41.00	15.50	1.550	67.84	2.26
79	55.00	17.50	1.750	77.28	2.58
76	150.00	22.71	2.271	101.89	3.40
117	87.00	23.50	2.350	105.62	3.52
85	303.00	27.46	2.746	124.33	4.14
114	245.00	30.39	3.039	138.17	4.61
118	317.00	33.19	3.319	151.39	5.05
58	583.00	36.97	3.697	169.25	5.64
111	848.00	40.63	4.063	186.53	6.22
46	1037.00	44.08	4.408	202.83	6.76
17	761.00	44.59	4.459	205.24	6.84
45	1594.00	47.24	4.724	217.75	7.26
32	2612.00	52.00	5.200	240.24	8.01
E01	2690.00	58.19	5.819	269.47	8.98
27	2000.00	60.15	6.015	278.73	9.29
35	2116.00	63.05	6.305	292.43	9.75
36	2361.00	65.37	6.537	303.39	10.11
126	3650.00	69.63	6.963	323.51	10.78

Tabla 2. Identificación, días, meses, peso, medida del feto (altura y largo), medida de los ovarios tanto derecho como izquierdo (peso, ancho y largo) de los fetos hembras durante la etapa fetal.

Código de feto	Días	Meses	Peso (g)	Mediciones del feto		Ovarios*		Mediciones ovario (mm)			
				Altura (cm)	Largo (cm)	Peso derecho	Peso izquierdo	Ancho derecho	Ancho izquierdo	Largo derecho	Largo izquierdo
119	67.84	2.26	41.00	5.50	5.00	0.01	0.01	2.60	2.40	3.27	3.15
79	77.28	2.58	55.00	7.50	7.50	0.01	0.01	3.44	2.12	4.69	4.20
76	101.89	3.40	150.00	12.00	10.50	0.01	0.01	2.68	2.96	3.84	3.95
117	105.62	3.52	87.00	10.00	7.20	0.02	0.03	2.73	2.79	4.62	4.78
85	124.33	4.14	303.00	15.50	14.00	0.02	0.02	3.11	3.07	3.93	4.12
114	138.17	4.61	245.00	14.50	10.50	0.02	0.02	3.11	2.86	4.15	4.05
118	151.39	5.05	317.00	16.50	12.00	0.03	0.02	3.70	3.71	4.44	4.41
58	169.25	5.64	583.00	18.00	16.00	0.01	0.02	2.99	2.78	3.89	4.31
111	186.53	6.22	848.00	24.00	16.00	0.02	0.02	3.08	3.36	4.00	4.06
46	202.83	6.76	1037.00	23.50	20.00	0.05	0.05	4.82	5.00	6.75	6.07
17	205.24	6.84	761.00	22.00	18.00	0.03	0.03	3.33	3.49	5.10	4.81
45	217.75	7.26	1594.00	29.50	23.00	0.04	0.04	3.84	3.11	5.17	5.88
32	240.24	8.01	2612.00	42.00	31.00	0.04	0.03	4.88	4.57	5.66	6.15
E01	269.47	8.98	2690.00	43.00	23.00	0.01	0.01	2.66	2.90	3.15	3.32
27	278.73	9.29	2000.00	36.50	26.30	0.04	0.04	4.33	4.48	5.70	5.52
35	292.43	9.75	2116.00	39.00	27.00	0.03	0.03	3.50	3.24	4.81	5.20
36	303.39	10.11	2361.00	43.00	28.00	0.01	0.02	2.37	2.69	3.87	3.92
126	323.51	10.78	3650.00	32.00	52.00	0.04	0.04	4.23	3.91	5.20	4.80

* Medidas de ovarios formolizados.