

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad Ciencias Agropecuarias**

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**DESCRIPCIÓN DE LA FETOMETRÍA, BIOMETRÍA Y CONTENIDO  
BIOQUÍMICO DEL APARATO REPRODUCTOR HEMBRA  
EN FETOS DE ALPACA DE LA RAZA HUACAYA  
(*Vicugna pacos*) HUANCVELICA,  
2019**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. LUZ MERY ARANGOITIA CARDENAS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**TACNA – PERÚ**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad Ciencias Agropecuarias**

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“DESCRIPCIÓN DE LA FETOMETRÍA, BIOMETRÍA Y CONTENIDO  
BIOQUÍMICO DEL APARATO REPRODUCTOR HEMBRA  
EN FETOS DE ALPACA DE LA RAZA HUACAYA  
(*Vicugna pacos*) HUANCAVELICA, 2019”**

**Tesis sustentada y aprobada el 19 de diciembre del 2023, siendo el jurado calificador:**

**PRESIDENTE :** .....   
MSc. LUIS ALBERTO BARRIOS MOQUILLAZA

**SECRETARIO :** .....   
MSc. CESARIO SEBASTIÁN CRUZ ANCHAPURI

**VOCAL :** .....   
MSc. LUIS ADOLFO RAMOS MAMANI

**ASESOR :** .....   
Dr. DANIEL GANDARILLAS ESPEZÚA

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Daniel Gandarillas Espezúa en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de facultad N° 5670-2019-FCAG de la tesis titulada "DESCRIPCIÓN DE LA FETOMETRÍA, BIOMETRÍA Y CONTENIDO BIOQUÍMICO DEL APARATO REPRODUCTOR HEMBRA EN FETOS DE ALPACA DE LA RAZA HUACAYA (*Vicugna pacos*) HUANCVELICA, 2019", presentada por Bachiller Luz Mery Arangoitia Cardenas con el fin de obtener el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, se consta que el nivel de similitud es del 6%, porcentaje que se encuentra dentro de los límites permitidos.

Por lo que, CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la tesis enunciado líneas arriba, está expedita para continuar con los trámites para la obtención del título profesional y según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

.....  
  
Dr. Daniel Gandarillas Espezúa  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA  
DNI 01771233

## **DEDICATORIA**

A mi madre y hermana, pilares fundamentales en mi vida, sin ellas, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora tengo, ellas que con su tenacidad y poder de lucha insaciable han hecho que sean un gran ejemplo a seguir.

A Nuestro Señor Jesucristo, quien me dio la salud, la fe y la fortaleza, para terminar este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, mi alma mater.

A todos los docentes que me enseñaron y brindaron todos los conocimientos y experiencias adquiridas en el transcurso de mi vida universitaria.

A mi asesor el Dr. Daniel Gandarillas Espezúa por su apoyo, confianza, sobre todo tolerancia.

Al Proyecto de investigación “Uso de biotecnología para el mejoramiento genético y desarrollo de capacidades en el manejo de alpacas en la zona alto andina de Tacna” por brindarme su apoyo para el desarrollo de esta tesis.

Al equipo que conforma el proyecto de investigación por brindarme su apoyo.

Al Dr. Del Campo por toda la ayuda proporcionada.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ixi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	ix
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos .....	7

CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.1.1. En el ámbito nacional .....	8
2.1.2. En el ámbito internacional.....	10
2.2. BASES TEÓRICAS.....	13
2.2.1. Características del Aparato Reproductor de Alpaca hembra...	13
2.2.2. Medidas del Tracto Reproductor.....	15
2.2.3. Medidas del feto .....	19
2.2.4. Perfil Bioquímico.....	20
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	22
CAPÍTULO III.....	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
3.1. MATERIALES DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.1.1. Ubicación Geográfica y Temporal .....	24
3.1.2. Población y Muestra .....	24
3.1.3. Materiales y equipos de campo.....	25
3.1.4. Materiales, insumos y equipos de laboratorio .....	25
3.1.5. Muestra biológica .....	26
3.1.6. Materiales de escritorio.....	26

3.2. MÉTODO.....	26
3.2.1.Tipo y Diseño de Investigación .....	26
3.2.2.Diseño Procedimental .....	27
3.3. ANÁLISIS DE DATOS .....	36
CAPÍTULO IV.....	37
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	37
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES .....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXO.....	52
Anexo 01: Fetometría de fetos hembra en el segundo tercio de gestación ....	54
Anexo 02: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 5 meses ..	55
Anexo 03: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 6 meses ..	56
Anexo 04: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 7 meses ..	56
FOTOGRAFÍAS .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución de fetos con relación a la edad.....	25
<b>Tabla 2.</b> Fetometría en fetos de alpacas de diferentes edades fetales. ....	37
<b>Tabla 3.</b> Biometría del aparato reproductor de fetos hembras provenientes de alpacas de 5, 6 y 7 meses de gestación. ....	38
<b>Tabla 4.</b> Contenido bioquímico del fluido provenientes de vagina y cuernos uterinos .....	39
<b>Tabla 5.</b> Contenido bioquímico del fluido provenientes de vagina, cuernos uterinos. ....	40
<b>Tabla 6.</b> Fetometría de fetos hembra en el segundo tercio de gestación .....	53
<b>Tabla 7.</b> Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 5 meses.....	54
<b>Tabla 8.</b> Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 6 meses.....	55
<b>Tabla 9.</b> Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 7 meses.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estimación de la distancia de la coronilla a la rabadilla .....	57
<b>Figura 2.</b> Útero de un feto de alpaca: Estimación del tamaño del ovario derecho e izquierdo.....	57
<b>Figura 3.</b> Estimación del ancho del cuerno uterino de un feto de 5 meses de gestación.....	58
<b>Figura 4.</b> .Estimación del largo de cuernos uterinos de un feto de 6 meses de gestación.....	58
<b>Figura 5.</b> Estimación del ancho de cérvix de un feto alpaca de 7 meses de gestación.....	60
<b>Figura 6.</b> Estimación del ancho y largo de vagina de un feto de 5 meses de edad fetal. ....	60
<b>Figura 7.</b> Estimación del ancho y largo de vulva de un feto de 5 meses de edad fetal.....	60

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue describir la fetometría, biometría y contenido bioquímico del aparato reproductor hembra en 52 fetos de alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya. Los fetos se obtuvieron del camal municipal de Huancavelica, posteriormente se trasladaron al laboratorio de reproducción animal de la Universidad Nacional de Huancavelica donde se tomaron las medidas del feto según la técnica de Rexroad et al. (1974), y para la determinación de la edad se aplicó la fórmula descrita por Bravo & Varela (1993), determinando una cantidad de 12, 21 y 19 fetos con edades de 5, 6 y 7 meses, respectivamente; para los fluidos se tomaron muestras representativas para su análisis en el laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional de San Marcos. En fetos de 5 meses, la longitud del ovario derecho e izquierdo fue 0,31 y 0,31 cm; la longitud de cuernos derecho e izquierdo fue 0,98 y 1,10 cm y ancho 0,37cm y 0,38; cérvix: largo 0,19 cm y ancho 0,35 cm; vagina: largo 1,59 y ancho 0,73 cm; vulva: desde la comisura dorsal a la comisura ventral fue 0,90; clítoris: 0,46 cm. En fetos de 6 meses: la longitud del ovario derecho e izquierdo fue 0,38 y 0,41 cm; la longitud de cuernos derecho e izquierdo fue 4,20 y 4,90 cm y ancho 0,68 cm y 0,80; cérvix: largo 0,33 cm y ancho 0,75 cm; vagina: largo 2,59 y ancho 1,54 cm; vulva: desde la comisura dorsal a la comisura ventral fue 1,56; clítoris: 1,14 cm. En fetos de 7 meses: la longitud del ovario derecho e izquierdo

fue 0,41 y 0,45 cm; la longitud de cuernos derecho e izquierdo fue 5,10 y 5,74 cm y ancho 0,83 cm y 0,99; cérvix: largo 0,46 cm y ancho 0,82 cm; vagina: largo 2,93 y ancho 1,25 cm; vulva: desde la comisura dorsal a la comisura ventral fue 1,91; clítoris: 1,01 cm. Respecto al contenido bioquímico estos datos variaron indiferentemente entre cuerno y vagina. Se concluye que la Biometría del aparato reproductor del feto hembra presentan evidencias de mayor desarrollo del ovario y cuerno uterino izquierdo respecto al derecho. Así como los componentes del fluido.

**Palabras clave:** Aparato reproductor, biometría, fetometría y contenido bioquímico.

## ABSTRACT

The objective of the work was to describe the fetometry, biometry and biochemical content of the female reproductive system in 52 fetuses of alpaca (*Vicugna pacos*) Huacaya. The fetuses were obtained from the municipal slaughterhouse of Huancavelica and subsequently transferred to the animal reproduction laboratory of the National University of Huancavelica where measurements of the fetus were taken according to the technique Rexroad et al. (1974), and the formula was applied to determine the age. described by Bravo & Varela (1993), determining a number of 12, 21 and 19 fetuses with ages of 5, 6 and 7 months, respectively; For the fluids, representative samples were taken for analysis in the Biochemistry laboratory of the National University of San Marcos. In 5-month-old fetuses, the length of the right and left ovaries was 0,31 and 0,31 cm; the length of right and left horns was 0,98 and 1,10 cm and width 0,37cm and 0,38; cervix: length 0,19 cm and width 0,35 cm; vagina: length 1,59 and width 0,73 cm; vulva: from the dorsal commissure to the ventral commissure was 0,90; clitoris: 0,46 cm. In 6-month fetuses: the length of the right and left ovary was 0,38 and 0,41 cm; the length of right and left horns was 4,20 and 4,90 cm and width 0,68 cm and 0,80; cervix: length 0,33 cm and width 0,75 cm; vagina: length 2,59 and width 1,54 cm; vulva: from the dorsal commissure to the ventral commissure was 1,56; clitoris: 1,14 cm. In 7-month

fetuses: the length of the right and left ovary was 0,41 and 0,45 cm; the length of right and left horns was 5,10 and 5,74 cm and width 0,83 cm and 0,99; cervix: length 0,46 cm and width 0,82 cm; vagina: length 2,93 and width 1,25 cm; vulva: from the dorsal commissure to the ventral commissure was 1,91; clitoris: 1,01 cm. Regarding biochemical content, these data varied indifferently between horn and vagina. It is concluded that the Biometry of the reproductive system of the female fetus shows evidence of greater development of the left ovary and uterine horn compared to the right. As well as the components of the fluid.

**Keywords:** Reproductive system, biometry, fetometry and biochemical content.

## INTRODUCCIÓN

La alpaca es una especie de baja eficiencia reproductiva, el 50% de la mortalidad embrionaria ocurre antes de los 35 días de gestación, al parecer, la etapa crítica es aquélla en que el embrión migra de un cuerno uterino al otro y cuando se implanta definitivamente en las paredes uterinas, hecho que ocurre dentro de los 21 primeros días que siguen a la fertilización.

En alpacas adultas y en fetos del primer y segundo tercio de gestación se observa que el cuerno uterino izquierdo es más grande que el derecho, además de que presenta ventaja en cuanto a la irrigación Ferradas et al. (2015). Sobre el particular podemos encontrar dos versiones: Primero; que la diferenciación del tamaño de los cuernos uterinos es evidenciada al inicio del segundo tercio gestacional y que esta condición estaría influenciada por la posición y el tamaño de las vísceras abdominales, lo que permite un mayor desarrollo del cuerno uterino izquierdo y Segundo; que esta particularidad referente al tamaño de cuernos uterinos en alpacas y llamas es adquirida durante la génesis del útero y no se debe a las gestaciones que tiene lugar en el cuerno izquierdo.

La investigación de esta problemática se basó en establecer las medidas del feto hembra durante su desarrollo prenatal, conocer las medidas del aparato reproductor del feto hembra y sus componentes de los contenidos uterinos.

Para conseguir estos objetivos se estudiaron en 52 fetos de alpaca (*Vicugna pacos*) de la raza Huacaya. Se tomaron las medidas del feto según la técnica de Rexroad et al. (1974), y para la determinación de la edad se aplicó la fórmula descrita por Bravo & Varela (1993), se formaron grupos de 12, 21 y 19 fetos con edades de 5, 6 y 7 meses, respectivamente.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la hembra alpaca adulta, el tracto genital es diferente al de los bovinos, donde los cuernos uterinos de estas, difieren en tamaño así el cuerno izquierdo es mayor que el derecho Bravo et al., (1993). Además, la preñez ocurre en el cuerno uterino izquierdo, estas características fueron reportadas por Del Campo et al, (1996).

La fetometría es una herramienta útil para determinar la edad gestacional cuando se desconoce la fecha del empadre.

Existen trabajos realizados para estimar la edad gestacional reportados por Gazitúa et al. (2001), Herrera et al. (2002), quienes tomaron medidas diferentes como diámetro biparietal (DBP), diámetro femoral (DF), longitud fetal (LF) existe amplia variación de datos utilizando estas medidas por lo que en el presente estudio se determinará la medida Crown Rump siendo una medida más precisa referente a la estimación de la edad fetal tal como lo menciona (Melle, 2011).

La biometría fetal es una técnica basada en calcular la edad gestacional por medio de la medición de diferentes diámetros fetales.

Respecto a la biometría del tracto reproductor del feto hembra de alpacas nos permite conocer las particularidades del tracto reproductivo del feto Del Campo et al. (1996), indica que el diámetro del cuerno uterino izquierdo es mayor que el cuerno uterino derecho (6,70mm) (5,80mm) por lo que se infiere que estas medidas son adquiridas durante la génesis del útero, por otro lado Ferradas et al. (2015), indica que el mayor tamaño del cuerno izquierdo en relación con el cuerno derecho están influenciados por la forma y posición de los órganos abdominales. Por lo tanto, es necesario dilucidar estas características anatómicas.

Respecto a la descripción bioquímica del fluido uterino en fetos es necesario tomar en cuenta que las alpacas presentan ovulación inducida, diferente actividad luteolítica entre los dos cuernos uterinos, la preñez sólo se presenta en el cuerno uterino izquierdo como lo indica (Vaughan & Tibary, 2006).

Hasta nuestro conocimiento no existe reportes que describan la presencia de sustratos y metabolitos en el fluido uterino del feto hembra en alpacas. Se ha descrito la presencia de metabolitos y sustratos en el fluido uterino en alpacas adultas preñadas y no preñadas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son las características de la fetometría, biometría y contenido bioquímico del aparato reproductor en fetos de alpaca hembra Huacaya (*Vicugna pacos*)?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Justificación**

La alpaca es una especie de baja eficiencia reproductiva, el 50% de la mortalidad embrionaria en alpacas ocurre antes de los 35 días de gestación. Se mencionan diversos factores que influyen en la baja fertilidad. Entre éstos, la mortalidad embrionaria se presenta como uno de los más influyentes. Se ha observado en alpacas que existe una pérdida de embriones de aproximadamente un 50% dentro de los primeros 30 días de gestación que, al parecer, la etapa crítica es aquella en que el embrión migra de un cuerno uterino al otro y cuando se implanta definitivamente en las paredes uterinas, hecho que ocurre dentro de los 21 primeros días que siguen a la fertilización.

Estas características hacen que la alpaca sea una especie no extrapolable es decir única. Debido a ello las biotecnologías aplicadas como la inseminación artificial, transferencia de embriones han sido poco efectivas, ya que se requieren mayores estudios sobre los mecanismos que intervienen tanto en la pérdida embrionaria como en el reconocimiento materno de la preñez. En ese sentido estudios sobre la bioquímica del fluido uterino de fetos en desarrollo podrían contribuir a un mejor entendimiento de estos aspectos, ya que la pérdida embrionaria en alpacas ha sido mayormente atribuida al manejo deficiente y a la pobre alimentación de alpacas durante la preñez.

### **Importancia**

Es importante ya que con estos resultados servirán para comprender mejor el desarrollo fetal en dicha especie además servirán para conocimientos básicos del estudio reproductivo fetal y comprender mejor la fetometría, biometría ya que las disecciones anatómicas fetales proporcionan información más precisa y detallada en esta especie y estos datos pueden ser una guía útil para interpretar la ecografía fetal y dar un aporte en la ampliación del conocimiento de su anatomía, a través de estos conocimientos se beneficiarán investigadores y estudiantes.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Describir la fetometría, biometría y contenido bioquímico del aparato reproductor hembra en fetos de alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Describir la fetometría durante el quinto, sexto y séptimo mes de edad fetal en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*)
- b. Describir la biometría del aparato reproductor hembra de fetos durante el quinto, sexto y séptimo mes de edad fetal en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).
- c. Describir el perfil bioquímico del fluido uterino en fetos de alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. En el ámbito nacional**

Mendoza et al. (2013), en el trabajo de investigación realizado en Huancavelica en un estudio de comparación morfológica entre el útero fetal y útero adulto de la alpaca y la llama encontraron que la longitud del cuerno uterino es 0,79 y ancho es 0,87, referente a la descripción de la biometría del útero en 10 fetos de alpaca (5) y llama (5) del tercer tercio de gestación, evaluaron la longitud, ancho y espesor de los ovarios derecho (5,00; 3,97; 3,10) e izquierdo (5,49; 4,10; 2,66 y cuernos uterinos largo, ancho y espesor, derecho (43,50; 9,94; 3,00) e izquierdo: (55,20; 11,12; 3,08) evidenciando diferencias estadísticas entre la longitud, ancho y espesor de los ovarios y cuernos uterinos derecho e izquierdo.

Ferradas et al. (2015), en un estudio sobre la diferenciación prenatal del útero de la alpaca (*Vicugna pacos*) entre el primer y segundo tercio de la gestación, estimaron que la edad gestacional de 25 fetos hembras tomando en consideración diámetro biparietal, profundidad de tórax y

longitud de coronilla-rabadilla y obtuvieron edades gestacionales desde los 46 hasta los 202 días de gestación.

En otro estudio referente a la diferenciación prenatal del útero de la alpaca entre el primer y segundo tercio de gestación describieron las dimensiones de la longitud y ancho de los cuernos uterinos derecho e izquierdo y evidenciaron que la media de la longitud (11,33 mm) y ancho del cuerno (2,31mm) uterino izquierdo fueron superiores a la media de la longitud (9,70mm) y ancho (1,97mm) del cuerno uterino derecho, concluyendo que la diferenciación del tamaño de los cuernos uterinos es evidenciada al inicio del segundo tercio gestacional y que esta condición estaría influenciada por la posición y el tamaño de las vísceras abdominales, lo que permite un mayor desarrollo del cuerno uterino izquierdo.

Por otro lado, Mendoza et al. (2013), compararon los aspectos morfológicos del tracto genital fetal y adulto de la alpaca y la llama. Utilizaron las medidas del diámetro biparietal para estimar la edad gestacional de 5 fetos alpacas y 5 fetos llamas y las edades estimadas fluctuaron entre 295 y 330 días de gestación.

Asimismo, Castro (2018), utilizó las mediciones de longitud de la coronilla a la rabadilla (LCR) y diámetro biparietal (DBP) de 59 fetos alpaca

para estimar la edad gestacional. El rango de tamaños calculados fue de 1,50 a 44 cm de LCR y las edades gestacionales estimadas (EGE) fueron de 21 a 320 días de gestación.

### **2.1.2. En el ámbito internacional**

Gazitúa et al. (2001), en sus primeros reportes de predicción de la edad gestacional utilizando la fetometría en CSA, utilizaron 10 alpacas y 10 llamas preñadas de 4 a 6 años de edad, el seguimiento de la preñez fue realizada por ultrasonografía a los 25 a 30 días después del empadre controlado. El examen ecográfico fue realizado desde los 30 días hasta los 60 de gestación. Con una frecuencia de una vez por semana hasta 15 días antes de la parición. Para estimar la edad gestacional, se tomaron en cuenta la dimensión del diámetro biparietal (DBP) y el alto del tórax (AT) del feto y la ecuación generada para llamas fue  $(GA = DBP - 0,002399)43,02293$  y para alpacas  $(GA = AT - 0,07137)46,94485$  demostrando que estas ecuaciones generadas podían ser aplicados para estimar con precisión la edad gestacional tanto en alpacas como en llamas.

Por otro lado, Herrera et al. (2002), estimaron la edad gestacional en 63 llamas preñadas inducidas al parto, para estimar la edad gestacional del feto se tomaron en consideración las dimensiones del DBP, diámetro femoral (DF) longitud de tarsos (LT), longitud de hueso tibiales (LHT),

longitud frente-occipital (LFO) y el peso del feto (PF). Al mismo tiempo estas mismas medidas fueron estimadas en llamas nacidas naturalmente, concluyendo que, la edad gestacional (EG) puede predecirse con la siguiente función:  $EG=67,462+11,161*PF+20,297*DBP$  y que las variables DF, LT, LHT, LFO no tienen significancia para determinar la EG de manera precisa.

Melle (2011), fue uno de los reportes más precisos referentes a la estimación de la edad gestacional en alpacas, quien registró el desarrollo de 6 fetos en crecimiento con un ecógrafo y rayos X hasta el término de gestación, tomando en consideración las dimensiones del DBP y distancia entre los huesos incisivos y occipitales (DHIO), longitud fetal (LF) y distancia de la coronilla a la rabadilla. (DCR). Finalizado la gestación las medidas arriba mencionadas fueron estimadas una vez más en crías nacidas. Aunque los especímenes utilizados fueron muy pocos llegaron a la conclusión de que las dimensiones de LF y LCR eran medidas con ecógrafo y rayos X que incrementaban linealmente con la progresión de la gestación y que estas mismas medidas tomadas con un centímetro en la cría al nacimiento, también aumentaban linealmente, sugiriendo así que estos dos parámetros serían buenos predictores de la edad gestacional en alpacas.

Del Campo (1996), en referencia a la biometría del tracto reproductor hembra del feto en desarrollo, evaluaron el tracto reproductivo de 21 fetos hembra y evidenciaron que el diámetro del cuerno uterino izquierdo era mayor ( $6,70 \pm 0,60$ mm) que el diámetro ( $5,80 \pm 0,5$ mm) del cuerno uterino derecho, demostrando así que esta particularidad en alpacas y llamas es adquirida durante la génesis del útero y no se debe a las gestaciones que tiene lugar en el cuerno izquierdo.

Argañaraz et al. (2015), describieron el fluido uterino del cuerno uterino derecho e izquierdo en alpacas preñadas y vacías encontrando la presencia de proteínas, además glucosa en alpacas preñadas ( $3,00 \pm 1,41$ mg/dl) y no preñadas ( $0,67 \pm 0,58$ mg/dl) además de existir diferencias marcadas entre el cuerno uterino derecho ( $1,50 \pm 0,71$ mg/dl) e izquierdo ( $3,00 \pm 1,41$ mg/dl). Del mismo modo los niveles de proteínas totales fueron superiores en alpacas preñadas ( $1125,00 \pm 530,33$  µg/l) y no preñadas ( $433,33 \pm 152,75$  µg/l). Los niveles de Magnesio en alpacas no preñadas fueron ( $0,15 \pm 0,12$ mg/dl), y ( $0,10 \pm 0,09$ mg/dl) en alpacas preñadas.

Los niveles de Ca en alpacas no preñadas ( $0,17 \pm 0,06$ mg/dl) es superior con relación a las alpacas preñadas ( $0,10 \pm 0,14$ mg/dl).”

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Características del Aparato Reproductor de la Alpaca hembra**

#### **Ovario:**

Por lo general es de forma globosa irregular, semejando en algunos casos al ovario de la cerda, especialmente cuando contiene numerosos folículos en desarrollo. La extremidad tubo-ovárica (bursa) cubre totalmente al ovario. El ovario izquierdo es ligeramente más pesado ( $2,40 \pm 1,34$  g) que el derecho ( $1,87 + 0,94$  g) cuando no contienen un cuerpo lúteo activo, en cuyo caso el peso se incrementa entre un 60 y 100%. Las dimensiones son las siguientes: largo,  $1,60 \pm 0,30$  cm y ancho,  $1,10 \pm 0,20$  cm. Cuando los folículos alcanzan un diámetro mayor a 4 mm, así como el cuerpo lúteo, éstos se proyectan sobre la superficie del ovario en forma muy prominente y son fácilmente identificables. Folículos entre 5 y 12 mm son considerados normales, mientras que estructuras mayores se consideran patológicas, (Sumar & García, 1986).

#### **Oviductos:**

son largos y sinuosos, de un largo promedio de  $20,40 \pm 4,20$  cm, suspendidos en el mesosalpinx. El istmo, que mide unos 2—3 mm de diámetro, termina en el cuerpo uterino y en forma de una papilla que tiene un esfínter bien definido. Es imposible lavar el tubo uterino desde el cuerpo

uterino, pero sí es posible hacerlo en la dirección opuesta (Sumar & García, 1986).

### **Útero:**

Presenta: Cuernos, el cuerpo y el cérvix. El útero de la alpaca es bifurcado (*uterus bipartitus*), con dos cuernos uterinos separados y la mucosa es lisa. El largo del cuerno izquierdo es ligeramente mayor (7,90+1,30 cm) que el derecho (7,40 + 0,90 cm). El cuerpo del útero es relativamente pequeño (3,05 ± 0,71 cm). Ambos lados del útero están sujetos a las paredes abdominales y pélvicas por el ligamento ancho (Sumar & García, 1986).

### **Cérvix:**

Está formado por tres a cuatro pliegues anulares del miometrio, tapizados por la túnica mucosa de superficie finamente delgada, el canal cervical es sinuoso y oblicuo de aproximadamente 2 cm de longitud, (Sato et al., 1986). Es similar al de la vaca, contiene 2 o 3 pliegues anulares y su longitud oscila entre los 2 y 5 cm (Smith et al., 1994).

**Vagina:**

Mide aproximadamente unos  $13,40 \pm 2,00$  cm de largo y tiene un diámetro de  $3,40 \pm 0,70$  cm. La túnica mucosa presenta pliegues longitudinales (Sumar & García, 1986).

**Vulva:**

La hendidura vulvar tiene una dirección ventro-caudal de aproximadamente 3,00 cm de longitud. Los labios vulvares, apenas prominentes, son de bordes redondeados, generalmente pigmentados y con escasa pilosidad. La comisura labial dorsal, ligeramente redondeada, está a unos 2 - 3 cm del orificio anal. La comisura labial ventral es aguda y termina en una corta proyección cónica (Sumar & García, 1986).

**2.2.2. Medidas del Tracto Reproductor****Ovarios:**

El ovario izquierdo es ligeramente más pesado ( $2,40 \pm 1,34$  g) que el derecho ( $1,87 \pm 0,94$  g) cuando no contienen un cuerpo lúteo activo, en cuyo caso el peso se incrementa entre un 60 y 100%. Las dimensiones son las siguientes: largo,  $1,60 \pm 0,30$  cm y ancho;  $1,10 \pm 0,20$  cm (Sumar & García, 1986).

### **Oviductos:**

Presentan un trayecto sinuoso de 10 a 12 cm de longitud y se hallan suspendidos en el mesosalpinx (Sato et al., 1986). Son largos y sinuosos, de un largo promedio de  $20,40 \pm 4,20$  cm. El istmo, que mide unos 2—3 mm de diámetro, termina en el cuerpo uterino y en forma de una papilla que tiene un esfínter bien definido (Sumar & García, 1986).

### **Útero:**

El útero es el órgano de la preñez, proporciona el entorno para el transporte de espermatozoides, la embriogénesis temprana y el sitio para la unión del concepto (embrión en un estadio temprano de desarrollo) con la hembra (Senger, 2005). Como en la mayoría de los mamíferos, el útero de alpacas y llamas es bicorne.

En CSA el útero es bicorne, con forma de Y, presentando dos cuernos uterinos con una longitud media de 7,50 cm y un cuerpo muy corto, en las hembras no gestantes el órgano se localiza en el interior de la pelvis (Sato et al., 1986).

El largo del cuerno izquierdo es ligeramente mayor ( $7,90 + 1,30$  cm) que el derecho ( $7,40 + 0,90$  cm). El cuerpo del útero es relativamente pequeño ( $3,05 \pm 0,71$  cm) (Sumar & García, 1986). El útero forma parte del tracto reproductor femenino (TRF) y conecta a los oviductos con el cérvix.

Además, el TRF incluye a los ovarios, el cuerpo del útero, la vagina y los genitales externos (Senger, 2005).

#### **Cuernos uterinos (CUs):**

Los CUs, derecho e izquierdo, se encuentran separados por un tabique y los extremos o puntas de los CUs son romas y redondeadas (Vaughan & Tibary, 2006).

Los dos CUs tienen aproximadamente 8 cm de largo en alpacas, y de 8 a 15 cm en llamas, sin embargo, el CUI fetal y prepuberal es generalmente más grande que el CUD y esta diferencia se exagera en las hembras multíparas, debido a que el 98% de todas las gestaciones ocurren en el CUI (Vaughan & Tibary, 2006).

#### **Cuerpo del útero (CU):**

Se encuentra parcialmente incluido en la cavidad abdominal, es bastante corto y mide aproximadamente 1,50 cm de longitud y 2 cm de diámetro, su forma es cilíndrica, ligeramente aplanada dorso ventralmente. La túnica mucosa es lisa (Sato et al., 1986).

#### **Bolsa ovárica (BO):**

En alpacas y llamas la bolsa ovárica es grande, de 2,50 cm x 2,50 cm x 5 cm, y envuelve por completo al ovario. Los ovarios de alpaca de

aproximadamente 1 x 1 x 1,50 cm y 2 x 2 x 1 cm en llama, son redondos a ovales y de forma globular, con una textura firme e irregular y contienen numerosos folículos característicamente dispuestos a lo largo de la periferia o superficie del ovario, por lo que su tamaño varía según las estructuras presentes en él. Cada ovario está rodeado completamente por un largo pliegue del mesosalpinx con forma cónica denominado bursa-ovario, cuya porción apical forma un amplio orificio circular que comunica con la fimbria del oviducto (Bravo, 2011).

#### **Folículos ováricos (FO):**

El tamaño de los folículos ováricos en condiciones no patológicas varía en alpacas entre 5 y 12 mm y en llamas entre 2-16 mm de diámetro (Brown, 2000) y (Vaughan & Tibary, 2006).

#### **Cuello Uterino (CU):**

El cuerpo uterino se adhiere a un cuello uterino de 2 cm de largo en alpacas y menos de 5 cm en llamas, cuya luz contiene 2-3 anillos/pliegues espirales de mucosa, denominados cérvix (Brown, 2000) ; Vaughan et al, 2006). El orificio externo del cuello uterino sobresale en la vagina y esta conduce a una abertura vulvar de 2-4 cm de largo ventral al ano.

**Vagina:**

Mide aproximadamente unos 13,40 + 2,00 cm de largo y tiene un diámetro de 3,40 ± 0,70 cm. La túnica mucosa presenta pliegues longitudinales (Sumar & García, 1986).

La longitud de la vagina es de aproximadamente 13-15 cm en alpacas y de 15-20 cm en llamas, longitud que puede variar con la madurez de la hembra. El perineo en estas especies posee un área muy pequeña (Brown, 2000) y (Vaughan & Tibary, 2006).

**Vulva:**

La hendidura vulvar tiene una dirección ventro-caudal de aproximadamente 3,00 cm de longitud. La comisura labial dorsal, ligeramente redondeada, está a unos 2—3 cm del orificio anal. La comisura labial ventral es aguda y termina en una corta proyección cónica (Sumar & García, 1986).

**2.2.3. Medidas del feto**

Las medidas fetales es una de las herramientas principales para estimar la edad gestacional en caso de aborto y cuya fecha del empadre es desconocida. Las medidas fetales pueden ser estimadas a través de imágenes de ultrasonido y a través de medidas físicas del feto. En ese

sentido las principales medidas utilizadas como herramienta para estimar la edad gestacional son: diámetro biparietal (DBP) y altura toxica (AT) (Gazitúa et al., 2001) y (Ferradas et al., 2015); longitud de la rabadilla a la coronilla (LRC), diámetro del hueso orbital (DHO); distancia entre los huesos incisivos y occipitales del cráneo (DHIO)

Estas medidas corporales son realizadas directamente sobre el animal, si bien la tecnología permite ahora utilizarlas a través de imágenes grabadas en forma digital. Las medidas corporales se agrupan en alzadas (medidas lineales de altura), diámetros (medidas lineales de anchura y profundidad) y perímetros (Rodero et al., 2003).

#### **2.2.4. Perfil Bioquímico**

El análisis del perfil bioquímico del fluido uterino en hembras preñadas y vacías ha sido un campo promisorio para explorar las razones de las pérdidas embrionarias tempranas como en alpacas y vacunos, Argañaraz et al., (2015).

En los trabajos de Argañaraz et al. (2015), evaluaron las fracciones uterinas de alpacas vacías y preñadas y evidenciaron la presencia de diferentes sustratos y metabolitos que tenían participación clave en los mecanismos de reconocimiento materno de la preñez y mantención del cuerpo lúteo funcional para sostener la preñez durante los primeros días.

En ese sentido evidenciaron cambios a nivel del endometrio de una arquitectura proliferativa a una secretora, con una secreción máxima durante el período de receptividad embrionaria. Estos cambios estructurales y funcionales eran producidos por la progesterona, que regulaba la expresión de numerosas sustratos y metabolitos como: proteínas, glucosa, colesterol, triglicéridos, creatinina, urea, bilirrubina, magnesio y calcio.

Por otro lado, se han evaluado el fluido de la luz del oviducto o la luz in situ. A través un microanálisis con sonda de electrones para medir la concentración de varios iones en pequeñas muestras de líquido obtenidas mediante micro punción, Borland et al. (1980), en otro análisis también en humanos evidenciaron la presencia de glucosa, lactato y piruvato cuyas funciones fueron atribuidas a la supervivencia y nutrición del embrión durante la fase de desarrollo "tubárica", siendo la glucosa un sustrato más importante en esta fase uterina, (Martin, 2009). Del mismo modo en un estudio en humanos, (Casslén & Nilsson, 1984), evaluaron las concentraciones de iones inorgánicos, albúmina, glucosa, urea, y aminoácidos, en muestras de fluido uterino. Todos los aminoácidos estaban presentes en concentraciones más altas en la luz uterina que en el plasma evidenciando así su participación en los mecanismos de transporte activo.

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

**Gestación:** Se entiende por período de gestación o preñez, el tiempo destinado al desarrollo del nuevo ser y sus membranas, desde la concepción hasta el nacimiento. La gestación comienza con la fecundación del óvulo y el envío de una señal al cuerpo lúteo para que mantenga su estructura y siga produciendo progesterona (Sequeira, 2013).

**Feto:** Este período comienza con la fijación de las membranas extraembrionarias al endometrio y con un cambio en el nuevo ser, que deja su condición boyante para transformarse en una estructura fija. En este momento ya comenzó el desarrollo de órganos y estructuras, y a partir de entonces, hasta el nacimiento, los principales cambios se producen en cuanto el crecimiento y el desarrollo (Sequeira, 2013).

**Fluido Uterino:** El fluido uterino es producido por el endometrio justo después de cambiar su estructura proliferativa a una secretora por la presencia de un concepto desencadenado por una oleada hormonal gracias a los altos niveles de progesterona. El fluido uterino puede contener 12 % de materia seca, 0,50% de cenizas, 10% de proteínas, 1% de grasas y mas no de glucosa en el caso de vacas, estos reportes fueron citados por (Olds & Vandemark, 1957).

**Crown Rump:** Es la longitud corporal, considerando la distancia desde el punto más alto de la cabeza a la base de la cola, es considerado como la principal aportación a la determinación de la edad fetal en animales mamíferos (Evans & Sack, 1973).

Estos autores, estudiaron el desarrollo prenatal en animales domésticos y de laboratorio y formularon una curva de crecimiento específica para cada especie.

**Diámetro biparietal:** El diámetro biparietal es otra estimación de la distancia entre los huesos biparietales. Este parámetro suele ser estimado por ecografía para determinar la proximidad del parto, sus valores son dependientes de la raza y especie (Melle, 2011).

**Biometría:** Es el estudio exterior de los animales que permite observar, estudiar y juzgar al animal, de manera que se pueda apreciar sus bondades, defectos y la conformación del animal (Inchausti & Tagle, 1980).

Consiste en la medición en ciertas regiones anatómicas en animales con el propósito de aumentar la precisión de los análisis de conformación y caracterizar la morfología y comparación de los animales. Es decir, las determinaciones biométricas son métodos de gran valor en la práctica zootécnica para el estudio del morfotipo que permitirá deducir el grado de rendimiento o utilidad efectiva que un individuo puede proporcionar.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. MATERIALES DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Ubicación Geográfica y Temporal**

El trabajo se realizó en el Camal Municipal de Huancavelica, a 3 676 m.s.n.m. 12°47'06" de latitud Sur, 74°58'17" de longitud Oeste. Las muestras de fluido uterino fueron analizadas en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

##### **3.1.2. Población y Muestra**

Para el trabajo se seleccionaron 52 fetos hembras de alpacas de la raza Huacaya procedentes de las zonas ganaderas de Huancavelica, estos fetos fueron distribuidos de acuerdo a la edad gestacional, quinto mes (25), sexto mes (25), séptimo mes (25), como se indica en la tabla N°1.

**Tabla 1** Distribución de fetos con relación a la edad

<b>Edad gestacional (Meses)</b>	<b>Total muestra</b>	<b>Muestra recuperada</b>
<b>5</b>	25	12
<b>6</b>	25	21
<b>7</b>	25	19
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>52</b>

### **3.1.3. Materiales y equipos de campo**

- Balanza
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica metálica
- Regla vernier
- Cubeta o balde

### **3.1.4. Materiales, insumos y equipos de laboratorio**

- Pinzas de disección
- Bisturí, tijera punta roma
- Balanza analítica Adventurer SL
- Regla forense o de detective
- Jeringas 5ml
- Agujas n° 18
- Tubos eppendorf de 1,5 ml 3,0ml.

- Tubos falcon 50 ml
- Formol al 10%
- Frezeer a -70°C
- Equipo de Inmunología Semiautomatizado - Monobind 4400

### **3.1.5. Muestra biológica**

- Fetos de alpacas hembras de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*)
- Fluidos uterinos.

### **3.1.6. Materiales de escritorio**

- Lapicero y lápiz
- Páginas u hojas de registros
- Cuaderno
- Computadora manual marca Lenovo

## **3.2. MÉTODO**

### **3.2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

El presente trabajo de tesis es de tipo cuantitativo y el diseño descriptivo, en la cual ninguna de las variables está influenciada por las características anatómicas del útero.

### 3.2.2. Diseño Procedimental

#### **Fetometría del quinto, sexto y séptimo mes de edad fetal en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*)**

##### **Estimación de la edad fetal.**

Previo a la estimación de la edad, los fetos fueron pesados en una balanza digital. Inmediatamente después se estimó la distancia de la coronilla (hueso frontal) a la rabadilla (inicio de la cola) de acuerdo a la descripción de Rexroad et al. (1974), con la ayuda de una cinta métrica y las medidas fueron registradas, para tener referencia de una estimación precisa de la edad gestacional como se observa en la Figura 1.

Para estimar la edad gestacional de fetos, se estimó la longitud de la coronilla y rabadilla (LCR) de 5 (n=12), 6 (n=21), y 7 (n=19), meses de edad fetal.

El cálculo de la edad del feto fue estimado tomando en cuenta la fórmula propuesta por (Bravo & Varela, 1993):

$$Y = 79,60 + 5,10x - 0,09x^2; R^2 0,97$$

Donde Y = edad del feto,

X = medida del feto y

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinación.

**Biometría del aparato reproductor de fetos hembra durante el quinto, sexto y séptimo mes de edad en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).**

**Ancho y largo de ovarios derecho e izquierdo:**

El ancho fue estimado desde la superficie libre (parte media del ovario) al extremo opuesto a éste), el largo, desde extremo libre al opuesto (paralelo a la inserción del ovario con el mesovario), estas medidas de los ovarios provenientes de fetos fueron estimada con una regla forense y una regla vernier de uso profesional de ambos ovarios derecho e izquierdo de fetos 5 (n=12), 6 (n=21), y 7 (n=19) meses de edad gestacional, según se muestra en el anexo 1.

**Ancho y largo de cuernos uterinos derecho e izquierdo:**

El ancho de los cuernos uterinos derecho e izquierdo fueron estimados a la altura de la curvatura mayor de los cuernos del útero de fetos alpaca desde la superficie externa a la superficie interna de los cuernos uterinos, 5 (n=12), 6 (n=21), y 7 (n=19), meses de edad gestacional, como se muestra en el anexo 2.

Las estimaciones del largo de los cuernos uterinos fueron desde el inicio del tabique transversal de los cuernos hasta la unión útero-tubárica

de cada cuerno uterino de fetos de alpacas de 5 (n=12), 6 (n=21), y 7 (n=19) meses de edad gestacional.

#### **Ancho de cérvix:**

El ancho del cérvix fue estimado de la parte media del cérvix de un extremo al otro de fetos de alpacas de 5 (n=12), 6 (n=21) y 7 (n=19) meses de edad gestacional, según se muestra en la figura 7.

#### **Ancho y largo de vagina:**

Largo de la vagina, fue estimado desde el inicio del cérvix hasta la vulva. Para este fin utilizamos útero de fetos de alpacas de 5 (n=12), 6 (n=21) y 7 (n=19) meses de edad

El ancho de la vagina fue estimado, desde la parte media de la vagina de extremo a extremo de fetos de alpacas de edades gestacionales; 5 (n=12), 6 (n=21) y 7 (n=19) meses de gestación.

#### **Largo de vulva:**

El largo de la vulva fue estimado desde la comisura dorsal a la comisura ventral en todas las muestras de los órganos reproductores femeninos de fetos de alpacas de diferentes edades gestacionales; 5 (n=12), 6 (n=21) y 7 (n=19) meses de gestación.

**Análisis bioquímico del fluido uterino en fetos de alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*)**

**Determinación de niveles del Factor de crecimiento tipo insulínico I (IGF-I):**

Para la determinación de los niveles de IGF-I, se utilizó muestras de fluidos uterinos provenientes del aparato reproductor femenino de fetos de alpacas de diferentes edades gestacionales; 5 (n=12), 6 (n=21) y 7 (n=19) meses de gestación.

Los niveles de (IGF-I). fueron determinados siguiendo la prescripción del kit de inmunoensayo DIALsourceImmuno Assay.

Paso de pretratamiento para tubos de microcentrífuga:

Los tubos conteniendo 100  $\mu$ l de fluido uterino más 400  $\mu$ l de solución de pretratamiento fueron agitados e incubados por 30 minutos a temperatura ambiente y seguidamente centrifugados durante 2 minutos a 10,000 revoluciones por minuto (rpm). Seguidamente el sobrenadante fue descartado y transferidos a tubos de polipropileno previamente etiquetados, seguidamente se añadió 600  $\mu$ l de la solución neutralizadora y finalmente los tubos fueron agitados en vortex.

Posteriormente previa selección del número de los pozos para la ejecución del análisis, se añadió 50 µl de cada calibrador control extraído y muestra extraída en los pozos correspondientes. Seguidamente 100 µl de solución de conjugado IGF1-HRP fueron pipeteados en todos los pocillos e incubados durante 1 hora a temperatura ambiente en un agitador a 500 rpm. Seguidamente las placas fueron lavadas 3 veces con 0,4 ml de solución de lavado en cada pocillo, con pipeteos de 200 µl de la solución cromogénica en cada pocillo dentro de 15 minutos después del paso de lavado. Finalmente, las absorbancias fueron lecturados a 450 nm (filtro de referencia 630 nm o 650 nm) en un período de 1 hora y los resultados fueron calculados de acuerdo a la descripción del kit de inmunoensayo DIALsourceImmunoAssay.

#### **Determinación de niveles del Factor Sodio:**

Los niveles de sodio fueron determinados en muestras de fluidos uterino procedentes de úteros provenientes de fetos en desarrollo. Estos niveles fueron determinados por el método de potenciómetros de electrodo de ion selectivo (ISE). Siguiendo la descripción de (Lin & Hsu, 2010).

**Determinación de niveles de Lactato:**

Los niveles de Lactato fueron determinados en muestras de fluidos uterino provenientes de úteros provenientes de fetos en desarrollo. Estos niveles fueron determinados por el método de potenciómetros de electrodo de ion selectivo (ISE). Siguiendo la descripción de (Lin & Hsu, 2010).

**Determinación de niveles de potasio:**

Los niveles de potasio fueron determinados en muestras de fluidos uterino procedentes de úteros provenientes de fetos en desarrollo. Estos niveles fueron determinados el método de potenciómetros de electrodo de ion selectivo (ISE). Siguiendo la descripción de (Lin & Hsu, 2010).

**Determinación de niveles de proteína total:**

Los niveles de proteína total en muestras de fluido uterino provenientes de úteros, fueron determinados utilizando el kit de Biosystems- Reagents & instruments, donde se utilizó una mezcla de agua destilada, proteína estándar y 100 ul de muestra y medio A del kit, esta mezcla fue homogenizada por 10 minutos a temperatura ambiente.

Seguidamente se procedió con la lectura de la absorbancia del blanco y muestra a 454 nm, la concentración de proteína en la muestra fue calculada utilizando la siguiente fórmula:

$$(Muestra A/blanco A) \times C \text{ blanco} = C \text{ de muestra.}$$

#### **Determinación de niveles de Glucosa:**

Los niveles de glucosa en fluidos uterinos provenientes de úteros fueron determinados utilizando el kit de Biosystems - Reagents & instruments, donde el reactivo del kit fue atemperado a temperatura ambiente y seguidamente pipeteado en tubos de ensayo para realizar la mezcla del patrón, muestra y reactivo A. La muestra fue agitada e incubada durante 10 minutos a temperatura ambiente (16 a 25°C). La absorbancia (A) del patrón y la muestra fue leída a 500 nm frente al blanco. Los cálculos de niveles de glucosa fueron estimados a partir de la siguiente fórmula general.

$$(Muestra A/Patrón A) \times patrón C = \text{Concentración de Muestra.}$$

### **Determinación de niveles de estradiol:**

Los niveles de estradiol fueron determinados por el ensayo inmunoenzimométrico; (Kit Monobind Inc. Lake forest Ca. 32630 USA). para este ensayo se utilizó 0,025 ml del suero de referencia adecuados, control o muestra en el pozo asignado. Seguidamente fueron añadidos 0,050 ml del reactivo de Estradiol biotina a todos los pocillos. Posteriormente las micro placas fueron mezcladas durante 20-30 segundos e incubados durante 30 minutos a temperatura ambiente.

A continuación, se añadió 0,050 ml de estradiol trazador reactivos a todos los pocillos en análisis y mezclados durante 20-30 segundos, seguidamente fueron cubiertos e incubados durante 60 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente el contenido de la micro placa fue desechado por decantación o aspiración y añadidos 350µl de tampón de lavado. El lavado fue repetido por cinco veces. Seguidamente se decantó lo lavado repitiendo esta acción por (4) veces adicionales más.

A continuación, se añadió 100µl de solución de trabajo de la señal de reactivos a todos los pocillos. En el mismo orden en todas las oportunidades

Finalmente, las muestras fueron co-incubados a temperatura ambiente durante cinco (5) minutos en la oscuridad y las unidades de luz

relativa fueron lecturados con un lector de microplacas quimioluminiscencia de 0,5-1,0 segundos. Los resultados fueron lecturados dentro de los 30 minutos tras añadir el reactivo de trabajo de señal.

#### **Determinación de niveles de hormona Folículo Estimulante:**

Las muestras de fluido uterino fueron mantenidas en refrigeración de 2-8° C por un tiempo máximo de 5 Días. La determinación cuantitativa de la concentración de la hormona FSH fue establecida por el inmunoensayo de quimioluminiscencia de microplacas (CLIA).

En primera instancia los pocillos de las micro placas fueron formateados para cada muestra y control de ensayo. Seguidamente colocamos las tiras no utilizadas de micro pozos nuevamente en la bolsa de aluminio, sellamos y almacenamos a 2-8°C seguidamente 50µl de muestra fueron añadidos a los pocillos asignados y adicionamos 100 µl de solución de conjugado enzima FSH a todos los pocillos. Estos fueron agitados de 20 – 30 segundos para mezclar y cubrir. Seguidamente incubados durante 45 minutos a temperatura ambiente. El contenido de la microplaca fue eliminado mediante decantación y secados con papel absorbente.

A continuación, se añadió 350µl de buffer de lavado para decantar (x 5 veces) y 0,100 ml (100µl) de solución de reactivo de trabajo a todos los

pozos el mismo orden y fueron incubados a temperatura ambiente en la oscuridad durante 5 minutos. Las unidades relativas de luz en cada pozo fueron lecturados por un mínimo de 0,5 – 1,0 segundos, utilizando un luminómetro de microplacas. Los resultados fueron leídos dentro de los 30 minutos a partir de la adición de la solución de sustrato.

### **3.3. ANÁLISIS DE DATOS**

Se determinó la media y la desviación estándar para la descripción de los diferentes parámetros anatómicos, asimismo el peso y edad gestacional de 52 fetos de alpacas de diferentes edades gestacionales. Del mismo modo se determinó la media y la desviación estándar para la descripción de la composición de los sustratos, minerales y hormona FSH existentes en fluidos uterinos de úteros.

Se determinó normalidad mediante el estadístico de Shapiro-Wilk. Para precisar las diferencias entre meses de gestación (tratamientos) se realizó el análisis de variancia (ANVA), los valores que no mostraron normalidad, se analizaron mediante el estadístico de Kruskal-Wallis. Para precisar las diferencias entre medias de tratamientos para datos con normalidad, se utilizó la prueba Tukey, y para datos sin normalidad, se utilizó la prueba Duncan. Con un nivel de significancia al 0,05 para esto se utilizó el Software R (Versión 4.1.1.).

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

**Fetometría del quinto, sexto y séptimo mes de edad fetal en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*)**

**Tabla 2.** Fetometría en fetos de alpacas de diferentes edades fetales.

Fetometría de fetos hembra	Mes 5	Mes 6	Mes 7
<b>Long. CR (cm)</b>	21,54 ±3,48	35,04±2,58	44,73±2,90

En la tabla 2 indica las medidas del feto para determinar la edad, utilizando la medida de Cromp rump (CR) encontrando valores crecientes esperados en los meses quinto, sexto y séptimo.

**Biometría del aparato reproductor de fetos hembra durante el quinto, sexto y séptimo mes de edad en alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).**

**Tabla 3.** Biometría del aparato reproductor de fetos hembras provenientes de alpacas de 5, 6 y 7 meses de gestación.

<b>Biometría del aparato reproductor</b>	<b>Mes 5 Promedio/Ds</b>	<b>Mes 6 Promedio/Ds</b>	<b>Mes 7 Promedio/Ds</b>
<b>Ancho ovario izquierdo (cm)</b>	0,31±0,07	0,41±0,09	0,45±0,18
<b>Ancho ovario derecho(cm)</b>	0,31±0,07	0,38±0,085	0,41±0,12
<b>Ancho cuerno izquierdo (cm)</b>	0,38±0,18	0,80±0,19	0,99±0,39
<b>Ancho cuerno derecho (cm)</b>	0,37±0,21	0,68±0,22	0,83±0,19
<b>Largo cuerno izquierdo (cm)</b>	1,10±0,54	4,9±0,69	5,74±1,07
<b>Largo cuerno derecho (cm)</b>	0,98±0,42	4,2±0,62	5,10±1,11
<b>Ancho cérvix (cm)</b>	0,35±0,13	0,75±0,20	0,82±0,28
<b>Largo cérvix (cm)</b>	0,19±0,11	0,33±0,13	0,46±0,12
<b>Ancho vagina (cm)</b>	0,73±0,30	1,54±0,35	1,25±0,38
<b>Largo vagina (cm)</b>	1,59±0,30	2,59±0,66	2,93±2,07
<b>Largo vulva (cm)</b>	0,90±0,32	1,56±0,25	1,91±0,41

DS= desviación standard

En la tabla 3 podemos observar que las medidas del aparato reproductor de los fetos son proporcionales a la edad correspondiente, sin embargo, las medidas ancho de vagina no corresponde a esta afirmación ya que presenta  $0,73\pm 0,30$ ;  $1,54\pm 0,35$  y  $25\pm 0,38$  para 5,6 y 7 meses de gestación respectivamente.

Además, las medidas del largo del clítoris presentan ligeras diferencias de tamaño como es  $0,46\pm 0,08$ ;  $1,14\pm 0,60$  y  $1,01\pm 0,22$  de 5,6 y 7 meses de gestación respectivamente.

**Perfil bioquímico del fluido de vagina y cuerno uterino de fetos de alpacas de la raza Huacaya (*Vicugna pacos*).**

**Tabla 4** Contenido bioquímico del fluido provenientes de vagina y cuernos uterinos

Lugar de recolección	Glucosa mg/dl	Proteínas g/l	Estradiol pg/ml	FSH Mui/ml
Vagina	99,80	1,30	8,25	2,92
Cuerno	101,50	1,10	7,14	1,59

✓ Los niveles de glucosa, encontrados en fluido de los cuernos uterinos fueron (101,50 mg/dl) superiores que los niveles de glucosa encontrados en los fluidos de la cavidad vaginal (99,80 mg/dl).

✓ Los niveles de proteína, encontrados en los fluidos de la cavidad vaginal (1,30 g/l), fueron superiores que los encontrados en el fluido de los cuernos uterinos (1,10 g/l).

✓ Los niveles de Estradiol, encontrados en fluidos de la cavidad vaginal fueron superiores (8,25 pg/ml) que los niveles de estradiol encontrados en fluidos de los cuernos uterinos (7,14 pg/ml).

✓ Los niveles de FSH, encontrados en fluidos de la cavidad vaginal (2,92 Mui/ml) fueron superiores frente a fluidos de cuernos uterinos (1,59 Mui/ml).

**Tabla 5.** Contenido bioquímico del fluido provenientes de vagina, cuernos uterinos.

Lugar de recolección	IGF I ng/ml	Sodio mEq/l	Potasio mEq/l	Lactato mmol/l
Vagina	26,90	144,50	9,65	4,70
Cuerno	29,10	123,40	16,22	4,50

✓ Los niveles del IGF- I, encontrados en fluido vaginal fueron inferiores (26,9 ng/ml) que los niveles del IGF-I provenientes de fluidos provenientes de los cuernos uterinos (29,10 ng/ml) en todas las muestras evaluadas.

✓ Los niveles de Sodio encontrados en fluido vaginal (144,50 mEq/l) fueron superiores frente a cuernos uterinos (123,40 mEq/l).

✓ Los niveles de potasio encontrados en fluido de los cuernos uterinos (16,22 mEq/l) fueron superiores que los niveles de potasio encontrados en fluidos provenientes de la cavidad vaginal (9,65 mEq/l).

✓ Los niveles de lactato, encontrados en fluidos de la cavidad vaginal (4,70 mmol/L) fueron ligeramente superiores a cuernos uterinos (4,50 mmol/L).

## DISCUSIÓN

### 1. Fetometría

Existen escasos estudios del tema en esta especie, sin embargo, (Melle, 2011) en un estudio en alpacas por ultrasonografía para identificar y monitorear el crecimiento fetal determinó un rango normal de crecimiento para las estructuras específicas, coincidiendo con nuestros resultados. En un estudio en vicuñas, (Gautier, 2004), estudios sobre crecimiento fetal diagnosticado por ultrasonografía indica que el desarrollo fetal es progresivo a medida que aumenta la edad, concordando con el presente estudio. También, estudios en camellos, Ali et al. (2013), con relación a la edad gestacional, encontró una mayor correlación con la longitud cráneo-rabadilla y el diámetro biparietal durante el primer trimestre de preñez. Por otro lado, Gazitua et al. (2001), en un estudio ultrasonográfico de comparación entre alpaca y llama señalan que, aunque las pendientes de las curvas de crecimiento son diferentes, en las primeras etapas de gestación no hay diferencias notables en el tamaño. Sin embargo, después de 150 días de gestación sí las hay. Como podemos observar estos resultados que en su mayoría son estudios de

seguimiento gestacional por ultrasonografía coincide con nuestro estudio realizado a través de fetos post mortem.

## **2. Biometría del aparato reproductor hembra.**

Con respecto a la biometría del aparato reproductor hembra, las medidas para el ovario y cuerno uterino izquierdo presentaron una superioridad con respecto al derecho para el sexto y séptimo mes; similar a lo reportado por Ferradas et al. (2015), en un estudio de diferenciación prenatal del útero concluye que las medidas de longitud y ancho son mayores en el cuerno uterino izquierdo que en el derecho en fetos de segundo tercio gestacional; y es similar al de la alpaca adulta. Sin embargo, Del Campo et al. (1996) y Ferradas et al. (2015), reportan medidas superiores al nuestro, indicando el largo y ancho de los cuernos uterinos de la alpaca fue de 0,79 cm. Estas diferencias pueden deberse a que en el presente estudio nos referimos a edades de 5, 6 y 7 meses, y el estudio de Del Campo, et al. (1996) y Mendoza et al. (2014), lo realizaron en el último tercio de gestación, teniendo en cuenta que a esta edad el feto obtiene un mayor desarrollo para su nacimiento (Hafez, E., & Hafez B. 2002).

Estos resultados demuestran que el mayor tamaño del cuerno uterino izquierdo es producto de una característica genética heredable y no está influida por el número de gestaciones que tiene lugar sólo en el cuerno izquierdo (Mendoza et al., 2013).

### **3. Contenido Bioquímico del aparato reproductor.**

En este estudio, los niveles de potasio y glucosa provenientes del cuerno son superiores a los provenientes de la cavidad vaginal. Los niveles de estradiol y FSH provenientes del fluido vaginal fueron superiores a los provenientes del cuerno. Resultados similares encontraron (Argañaraz et al. 2015), quienes evaluaron el perfil bioquímico de fluidos provenientes de cuernos uterinos de alpacas adultas vacías y evidenciaron que los niveles de glucosa en este compartimento solo alcanzaban los 0,67 mg/dl en el mejor de los casos. Sugiriendo que los niveles de glucosa provenientes de del cuerno en etapa fetal son mucho mayores que en la edad adulta.

Estos resultados evidencian la función de las proteínas del fluido uterino y oviductual, con un papel directo en el desarrollo embrionario temprano a través de la producción de polipéptidos específicos producidos por su epitelio (Gandolfi et al., 1989).

Por otro lado, los niveles de IGF-1, sodio y lactato provenientes del fluido vaginal presentan niveles superiores con respecto a fluidos provenientes de cuerno; estos resultados obtenidos son similares al incremento progresivo durante todo el período de gestación, similar a lo reportado en bovinos con cambios notorios a partir de la segunda mitad de la gestación (Tabatabaei & Mamoei, 2012). Asimismo, (Hugentobler, et al. 2007), encontraron diferencias bioquímicas a medida que existe un desarrollo pre-implantacional del embrión, ellos evaluaron los sustratos energéticos en fluidos: uterinos, oviductales y plasma sanguíneo durante el ciclo estral y gestacional en vacas; evidenciando mayores concentraciones en oviductos, cuando existe comunicación cuerno-vagina. Sin embargo, no existen reportes de evaluación de niveles de FSH y IGF-1 en fluidos uterinos en ninguna especie, que podrían sugerir alguna función uterina durante esta etapa de desarrollo fetal en alpacas.

## **CONCLUSIONES**

1. En el desarrollo del crecimiento del feto existen diferencias en el quinto, sexto y séptimo mes de edad fetal. Así mismo, la fetometría permite determinar la edad fetal en meses, respecto a la biometría se reafirma mayor desarrollo del ovario y cuerno uterino izquierdo en relación al derecho y los contenidos del fluido bioquímico se encuentran en mayor medida en el cuerno y vagina.
2. La Fetometría en base a las medidas desde la coronilla hasta la rabadilla nos permite determinar la edad fetal en meses.
3. En la Biometría del aparato reproductor del feto hembra presentan evidencias de mayor desarrollo del ovario y cuerno uterino izquierdo respecto al derecho.
4. Los Contenidos del fluido bioquímico con mayor o menor nivel de concentración en el cuerno y vagina influyen con el desarrollo fetal.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos relacionados en fetos hembra de primer tercio de gestación para observar si el crecimiento del aparato reproductor de los fetos hembra es el mismo que en el segundo y tercer tercio de gestación.
2. Realizar trabajos de investigación relacionadas con el desarrollo fetal y monitoreo con ultrasonografía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, A., Al-Sobayil, F., & R. D. (2013). Fetometría ultrasonográfica y evaluación prenatal del sexo fetal en camellos (*Camelus dromedarius*). *Elsevier*, 80(6), 609-618. doi:<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.05.028>
- Argañaraz, M., Apichela, S., Zampini, R., Vencato, J., & Stelletta, C. (2015). Biochemical and protein profile of alpaca (*Vicugna pacos*) uterine horn fluid during early pregnancy. *PublMed*, 50(1), 121-128. doi:<https://doi.org/10.1111/rda.12460>
- Borland, R., Biggers, J., Lechene, C., & Taylor, M. (1980). Elemental composition of fluid in the human Fallopian tube. *J Reprod Fertil*, 58(2), 479-482. doi:<https://doi.org/10.1530/jrf.0.0580479>
- Bravo, P. W. (2011). The Reproductive Process of South American Camelids. *Seagull Printing*, 2(2), 1-31. doi:[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=429488](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=429488)
- Bravo, P. W., & Varela, M. H. (1993). Prenatal development of the alpaca . *Elsevier Science Publishers*, 32(1), 245-252. doi:<https://pdf.sciencedirectassets.com/271313/1-s2.0-S0378432000X01789/1-s2.0-037843209390096A/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjECKaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIBY4vGqv1pXfFB0a6AAozaKKjLxSrFEVuRL4BRc3rc74AiAfCe61XMtE8zR4TmxdhRBRI3btS3SGuv9RSrDlaxbG7yqzB>

- Brown, B. W. (2000). A review on reproduction in South American camelids. *Animal Reproduction Science*, 58(1), 169–195. doi:10.1016/s0378-4320(99)00081-0
- Casslén, B., & Nilsson, B. (1984). Human uterine fluid, examined in undiluted samples for osmolarity and the concentrations of inorganic ions, albumin, glucose, and urea. *Am J Obstet Gynecol.*, 150(7), 877-881. doi:https://doi.org/10.1016/0002-9378(84)90466-6
- Castro A, D. M.-T.-Z. (2018). Morfología de embriones de alpaca (*Vicugna pacos*) en el primer tercio de la gestación. *PublMed*, 53(3), 655-666. doi:https://doi.org/10.1111/rda.13155
- Del Campo, M., Ginther, O., & Del Campo, C. (1996). Vascular provisions for a local utero-ovarian cross-over pathway in new world camelids. *Theriogenology*. , 46(6), 983-991. doi:https://doi.org/10.1016/S0093-691X(96)00262-2
- Evans, H., & Sack, W. (1973). Prenatal development of domestic and laboratory mammals: growth curves, external features and selected references. *Zentralbl Veterinarmed C*, 2(1), 11-45. doi:DOI: 10.1111/j.1439-0264.1973.tb00253.x
- Ferradas, C., Galy Mendoza, L. 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. doi: https://doi.org/10.20453/stv.v3i2.2827
- Gandolfi, F., Brevini, T., Richardson, L., Brown, C., & Moor, R. (1989). Characterization of proteins secreted by sheep oviduct epithelial cells and

their function in embryonic development. *Development*, 106(2), 303-12.  
doi:<https://doi.org/10.1242/dev.106.2.303>

Gautier, R. C. (2004). *Gestación en vicuñas: Fetometría ecográfica y esteroides ováricos maternos*. Obtenido de Universidad de Chile:  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/134464/Gestaci%C3%B3n-en-vicu%C3%B1as-fetometr%C3%ADA-ecogr%C3%A1fica-y-esteroides-ov%C3%A1ricos-maternos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gazitúa, 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.*, 30;66(1-2), 81-92.  
doi:DOI: 10.1016/S0378-4320(01)00083-5

Hafez, E., & Hafez B. (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. 4(7).  
doi:[https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000606689706331/34CVA\\_UMH:VU1](https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay/alma991000606689706331/34CVA_UMH:VU1)

Herrera, E. A., Riquelme, R. A., Sanhueza, E. M., Raggi, L. A., & Llanos, A. J. (2002). Uso de la biometría fetal para determinar la edad fetal al final del embarazo en llamas. *Animal Reproduction Science*, 74(1-2), 101-109.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00123-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00123-9)

Hugentobler, S., Morris, D., Sreenan, J., & Diskin, M. (2007). Ion concentrations in oviduct and uterine fluid and blood serum during the estrous cycle in the bovine. *Teriogenology*, 68, 538– 548.

Inchausti, D., & Tagle, E. (1980). Bovinotécnia, exterior y razas. *El Ateneo*, 4(1).

- Lin J. L., & Hsu H. Y. (2010) Study of sodium ion selective electrodes and differential structures with anodized indium tin oxide.
- Martin, K. L. (2009). Nutritional and metabolic requirements of early cleavage stage embryos and blastocysts Nutritional and metabolic requirements of early cleavage stage embryos and blastocysts. . *Human Fertility*, 3(4), 247-254. doi:<https://doi.org/10.1080/1464727002000199071>
- Melle, L. (Mayo de 2011). *Observation of Fetal Development in Alpacas at Specific Gestational Ages using Ultrasound, Fetal Dissection, and Computer Aided Tomography Techniques* . Obtenido de [https://www.umass.edu/veterinary-animal-sciences/sites/vasci/files/fetal\\_development\\_in\\_alpacas.pdf](https://www.umass.edu/veterinary-animal-sciences/sites/vasci/files/fetal_development_in_alpacas.pdf)
- Mendoza, G., Echevarría, L., Llerena, C., Castro, A., Domínguez, M., Gómez, S., . . . Barbeito, C. (2013). Comparación morfológica entre el útero fetal y el útero adulto de la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*) / Morphologic comparison between fetal uterus and adult uterus in the alpaca (*Vicugna pacos*) and the llama (*Lama glama*). *Salud tecnol. vet.*, 1(1), 1-6. doi:<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-780447>
- Olds, D., & Vandemark, N. (1957). Composition of luminal fluids in bovine female genitalia. *Fertil Steril.* 8(4), 345-540. doi:10.1016/s0015-0282(16)32764-9
- Rexroad, C. J., Casida, L., & Tyler, W. (1974). Longitud corona-rabadilla de fetos en vacas Holstein-Friesian de raza pura . *Journal of Dairy Science*, 57(3), 346-347. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84891-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84891-5)
- Rodero, E., Herrera, M., Peña, F., Molina, A., Valera, M., & Sepúlveda, N. (2003). Modelo morfoestructural de los caprinos lecheros españoles Florida y

- Payoya en sistemas extensivos. *Revista Científica*, 13(5), 403-412. Obtenido de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15005/14982>
- Sato, S. A., Valencia, L. R., & Montoya, O. L. (1986). *Revision anatomica del aparato reproductor de la alpaca hembra (Lama Pacos)*. Obtenido de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/racs/n02\\_1986/pdf/a04.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/racs/n02_1986/pdf/a04.pdf)
- Senger, P. (2005). Uso de la hormona antimülleriana (AMH) como predictor de la producción de óvulos para la transferencia de embriones bovinos. *Avances en Ciencias Reproductivas*, 8(1). doi:[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2663111](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2663111)
- Sequeira, L. T. (2013). *Compendio sobre reproducción animal*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria - Nicaragua: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>
- Smith, C. L., Peter, A. T., & Pugh, D. G. (1994). Reproduction in llamas and alpacas: A review *Theriogenology*, 41(3), 573–592. doi:[https://doi.org/10.1016/0093-691X\(94\)90169-J](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90169-J)
- Sumar, J., & García, M. (1986). Nuclear and Related Techniques in Animal Production and Health. *Fisiología de Reproducción de la Alpaca. I. A. E. Agency Viena.*, 149-177. Obtenido de [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/18/008/18008876.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/18/008/18008876.pdf)

Tabatabaei, S., & Mamoei, M. (2012). Changes in the biochemical composition of fetal fluids and maternal blood serum during different days of gestation in cattle. *Comp Clin Pathol* , 21, 1005-1012. . doi: 10.1007/s00580-011-1217-4

Vaughan, J. L., & Tibary, A. (2006). Reproduction in female South American camelids: A review and clinical observations. . *Small Ruminant Research*, 61(2-3), 259-281. doi:<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.015>

# **ANEXOS**

## Anexo 01: Fetometría de fetos hembra en el segundo tercio de gestación

**Tabla 6.** Fetometría de fetos hembra en el segundo tercio de gestación

N°	L. CR. (cm)	L. CR. (cm)	L. CR. (cm)
	Mes 5	Mes 6	Mes 7
1	15,50	31,00	41,00
2	17,50	31,00	41,00
3	18,00	31,50	41,50
4	20,50	31,50	41,50
5	21,00	32,50	42,00
6	22,00	33,00	43,00
7	22,50	33,50	43,00
8	23,00	34,00	43,50
9	23,00	34,00	44,00
10	23,00	35,00	45,00
11	23,50	36,00	44,00
12	29,00	36,00	45,50
13		36,50	46,00
14		37,00	46,50
15		37,00	47,00
16		37,00	47,00
17		37,00	48,50
18		37,00	49,00
19		38,00	51,00
20		38,00	
21		39,50	

Anexo 02: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 5 meses

**Tabla 7.** Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 5 meses

No	alto ovario izq,	Alto, ovario Dere,	Largo ovario izq,	Largo ovario Dere,	Diam, Cuerno Izq, (cm)	Diam, Cuerno Dere, (cm)	Long, Cuerno Izq (cm)	Long, Cuerno Dere, (cm)	Diam cervix (cm)	long, cervix (cm)	Diam vagina (cm)	Vagina largo (cm)	Vulva ancho (cm)	Vulva largo (cm)
1	0,20	0,30	0,30	0,40	0,20	0,20	0,60	0,60	0,30	0,20	0,50	1,00	0,40	0,70
2	0,40	0,40	0,40	0,50	0,25	0,20	0,60	0,60	0,20	0,10	0,70	1,30	0,40	0,70
3	0,40	0,30	0,50	0,40	0,30	0,30	0,60	0,60	0,30	0,15	0,50	1,50	0,50	0,60
4	0,30	0,30	0,50	0,50	0,40	0,35	0,85	0,80	0,35	0,10	1,00	1,70	0,50	0,30
5	0,45	0,40	0,50	0,50	0,30	0,35	0,90	0,80	0,30	0,10	0,60	1,40	0,50	1,00
6	0,25	0,20	0,40	0,35	0,30	0,30	1,10	1,50	0,30	0,10	0,30	1,50	0,60	1,00
7	0,35	0,20	0,30	0,30	0,30	0,25	1,20	1,20	0,35	0,15	0,90	1,50	0,65	1,25
8	0,30	0,30	0,35	0,35	0,40	0,30	0,90	0,80	0,40	0,10	1,00	1,70	0,20	0,70
9	0,20	0,30	0,40	0,35	0,35	0,50	0,90	0,80	0,25	0,30	0,50	2,00	0,50	1,20
10	0,30	0,40	0,40	0,35	0,30	0,30	1,35	1,20	0,40	0,20	0,70	1,70	0,60	0,80
11	0,30	0,30	0,30	0,30	0,90	1,00	1,50	1,30	0,30	0,40	0,70	1,70	1,00	1,30
12	0,30	0,40	0,50	0,50	0,50	0,40	1,50	1,20	0,70	0,30	1,40	2,10	1,00	1,30

### Anexo 03: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 6 meses

**Tabla 8.** Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 6 meses

No	Alto ovario izq,	Alto, ovario Dere,	Largo ovario izq,	Largo ovario Dere,	Diam, Cuerno Izq, (cm)	Diam, Cuerno Dere, (cm)	Long, Cuerno Izq (cm)	Long, Cuerno Dere, (cm)	Diam cérvix (cm)	long, cérvix (cm)	Diam vagina (cm)	Vagina largo (cm)	Vulva ancho (cm)	Vulva largo (cm)
1	0,30	0,30	0,40	0,40	0,60	0,60	1,50	1,50	0,60	0,30	1,50	2,20	0,60	1,40
2	0,40	0,40	0,50	0,50	0,90	0,60	1,40	1,30	1,00	0,40	1,00	2,00	0,90	1,50
3	0,20	0,20	0,40	0,30	0,85	0,80	1,75	1,75	0,80	0,20	1,70	2,30	0,80	1,20
4	0,45	0,35	0,50	0,50	1,00	0,90	2,00	1,90	0,90	0,50	1,00	3,00	0,50	2,10
5	0,40	0,40	0,50	0,50	1,10	0,90	2,70	2,40	0,90	0,50	1,40	3,50	0,60	1,60
6	0,50	0,40	0,60	0,50	0,40	0,30	1,60	1,50	0,35	0,25	1,10	2,10	0,40	1,20
7	0,40	0,40	0,50	0,50	0,60	0,50	1,70	1,60	0,70	0,10	1,60	1,50	0,50	1,40
8	0,60	0,45	0,60	0,55	0,85	0,80	1,90	1,80	0,70	0,20	1,10	2,20	0,70	1,30
9	0,40	0,40	0,50	0,50	0,80	0,75	0,18	0,17	0,60	0,25	2,00	2,20	0,70	1,20
10	0,30	0,20	0,50	0,40	0,40	0,20	1,70	1,20	0,20	0,30	1,20	2,50	1,20	1,50
11	0,40	0,40	0,55	0,50	1,00	0,70	2,50	2,20	0,80	0,50	1,50	2,50	0,40	1,70
12	0,60	0,50	0,60	0,50	1,00	0,80	2,50	2,20	0,70	0,50	1,70	3,00	0,80	1,90
13	0,45	0,40	0,55	0,50	0,70	0,30	2,70	2,60	0,70	0,30	2,35	3,80	0,80	1,40
14	0,50	0,50	0,50	0,50	0,80	0,70	2,30	2,35	0,70	0,10	1,30	2,30	0,80	1,50
15	0,40	0,30	0,55	0,50	0,80	0,80	3,00	3,50	0,80	0,50	1,90	4,20	1,00	1,80
16	0,50	0,50	0,60	0,60	0,90	0,90	2,80	2,20	1,00	0,30	1,60	3,00	0,60	1,70
17	0,40	0,35	0,40	0,40	1,00	1,00	2,10	2,00	0,80	0,30	1,70	2,80	1,30	2,00
18	0,30	0,40	0,40	0,40	0,90	0,80	2,20	2,30	0,70	0,50	1,50	2,20	0,90	1,50
19	0,30	0,40	0,50	0,50	0,60	0,40	1,60	1,60	0,90	0,30	1,60	2,50	1,00	1,60
20	0,40	0,50	0,50	0,50	0,80	0,80	1,70	1,70	1,00	0,40	1,60	2,00	0,50	1,70
21	0,45	0,40	0,65	0,60	0,90	0,80	2,30	1,80	1,00	0,30	2,00	2,30	0,70	1,70

## Anexo 04: Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 7 meses

**Tabla 9.** Biometría del aparato reproductor hembra de fetos de 7 meses

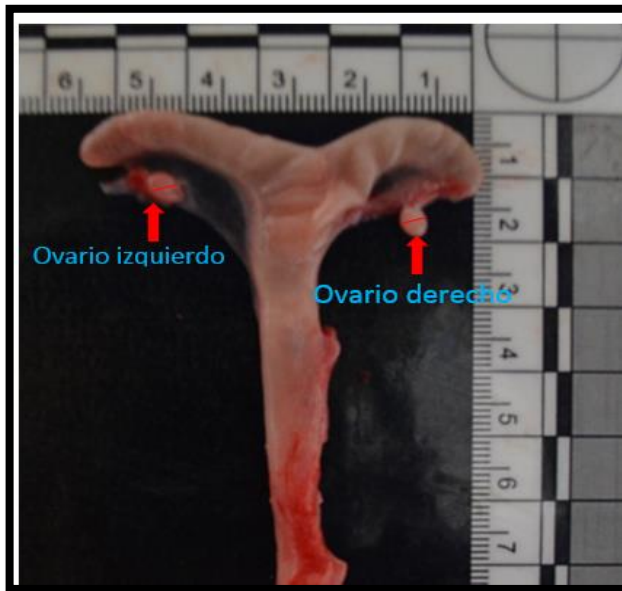
No	Alto ovario izq,	Alto, ovario Dere,	Largo ovario izq,	Largo ovario Dere,	Diam, Cuerno Izq, (cm)	Diam, Cuerno Dere, (cm)	Long, Cuerno Izq (cm)	Long, Cuerno Dere, (cm)	Diam cérvix (cm)	Long, cérvix (cm)	Diam vagina (cm)	Vagina largo (cm)	Vulva ancho (cm)	Vulva largo (cm)
1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,80	0,70	1,90	1,80	0,75	0,35	1,50	4,30	0,60	1,80
2	0,60	0,30	1,00	0,50	0,90	0,80	1,80	1,50	1,20	0,50	1,00	2,00	1,80	2,50
3	0,60	0,50	0,60	0,60	1,20	1,10	2,50	3,00	1,00	0,30	1,70	2,50	0,90	1,60
4	0,40	0,40	0,50	0,60	1,00	0,90	2,70	2,80	1,10	0,40	1,30	2,80	0,70	1,60
5	0,50	0,50	0,60	0,60	1,20	1,00	2,30	2,00	1,00	0,70	1,30	2,00	0,60	2,20
6	0,40	0,50	0,50	0,40	1,00	0,90	2,20	2,20	1,10	0,40	1,40	2,50	0,90	1,60
7	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	1,00	2,50	2,00	0,90	0,50	1,70	2,50	1,30	2,50
8	0,10	0,10	0,20	0,20	0,50	0,40	2,30	1,90	0,20	0,60	1,20	1,80	0,60	1,40
9	0,50	0,50	0,60	0,50	0,90	0,80	2,00	2,00	0,80	0,60	1,80	3,10	0,70	2,00
10	0,30	0,40	0,50	0,40	1,20	1,00	3,00	2,50	1,00	0,50	2,00	3,00	1,00	2,00
11	0,50	0,40	0,50	0,50	0,70	0,90	2,00	1,90	1,00	0,50	1,00	1,50	1,00	2,00
12	0,35	0,40	0,50	0,50	0,90	0,70	1,00	0,90	0,60	0,50	1,00	11,00	0,70	1,70
13	0,60	0,40	0,40	0,50	0,80	0,70	2,50	2,00	0,90	0,60	1,00	2,00	0,80	1,80
14	0,40	0,45	0,60	0,60	1,15	1,10	2,30	2,60	0,70	0,40	0,60	1,40	0,60	1,40
15	0,40	0,30	0,60	0,50	0,60	0,50	2,20	1,60	0,45	0,20	0,70	2,40	1,1,	1,50
16	1,00	0,70	0,95	1,00	1,40	1,00	1,20	1,00	1,20	0,40	1,50	2,50	1,60	2,00
17	0,30	0,50	0,50	0,45	1,00	0,85	2,30	2,70	0,65	0,40	1,30	2,30	0,90	1,50
18	0,20	0,30	0,65	0,70	2,30	0,85	0,80	2,50	0,30	0,45	0,90	3,70	1,20	2,80
19	0,50	0,40	0,50	0,50	0,90	0,60	2,00	2,00	0,90	0,45	0,90	2,50	1,00	2,50

## FOTOGRAFÍAS

### Panel Fotográfico



**Gráfico 1** Estimación de la distancia de la coronilla a la rabadilla



**Gráfico 2.** Útero de un feto de alpaca de 5 meses: Estimación del tamaño del ovario derecho e izquierdo



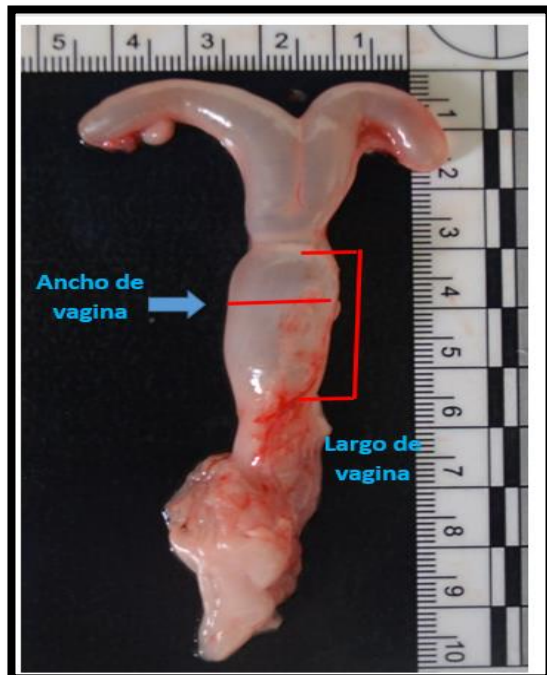
**Gráfico 3.** Estimación del ancho del cuerno uterino de un feto de 6 meses de edad fetal



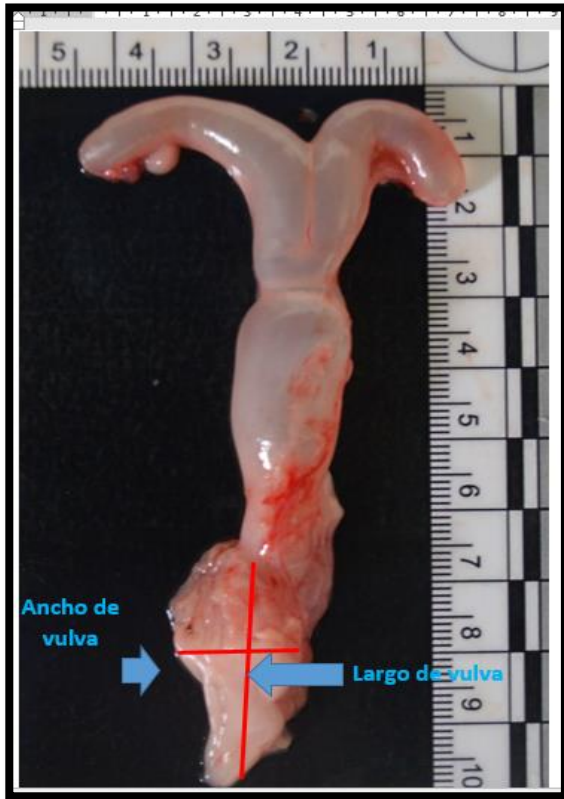
**Gráfico 4.** Estimación del largo de los cuernos uterinos de un feto de 7 meses de edad fetal



**Gráfico 5** Estimación del ancho de cérvix de un feto de 5 meses de edad fetal



**Gráfico 6** Estimación del ancho y largo de vagina de un feto de 5 meses de edad fetal



**Gráfico 7** Estimación del ancho y largo de vulva de un feto de 5 meses de edad fetal