

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Morfoanatomía macroscópica en el desarrollo del estómago fetal de alpaca Huacaya
(*Vicugna pacos*)

Presentada por:

Wilian Flores Tintaya

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



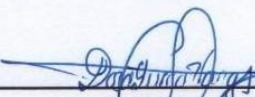
TESIS

**Morfoanatomía macroscópica en el desarrollo del estómago fetal de alpaca Huacaya
(*Vicugna pacos*)**

Presentada por **Wilian Flores Tintaya**, para optar el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada el 22 de julio del 2021 ante el Jurado Evaluador:

Presidente:



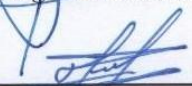
MSc. Dora Yucra Vargas

Primer Miembro:



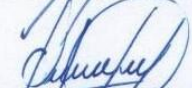
Mtro. Virgilio Machaca Machaca

Segundo Miembro:




MSc. Julio Iván Cruz Colque

Asesor (es):



MVZ. Gizely Alba Villavicencio



Dr. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez

Agradecimiento

A Dios por brindarme vida y salud todos los días.

A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por darme la oportunidad de ser parte de ella y a la Escuela Académica Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia por los conocimientos brindados.

A mis asesores MVZ. Gizely Alva Villavicencio y el Dr. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez, por su amistad, apoyo, compromiso y asesoramiento en la ejecución de esta tesis.

A los miembros del Jurado Evaluador de la tesis, MSc. Dora Yucra Vargas, MSc. Julio Iván Cruz Colque y el MSc. Virgilio Machaca Machaca; por toda la ayuda proporcionada, a todos muchas gracias.

A los criadores de camélidos sudamericanos, que muy amablemente se comprometieron con este estudio, brindando la facilidad para la obtención de las muestras para la recolección de datos.

*Al convenio de financiamiento N° 025-2016-FONDECYT, “Círculo de investigación en la morfogénesis de los órganos linfoides e inmunitarios de la alpaca (*Vicugna pacos*)” Laboratorio de Anatomía Animal y Fauna Silvestre de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*



Dedicatoria

A mi padre, Pedro Flores Enciso y mi madre, Matilde Tintaya Fuentes, por brindarme todo su apoyo y ser el pilar fundamental para culminar mis estudios.

A mis hermanos quienes, con su inmenso amor, apoyo incondicional, paciencia, comprensión y compañía en cada momento de mi vida, me ayudaron a lograr uno de mis objetivos.

A las personas que me brindaron su apoyo y compromiso para terminar la tesis, en especial a mis asesores por brindarme todo el apoyo necesario para concluir la tesis.

Morfoanatomía macroscópica en el desarrollo del estómago fetal de alpaca Huacaya
(*Vicugna pacos*)

Línea de investigación: Ciencias Veterinarias

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación.....	5
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.2.1 Objetivo general	7
2.2.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Marco teórico	9
3.2.1 Anatomía del sistema digestivo de los camélidos	9
3.2.1.1 Desarrollo morfológico del estómago fetal de los rumiantes y alpaca	10
3.2.1.2 Sistema digestivo de la alpaca	11
3.2.2 Ubicación y características del estómago de la alpaca.....	13
3.2.2.1 Ubicación.....	13



3.2.2.2	Morfología externa	14
3.2.2.3	Relaciones.....	14
3.2.3	Compartimientos del estomago	15
3.2.3.1	Primer compartimiento	15
3.2.3.2	Segundo compartimiento	17
3.2.3.3	Tercer compartimiento	17
3.3	Marco conceptual.....	17
CAPÍTULO IV.....		19
METODOLOGÍA.....		19
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	19
4.2	Diseño de la investigación	19
4.3	Población y muestra.....	19
4.3.1.	Población.....	19
4.3.2.	Muestra	20
4.4	Procedimiento	20
4.4.1.	Obtención de la muestra fetal.....	20
4.4.2.	Determinación de la edad fetal.....	21
4.4.3.	Obtención del estómago fetal.....	23
4.4.1.	Morfometría del estómago fetal	23
4.5	Técnica e instrumentos	25
4.6	Análisis estadístico	25
CAPÍTULO V		26
RESULTADOS Y DISCUSIONES		26
5.1	Largo y ancho del estómago según tercio de gestación.....	26
5.2	Largo y ancho de los compartimientos del estómago fetal.....	27
5.3	Largo y ancho del estómago fetal según sexo	28
5.4	Descripción del desarrollo de los sacos glandulares del estómago fetal	28
CAPÍTULO VI.....		30



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
6.1 Conclusiones	30
6.2 Recomendaciones	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	35



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de estudio.....	7
Tabla 2. Edad gestacional del feto de alpaca y clasificación según tercio gestacional.	22
Tabla 3. Diámetro biparietal y altura torácica del feto de alpaca y clasificación según tercio gestacional.	22
Tabla 4. Promedio (\pm error estándar) del largo y ancho del estómago fetal del primer, segundo y tercer tercio de gestación de alpacas Huacaya.....	26
Tabla 5. Promedio (\pm error estándar) del largo y ancho del compartimento 1 (C1), compartimento 2 (C2) y compartimento 3 (C3) del estómago fetal de alpacas Huacaya	27
Tabla 6. Promedio de medidas (\pm error estándar) del largo y ancho del estómago fetal según sexo de alpacas Huacaya	28
Tabla 7. Descripción del desarrollo de los sacos glandulares del primer compartimiento.....	29
Tabla 8. Análisis de la Varianza Variable largo (sc tipo III)	36
Tabla 9. Comparación de medias del estómago fetal según tercio de gestación (Test de Tukey)	36
Tabla 10. Comparación de las medias del estómago fetal según compartimiento (Test: Tukey)	36
Tabla 11. Comparación de las medias de la variable sexo (Test: Tukey)	36
Tabla 12. Análisis de la varianza de la variable Ancho (SC tipo III)	37
Tabla 13. Comparación de las medias del estómago fetal según tercio de gestación (Test de Tukey).....	37
Tabla 14. Comparación de las medias del estómago fetal según compartimiento (Test de Tukey).....	37
Tabla 15. Comparación de las medias de la variable sexo (Test de Tukey).....	37



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fetos de alpaca de varias edades gestacionales.....	20
Figura 2. Medición del diámetro biparietal para calcular de la edad gestacional.	21
Figura 3. Apertura del abdomen del feto vista lateral izquierda	23
Figura 4. Medición del compartimiento 2 del estómago fetal de alpaca.....	24
Figura 5. Descripción del desarrollo de los sacos glandulares.	24
Figura 6. Muestra la medición del diámetro biparietal y la extracción del estómago fetal (primer tercio de gestación). A. Feto del primer tercio de gestación. B y C. Medición del diámetro biparietal del feto. D. apertura del abdomen para la extracción del estómago.....	39
Figura 7. Muestra la medición del estómago fetal de la alpaca). A. Largo del primer compartimiento. B. largo del segundo compartimiento. C. Largo del tercer compartimiento. D. Surcos perpendiculares y celdillas del saco dorsal del estómago del segundo tercio.....	40

INTRODUCCIÓN

El Perú tiene una población de 3 600 000 de alpacas en el año 2019, encontrándose la mayor parte de la población en las zonas alto andinas (Puno, Cusco, Arequipa, Huancavelica y Apurímac) representando un 89.7% (1). Apurímac en su territorio alberga aproximadamente un 20% de la producción nacional, cuenta con un enorme potencial por sus condiciones climáticas y culturales. Así también, la crianza de alpaca se considera una fuente generadora de trabajo para mantenimiento de la gran mayoría de la población alto andina, destacándose su eficiencia en el uso de las tierras en un ambiente adverso en zonas superiores a los 4 000 m de altitud, donde la agricultura no prospera. Las alpacas están adaptados al consumo de pequeñas cantidades de agua y el consumo de pastizales perennes que son muy toscos y de baja calidad nutricional que crecen en las zonas altoandinas de Apurímac (2).

La fisiología digestiva de los camélidos sudamericanos es más eficiente que otros rumiantes, permite adaptarse a ecosistemas áridos, por lo que aprovecha la vegetación escasa y fibrosa de dichas zonas. Esta eficiencia digestiva se debe al mayor tiempo de retención de los alimentos en el tracto digestivo, mayor frecuencia de contracciones estomacales y ciclos de rumia cortos, amplia relación flujo salival, tamaño estomacal y presencia de sacos glandulares en el estómago (3), presenta actividad motora producidas por sus paredes musculares del estómago, tiene un proceso eficiente de absorción, casi completa, de los ácidos grasos volátiles, más que el ovino y el bovino, esto se debe a sus características anatómicas y fisiológicas del estómago (4). El estómago de las alpacas presenta tres compartimientos, no tiene rumen, retículo, omaso ni abomaso como los bovinos y ovinos (5); por consiguiente, es diferente la formación del estómago de los rumiantes en comparación de los camélidos sudamericanos. La formación de los compartimientos en etapa embrionaria y fetal de las alpacas aún no están descritas suficientemente. Es en virtud a lo mencionado se realizó la presente investigación con la finalidad de describir las características morfoanatómicas del estómago fetal de las alpacas (6).



RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir la morfoanatomía macroscópica en el desarrollo del estómago fetal de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*), según edad gestacional y sexo. Los fetos de alpaca (n=6) se obtuvieron del primer (1T; n=2), segundo (2T; n=2) y tercer tercio (3T; n=2) de gestación de alpacas post-mortem del Camal Municipal de Huancavelica, las muestras se mantuvieron en congelación hasta su evaluación. En el laboratorio, extraído el estómago, se realizó la medición del largo y ancho de los compartimentos estomacales de los fetos, diferenciándose entre compartimento 1 (C1), compartimento 2 (C2) y compartimento 3 (C3), según sexo y edad gestacional determinado por el diámetro biparietal. El largo y ancho del estómago fueron mayores ($P \leq 0.05$) en 3T, seguido en 2T y luego en 1T de gestación del feto (1T: largo 27.92 ± 4.97 ; ancho 13.53 ± 2.70 ; 2T: largo 45.42 ± 4.97 ; ancho 25.03 ± 2.70 ; 3T: largo 63.73 ± 4.97 ; ancho 37.57 ± 2.70 mm); también entre compartimentos del estómago hubo diferencia ($P \leq 0.05$) en largo y ancho (C1: largo 48.63 ± 4.05 ; ancho 42.68 ± 2.70 ; C2: largo 18.32 ± 4.05 ; ancho 16.72 ± 2.70 ; C3: largo 70.12 ± 4.05 ; ancho 16.73 ± 2.70 mm). No hubo diferencia ($P > 0.05$) de largo ni ancho según sexo (macho: largo 47.31 ± 4.06 ; ancho 27.52 ± 2.21 ; hembra: largo 44.07 ± 4.06 ancho 23.23 ± 2.21 mm). En el saco dorsal del C1 del estómago del 1T se observó 12 surcos con 6 celdillas rectangulares; en el 2T, 12 surcos con 8 celdillas y en el 3T, 17 surcos con 10 celdillas. El saco ventral no presentó ninguna celdilla. Se concluye que, a mayor edad gestacional entre compartimentos estomacales, aumentan el largo y ancho del estómago fetal de alpaca, así mismo a mayor edad gestacional aumenta la cantidad de los surcos y celdillas en el saco glandular dorsal.

Palabras clave: *Compartimiento estomacal, sacos glandulares, tercio de gestación.*



ABSTRACT

The objective of this study was to describe the macroscopic morphoanatomy in the development of the fetal stomach of Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*) according to gestational age and sex. Alpaca fetuses (n = 6) were obtained from the first (1T; n = 2), second (2T; n = 2), and third third of gestation (3T; n = 2) of post-mortem gestation of alpacas from the Camal Municipal de Huancavelica, the samples were kept frozen until their evaluation. In the laboratory, the stomach was removed, the length and width of the fetuses stomach compartments were measured, differentiating between compartment 1 (C1), compartment 2 (C2) and compartment 3 (C3), according to sex and determined gestational age by the biparietal diameter. The length and width of the stomach were greater ($P \leq 0.05$) in 3T, followed in 2T and then in 1T of fetus gestation (1T: length 27.92 ± 4.97 ; width 13.53 ± 2.70 ; 2T: length 45.42 ± 4.97 ; width 25.03 ± 2.70 ; 3T: length 63.73 ± 4.97 ; width 37.57 ± 2.70 mm); There was also a difference between stomach compartments ($P \leq 0.05$) in length and width (C1: length 48.63 ± 4.05 ; width 42.68 ± 2.70 ; C2: length 18.32 ± 4.05 ; width 16.72 ± 2.70 ; C3: length 70.12 ± 4.05 ; width 16.73 ± 2.70 mm). There was no difference ($P > 0.05$) in length or width according to sex (male: length 47.31 ± 4.06 ; width 27.52 ± 2.21 ; female: length 44.07 ± 4.06 width 23.23 ± 2.21 mm). In the dorsal sac of the C1 of the stomach of the 1T, 12 furrows with 6 rectangular cells were observed; in 2T, 12 furrows with 8 cells and in 3T, 17 furrows with 10 cells. The ventral sac did not present any cells. In conclusion, at a higher gestational age between stomach compartments, the length and width of the fetal alpaca stomach increase, likewise at a higher gestational age the number of furrows and cells in the dorsal glandular sac increases.

Keywords: *Stomach compartment, glandular sacs, third gestation.*

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La alpaca es un pseudo rumiante, su sistema digestivo incluye un estómago con tres compartimientos separados, pero no tiene rumen como el vacuno. La estructura del estómago de la alpaca, es diferente a los otros rumiantes como de las ovejas y de los vacunos (7). El sistema digestivo de la alpaca presenta una serie de particularidades anatómicas y fisiológicas, las mismas que aún no están descritas a profundidad, en particular el sistema digestivo de las alpacas, ya que esta especie tiene gran capacidad de adaptación a la escasez de los recursos forrajeros y al agua, predominante en su hábitat, y al logro de una mayor eficiencia digestiva de los pastos lignificados de la puna (8).

Existe todavía confusión en la terminología usada para describir el sistema gástrico de los camélidos sudamericanos (CSA); continuamente se intenta igualar el estómago de los CSA con el de los ovinos y bovinos (8). Sin embargo, hay diferencias marcadas, el estómago de los camélidos sudamericanos tiene múltiples cavidades, sus compartimientos no son comparables a los de los rumiantes (9). Sobre el desarrollo morfoanatómico del estómago fetal en alpacas no hay información suficiente, por lo que hay necesidad de describir la morfoanatomía básica de estómago en periodo fetal, para que sirva de base para entender mejor la fisiología digestiva de esta especie. La morfología de los órganos digestivos de los camélidos sudamericanos son las menos estudiadas; por lo tanto, no hay mucha información relacionadas a procesos digestivos (10). Por las consideraciones mencionadas, se planteó el presente estudio con el objetivo de describir la morfoanatomía del estómago fetal según edad gestacional y sexo en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*).



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo es la morfoanatomía en el desarrollo del estómago fetal según edad gestacional y sexo en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las medidas del largo y ancho del estómago fetal según edad gestacional, compartimentos y sexo en alpacas Huacaya?
- ¿Cuántos son los sacos glandulares del primer compartimiento del estómago fetal según el tercio de gestación en alpacas Huacaya?

1.2.3 Justificación de la investigación

Los camélidos sudamericanos, entre ellas las alpacas, brindan contribuciones vitales a las personas, es componente clave del patrimonio biocultural andino (11); a los pobladores altoandinos les brinda seguridad alimentaria y son fuente económica principal. El Perú posee la mayor población de alpacas que están ubicadas en las zonas alto andinas (1). Estos animales están adaptados a condiciones adversas, sobreviven a disponibilidad precaria de pasturas altoandinas de baja calidad proteica y altamente fibrosa. Posee una alta eficiencia nutricional, dado que consumen alimentos de baja calidad, tienen mayor tiempo de retención del alimento en su tracto digestivo, mayores frecuencias de las contracciones del estómago y ciclos de rumia, alta relación flujo salival y volumen estomacal, reciclaje de nitrógeno es más eficiente. Estas características facilitarían una mayor eficiencia digestiva (12).

Las alpacas desarrollaron un sistema digestivo particular que permiten utilizar eficientemente los alimentos de baja calidad. Dado que la anatomía digestiva de las alpacas difiere de los rumiantes clásicos como el bovino y ovino. Por lo que, es importante la descripción morfoanatómica de estas estructuras digestivas, en alpacas adultas existe alguna información, mientras en etapas fetales es muy reducida, peor aún del estómago fetal. Para entender mejor la fisiología digestiva



es vital los estudios de los órganos anatómicos digestivos. La formación de la estructura anatómica del estómago fetal implica el desarrollo de los compartimentos, que a medida avanza la gestación cambia, por lo que, la descripción de dichas estructuras es esencial para coadyuvar los conocimientos básicos de la anatomía digestiva. En virtual a las consideraciones expuestas, se hace necesario sentar bases de conocimientos de la morfoanatomía del sistema digestivo para que sirva de pilar en las aplicaciones en otras áreas, fundamentalmente en fisiología digestiva.

Considerando la alpaca un recurso natural de implicancia social y económica para los pobladores altoandinos de nuestro país, es importante realizar estudios que conlleven a mejorar las estrategias de alimentación animal y el mejor uso de pastizales altoandinos, de tal forma se obtenga la mejor expresión de la producción de fibra y carne.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Describir la morfoanatomía en el desarrollo del estómago fetal según edad gestacional, compartimientos y sexo en alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*).

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las medidas del largo y ancho del estómago fetal según edad gestacional, compartimientos y sexo en alpacas Huacaya.
- Describir los sacos glandulares del primer compartimiento del estómago fetal según edad gestacional en alpacas Huacaya.

2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1. Variables de estudio

Variables	Indicador
Variable A	
Edad gestacional	Tiempo de desarrollo fetal dividido en primer, segundo y último tercio de gestación
Compartimento estomacal	Número de compartimentos estomacales
Sexo	Macho o hembra
Variable B	
Medidas del estómago fetal	Longitud en milímetros del estómago fetal de alpaca Ancho en milímetros del estómago fetal de alpaca
Sacos glandulares	Número de surcos transversales y celdillas rectangulares

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) En un estudio con el objetivo de observar el desarrollo fetal de la alpaca a lo largo de gestación temprana. Se utilizó tres métodos: la ecografía, las disecciones fetales y tomografía asistida computarizada. Se utilizaron seis muestras fetales mediante ecografía en diferentes edades gestacionales (154, 126, 103, 102, 74 y 42 días). Se utilizaron imágenes de tomografía computarizada de las muestras para comparar con los datos de ultrasonido y disección. Las comparaciones entre los tres métodos dieron como resultado la determinación de rangos normales de desarrollo en edades gestacionales específicas y la precisión del método de campo del ultrasonido como un método preciso para seguir el desarrollo fetal de la alpaca (13).

- b) Cuarenta y siete especímenes de alpaca de ambos sexos, en diferentes momentos de su desarrollo gestacional, recolectados durante el sacrificio. La embriogénesis en la alpaca se caracterizó por una serie de cambios comparables a los que ocurren en otros mamíferos con periodos gestacionales similares. A pesar de estas similitudes, se encontraron diferencias de especies en algunos órganos como el estómago, que también se observan en individuos adultos (9).

- c) El objetivo del presente trabajo fue describir las características anatómicas e histológicas del estómago de la llama y sus relaciones con las estructuras adyacentes. Se utilizaron cuatro llamas machos. Las muestras para los estudios anatómicos han sido fijados por perfusión con formol al 10%. Los trabajos realizados mostraron que el compartimiento 1, está ubicado totalmente en la pared abdominal izquierdo. Compartimiento 2, es el más pequeño de los tres y es reniforme con paredes planas y

gruesas. El compartimiento 3, es alargada y tubular hacia la zona ventral derecha de la cavidad abdominal (14).

- d) Se realizó un estudio embrionario de diferenciación macroscópica en el estómago de fetos de camello de una joroba recogidos del matadero, sobre un periodo de cinco meses en diferentes edades gestacionales. Las muestras se categorizaron en primer, segundo y tercer trimestre. Se observó que el estómago de los camellos formaba parte del rumen voluminoso el compartimiento liso, un retículo en forma de frijoles relativamente pequeños y un abomaso tubular en el primer trimestre, segundo y tercer trimestre. Para formar parte de un voluminoso compartimiento 1 (rumen) que esta subdividido por un fuerte pilar muscular en una parte lisa dorsal y una parte ventral gruesa, una relativamente pequeña compartimiento 2 (retículo) y un compartimiento tubiforme 3 (abomaso). Basado en el hallazgos en el estudio, el estómago de los camellos tenía pocas similitudes con el verdadero rumiante en términos de desarrollo (15).
- e) En un estudio, se desarrolló una base de datos de parámetros maternos y fetales en alpacas desde los 120 días de gestación hasta el término. Se examinaron diez alpacas gestantes cada 2 semanas desde los 120 a los 300 días de gestación, luego semanalmente hasta el parto. Se evaluaron utilizando ecografía transabdominal varios parámetros de crecimiento fetal, entre ellas el tamaño del estómago fetal. Encontrándose que el tamaño del estómago aumentó linealmente a medida que avanzaba la gestación (16).

3.2 Marco teórico

3.2.1 Anatomía del sistema digestivo de los camélidos

En la alimentación y nutrición de los CSA es necesario tener en cuenta que la alimentación de estos animales dependen de los pastizales naturales del altiplano que están adaptados al consumo de pastos estacionales muy toscos de baja calidad nutricional y de relativa baja variedad y disponibilidad, entre las características de anatomía y fisiología digestiva que demuestran una adaptación al recurso vegetal de los pastizales del altiplano se encuentran los labios que son relativamente delgados y el superior está dividido por un surco medio, esta característica les permite una gran movilidad lo que facilita la selección de las plantas. Los dientes son de crecimiento

continuo lo que protege del desgaste a que están sometidos al consumir pastos leñosos y lignificados. Los camélidos en general al igual que los rumiantes domésticos más conocidos (bovino, ovino, caprino) tienen un compartimiento digestivo muy espacioso y compartimentalizado. Sin embargo, estructuralmente su sistema digestivo diferente considerablemente a otros rumiantes (17).

3.2.1.1 Desarrollo morfológico del estómago fetal de los rumiantes y alpaca

La morfogénesis del estómago de los rumiantes, es inicialmente similar al de los rumiantes mamíferos. En los bovinos en embriones de 5 semanas, el estómago a rotado aproximadamente 90° arrastrando la zona de unión del mesenterio dorsal al lado izquierdo. Al principio de la sexta semana el fundus experimenta un marcado crecimiento en sentido craneodorsal y hacia la izquierda, apareciendo el esbozo del rumen. El retículo se inicia por un pequeño receso de la porción caudoventral del fundus. En el embrión de 28 mm se reconoce el omaso como un relieve de la curvatura menor. Internamente la luz del estómago está subdividida en un canal fúndico amplio situado a la izquierda y el canal gástrico a la derecha por la formación a los surcos ventral y dorsal. Durante la séptima semana del desarrollo del estómago bovino experimenta un cambio en la orientación y en el ritmo de crecimiento deferencial de cada compartimiento. El rumen se desplaza caudodorsalmente con lo que se invierte la posición de sus porciones dorsal y ventral y como resultado de ello el saco ventral definitivo se forma de la porción originalmente dorsal del fundus, los sacos ciegos aparecen más tarde como crecimientos caudales del rumen. También cambia de posición la porción pilórica del abomaso: se desplaza centralmente y a la derecha, para después incubarse en sentido caudal formando un asa, la región cardial del abomaso crece notablemente durante la segunda mitad de la gestación y se convierte en la cavidad gástrica de mayor tamaño en el neonato. Menos compleja es la morfogénesis externa del retículo y omaso, el primero crece hacia la izquierda y se desplaza en sentido craneal en relación con el resto del estómago y el omaso permanece en situación ventrolateral derecha. En la décima semana ya se han adquirido la mayor parte de los caracteres

morfológicos del estómago del bovino adulto, aunque el tamaño relativo de las cavidades no queda establecido definitivamente hasta después del nacimiento con el inicio de la alimentación sólida. Rumen: 80% del volumen del estómago. Reticulum: el 5% del total. Omasum: 7-8 % del total. Estómago posterior (glandular o abomasun): 7 – 8 % del total; con tres regiones: cardiaca, fúndica y pilórica (18).

La morfología externa del estómago de los camélidos sudamericanos se distingue claramente que el compartimiento 1 representa el 83% del volumen total y se caracteriza por la presencia de saculaciones (saco dorsal y saco ventral), luego se observa el compartimiento 2, que se encuentra al lado derecho del C1 y representa el 6% el volumen total, que se caracteriza por presentar una superficie lisa (sin saculaciones), por último, el compartimiento 3, que representa el 11% del volumen total y se caracteriza por la forma elongada y tubular (19).

En las alpacas el desarrollo fetal muestra un crecimiento exponencial a partir del séptimo mes de gestación aproximadamente 210 días, lográndose en este periodo el 70% de peso al nacimiento este periodo coincide en el altiplano peruano con una pobre disponibilidad estacional de forraje (8).

3.2.1.2 Sistema digestivo de la alpaca

a) Boca

La boca constituye la primera porción del aparato digestivo, limitado cranealmente por los labios, que en los camélidos sudamericanos son relativamente delgados, dorsalmente por el paladar blando y el istmo de las fauces, ventralmente por el musculo milohideo y el cuerpo de la mandíbula y lateralmente por las mejillas. El labio superior se halla dividido por un surco medio (labio leporino) y el labio inferior es relativamente grande, muy móviles lo que permite optimizar la capacidad selectiva (20).

b) Faringe

Es un conducto musculoso ubicado en el cuello y revestido de membrana mucosa, conecta la nariz y la boca con la tráquea y el esófago. Es un pasaje común para el alimento y el aire, enlaza la cavidad oral y el esófago (21).

c) Esófago

El esófago es un tubo pequeño de más de 1 metro de longitud. El alimento y la saliva se mezclan en la boca y bajan hacia el esófago, luego al primer compartimiento C1. También, durante la rumia, el contenido ruminal vuelve a través del esófago a la boca para su masticación adicional (22, 23).

d) Estómago

El sistema digestivo de la alpaca se caracteriza por que el estómago verdadero o abomaso esta precedido por tres compartimientos histológicamente diferentes, el compartimiento 1, representa el 83% de la capacidad total, este compartimiento está dividido en un saco dorsal y uno ventral. El compartimiento 2, está representado por el retículo (4% de la capacidad total) y el ultimo compartimiento C3, por el omaso que tiene una capacidad de un 8% el cual se confunde macroscópicamente con el estómago verdadero o abomaso, ya que no existen estructuras anatómicas que separan. Sin embargo, internamente se aprecian crestas dispuestas longitudinalmente formando pequeñas cavidades similares a las que se observan en el retículo (24).

e) Intestinos

El intestino de la alpaca tiene una longitud aproximada total de 14 m, correspondiente 7,7 m intestino delgado y 6,3 m al intestino grueso. A lo largo de su recorrido posee un diámetro promedio de 2 cm, la longitud del ciego es de 15 cm, en el intestino se terminan de digerir las proteínas, se digieren las grasas y se absorben todos los productos



finales de la digestión esto se ve facilitado por la gran longitud del intestino (24, 25, 26).

f) Recto

Es una parte del tracto digestivo por encima del ano, donde los desechos fecales son retenidas antes de evacuar del organismo a través del ano, el recto está vacío porque las heces se almacenan más arriba, en el colon descendente. Finalmente, el colon descendente se llena y las heces pasan al recto, provocando la necesidad de evacuar el intestino (defecación) (26, 27).

3.2.2 Ubicación y características del estómago de la alpaca

3.2.2.1 Ubicación

El primer compartimiento se ubica hacia la pared abdominal izquierda en contacto con el diafragma, toda la pared izquierda y parte del flanco, el primer compartimiento se divide en 2 sacos (saco dorsal y ventral). El segundo compartimiento es el más pequeño de los compartimientos y se ubica a lado derecho del tercer compartimiento y en la pared abdominal derecha entra en contacto con el hígado. El tercer compartimiento es el más alargada y tubular se localiza anatómicamente ventralmente hacia la pared abdominal derecha, distalmente y del lado derecho, presenta una flexión pre-terminal con una zona de paredes gruesas, este segmento continua hasta el píloro y con la porción inicial del duodeno (28, 29).

El estómago de los camélidos sudamericanos presenta una estructura morfológica diferente al de rumiantes verdaderos. El compartimiento proximal está delimitado totalmente en la pared abdominal izquierda. Presenta un labio derecho simple, el pliegue ventricular notorio, el compartimiento intermedio es de forma arriñonada con paredes gruesas, el compartimiento distal es elongado y tubular hacia la zona ventral derecha de la cavidad abdominal. El área glandular presenta pliegues cuyos pilares

originan profundos sacos, el compartimiento distal es completamente glandular (30).

3.2.2.2 Morfología externa

El cardias se ubica en la superficie dorsal del C1 al nivel del surco transversal ventral, ligeramente asimétrico en el lado derecho. Separado por un surco transversal ventral semicircular, limitado en las paredes ventral y lateral del estómago forma un saco craneal más pequeño y un saco caudal más grande, el C1 en forma de globo. Cada saco tiene una región específica de protuberancias de tipo sacular (31).

El complejo sáculo del saco craneal se ubica en su cara craneal debajo de la superficie de adhesión de C1 a los pilares del diafragma, extendiéndose como una cinta de derecha a izquierda y tocando el diafragma. En el saco caudal se encuentra la región más grande de estos sáculos, ubicada en la superficie visceral directamente caudal al surco ventral y muy cerca de C2. Esta región del sáculo se desarrolla ventralmente hasta la pared del estómago izquierdo y disminuía en su ancho, de modo que tiene una forma casi triangular. Los diversos sáculos estaban separados por surcos profundos y prominentes en sáculos únicos, pares de dos o grupos de tres. Equipado con una superficie de paredes lisas, C2 tiene forma de riñón con su mayor curvatura dirigiéndose ventralmente y su menor curvatura dorsalmente. El último compartimiento (C3) tiene una forma alargada y tubular con una pared lisa también. C2 y C3 están conectados por un canal estrecho antes de que C3 se extienda a una curva oral en forma de saco (31).

3.2.2.3 Relaciones

El primer compartimiento conecta con el esófago por la derecha, con el segundo compartimiento por la izquierda, el segundo compartimiento tiene relación con el primer compartimiento por la derecha, con el tercer compartimiento por la izquierda y hacia la pared abdominal derecha con el hígado, el tercer compartimiento tiene relación por la izquierda con el píloro

y la parte inicial del duodeno, por la derecha con el segundo compartimiento (28).

3.2.3 Compartimientos del estomago

El estómago verdadero o abomaso se caracteriza por que está precedido por tres compartimientos diferentes, el primero, corresponde al rumen y representa el 83% de la capacidad total, este compartimiento está dividido en un saco dorsal y uno ventral. El segundo compartimiento está representado por el retículo (4% de la capacidad total) y el último, por el omaso que tiene una capacidad de un 8%, el cual se involucra macroscópicamente con el estómago verdadero o abomaso, ya que no existen estructuras anatómicas que los separen, en la etapa fetal el estómago tiene mayor desarrollo en el último tercio de gestación (19).

3.2.3.1 Primer compartimiento

El primer compartimiento es el más voluminoso y representa el 83%, de todo el estómago, ventralmente posee un prominente surco transversal que lo divide en un saco dorsal y un saco ventral, ambos poseen saculaciones las que, aparte de proveer de una mayor superficie de contacto, poseen mucosa glandular que permite la secreción de tamponadores que contribuyen con la saliva en la mantención de un pH favorable para la acción de microorganismos celulolíticos. El resto del epitelio es escamoso estratificado no glandular que al igual que en otros rumiantes tiene una función dedicada a la absorción (9, 29).

Existen dos tipos de mucosa en la superficie interna del rumen o C1, hecho que la diferencia de otros rumiantes. Los sacos glandulares están cubiertos por una mucosa glandular localizada en la parte ventral y la superficie expuesta, cubierta por un epitelio estratificado no glandular localizado en la parte dorsal (33).

En las alpacas adultas el compartimiento uno se divide en dos sacos, uno ventral y otro dorsal. Esta división se hace por un surco longitudinal un pilar que correspondería al pilar del rumen de los rumiantes y que va desde el

orificio cardial hasta el tercio posterior de este proventrículo. En la cara interna del saco dorsal del primer compartimiento, se pueden observar 17 surcos que corren en dirección perpendicular al pilar de la panza y otras direcciones paralela, quedando así constituidas en estos surcos múltiples celdillas cuyo número es variable, de tres a diez en cada surco, según la longitud de este. El fondo de las celdillas presenta superficie irregular debido a pliegues de la mucosa y el orificio que mira hacia la cavidad esta estrechado por un repliegue membranoso, que se inserta en las crestas paralelas y perpendiculares, dejando en algunos casos un orificio irregularmente circular, a veces muy pequeño. La superficie de la mucosa del saco ventral, en donde no existen cedillas, es lisa y solamente cerca de la porción cardial esta surcado por pequeños pliegues que se dirigen hacia el esófago (34).

Los sáculos glandulares son las celdillas de las áreas de los sáculos glandulares; estas pequeñas cavidades se abren en la cavidad mayor por medio de una boca o estoma, están ricamente irrigados y la mayor parte de su mucosa es glandular. El pilar oblicuo se corresponde externamente con el surco oblicuo, asciende hasta los cardias bifurcándose antes de alcanzarlo. El surco gástrico presenta un labio derecho constante; comienza en los cardias para perderse en la cavidad del compartimiento siguiente (35).

Vallenas y Stevens (19) señalan que en su morfología externa se distingue claramente el rumen, representando el 83% del volumen total (figuras 2 y 3), caracterizado por la presencia de saculaciones en el saco craneal y caudal. Al lado derecho del saco caudal del rumen se observa el retículo que representa un 6% del volumen total, compartimento que se caracteriza por presentar externamente una superficie lisa (sin saculaciones), a diferencia del rumen y siendo sus paredes bastantes gruesas. Por último, el abomaso, que representa el 11% del volumen total, se caracteriza por su forma elongada y tubular.

3.2.3.2 Segundo compartimiento

El compartimiento 2, también se describen ambos tipos de epitelio y la mucosa superficial de las paredes de la curvatura mayor de este compartimiento está dividida en forma reticular, en general el contenido de este compartimiento es muy líquido y tanto su forma como función se homologan frecuentemente con el retículo de otros rumiantes. El C2 se comunica con el tercer compartimiento a través de un pasaje estrecho cubierto por epitelio escamoso estratificado (29, 32).

3.2.3.3 Tercer compartimiento

El C3 está completamente recubierto de mucosa glandular, pero la disposición de ella varía a lo largo de este compartimiento que tiene forma tubular. El quinto inicial tiene mucosa dispuesta en forma reticular en su curvatura menor y en la curvatura mayor se distribuye en forma de pliegues no permanentes y aunque anatómicamente no poseen una estructura similar al omaso de otros rumiantes, se compara este quinto con su omaso funcional (29, 32).

3.3 Marco conceptual

- a) **Estómago:** Órgano que forma parte del aparato digestivo, el estómago ayuda a digerir los alimentos a mezclarlos con jugos digestivos convirtiéndolos en líquido diluido (38).
- b) **Monogástrico:** El estómago de un monogástrico es una dilatación del tubo digestivo, que se comunica con el esófago a través del cardias, y con el duodeno a través del píloro. Ambos, cardias y píloro, funcionan como una válvula que regula el paso del alimento. El estómago funciona, principalmente, como un reservorio para almacenar grandes cantidades de comida recién ingerida, permitiendo así ingestiones intermitentes. El paso del contenido gástrico al duodeno, que tiene una capacidad volumétrica muy inferior, se produce de forma controlada por el efecto del píloro (38)
- c) **Poligástrico:** El estómago de un poligástrico (alpaca), está compuesto por tres compartimientos. El C1, que ha sido frecuentemente comparado con el rumen, es el más



voluminoso; 83% del volumen gástrico total. El C2 en forma de riñón es el más pequeño; 6% del volumen gástrico total. El C3 es alargada y tubular; constituye alrededor del 11% del volumen gástrico (30). pero el estómago de los bovinos y ovinos está compuesto por un saco que se halla dividido en cuatro compartimentos denominados rumen, retículo, omaso y abomaso, o comúnmente rumen, redecilla, librillo y cuajar (39).

- d) **Surco longitudinal:** El surco longitudinal divide el primer compartimiento CI en dos (saco dorsal y saco ventral) (35).
- e) **Surco perpendicular:** Son líneas que se encuentra en la superficie interna del saco dorsal del primer compartimiento CI, estos surcos alojan a las celdillas, estos surcos van en dirección a la curvatura mayor del estómago (35).
- f) **Celdilla:** Las celdillas son pequeñas divisiones, que en cantidad forman una redecilla, aquí se quedan los alimentos y a través de ellos los alimentos se absorben (35).
- g) **Diámetro biparietal:** El diámetro biparietal es una técnica que se utiliza para calcular la edad de un feto, esto se realiza con una regla tipo Vernier (precisión de 0,1 mm) (40).
- h) **Morfología:** Es el estudio de la configuración, estructura, situación y relaciones de los órganos o fracciones corporales en todas las etapas de la vida (41).
- i) **Feto:** Embrión de los mamíferos desde finales del tercer mes de gestación hasta el nacimiento, se denomina feto tras haber alcanzado un determinado nivel de desarrollo de los órganos (42).

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo Investigación

La investigación fue descriptiva, porque está encargada de puntualizar las características cuantitativas y cualitativas de la muestra a estudiar, únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre las variables a las que se refieren, es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de los fenómenos, suceso, contexto o situación (43, 44).

4.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo, conocida como la investigación estadística, se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes (43, 45).

4.2 Diseño de la investigación

El estudio fue descriptivo. Se colectaron fetos de alpacas del matadero, de tres edades gestacionales según tercio de gestación. Se realizó las medidas de largo y ancho de los compartimentos, además, se contabilizó los sacos glandulares de los compartimentos que presentaron.

4.3 Población y muestra

4.3.1. Población

Se consideró como población a los estómagos fetales de alpacas Huacaya.

4.3.2. Muestra

El método y tamaño muestral fue por conveniencia representado por seis estómagos fetales de alpaca Huacaya; distribuidos en dos estómagos por cada tercio de gestación.

4.4 Procedimiento

4.4.1. Obtención de la muestra fetal

Se obtuvieron fetos de alpacas de hembras gestantes postmortem, con tiempo de preñez de (95, 106, 160, 182, 294 y 305 días de gestación) obteniéndose estómagos fetales (2 del primer tercio de gestación, 2 del segundo tercio de gestación y 2 del tercer tercio de gestación (Figura 1). Estas muestras se obtuvieron del Camal Municipal de la ciudad de Huancavelica, localizado en el distrito, provincia y departamento de Huancavelica, Perú ($12^{\circ} 47' 06''$ S, $74^{\circ} 58' 17''$ O) ubicado a 3676 de altitud.



Figura 1. Fetos de alpaca de varias edades gestacionales.

Los fetos fueron colocados en formol bufferado al 10%, previo rotulado se colocaron en coolers mantenidos con congelantes a temperatura aproximada de refrigeración; luego, se transportó al Laboratorio de Anatomía Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

4.4.2. Determinación de la edad fetal

La determinación de la edad de los fetos se realizó mediante medición del diámetro biparietal (DBP), utilizando el calibrador tipo Vernier (Figura 2). Se utilizó la fórmula establecida por Gazitúa *et al.* (40) bajo la siguiente ecuación.

$$GA = (DBP - 0.11376)47.23287, r = 0.98$$

$$GA = (TH - 0.36436) 52.87663, r = 0.96$$

Dónde: GA = edad gestacional en días; DBP = Diámetro biparietal; TH = altura torácica en centímetros.



Figura 2. Medición del diámetro biparietal para calcular de la edad gestacional.

El DBP fue medido en milímetros, la duración de la gestación se consideró 360 días divididos en tercios de gestación: primer tercio hasta 120 días, segundo tercio hasta 240 días y tercer tercio mayor a 240 días.

Tabla 2. Edad gestacional del feto de alpaca y clasificación según tercio gestacional.

Edad gestacional (días)	Diámetro biparietal (cm)	Altura torácica (cm)	Tercio gestacional
30	0.748	0.931	Primer tercio
60	1.384	1.499	Primer tercio
90	2.919	2.066	Primer tercio
120	2.654	2.633	Primer tercio
150	3.289	3.201	Segundo tercio
180	3.924	3.768	Segundo tercio
210	4.559	4.335	Segundo tercio
240	5.195	4.903	Segundo tercio
270	5.830	5.470	Tercer tercio
300	6.465	6.037	Tercer tercio
330	7.465	6.605	Tercer tercio
360	7.735	7.172	Tercer tercio

Gazitúa *et al.* (33).

Tabla 3. Diámetro biparietal y altura torácica del feto de alpaca y clasificación según tercio gestacional.

Sexo	Tercio de gestación	Diámetro biparietal (cm)	Altura torácica (cm)	Edad (días)
Hembra	Primer tercio	0.380	12.7	120
Macho	Primer tercio	0.283	9.4	120
Macho	Segundo tercio	0.465	18.0	208
Hembra	Segundo tercio	0.756	23.0	210
Hembra	Tercer tercio	0.623	41.0	289
Macho	Tercer tercio	0.552	39.0	305

FONDECYT, "Círculo de investigación en la morfogénesis de los órganos linfoides e inmunitarios de la alpaca (Vicugna pacos)"

4.4.3. Obtención del estómago fetal

Para el estudio anatómico de los estómagos de las alpacas se trasladaron las muestras fetales a la ciudad de Abancay, para ser procesadas en el Laboratorio de Anatomía Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Se descongelaron los fetos en un recipiente con agua por 12 horas, luego se extrajo los estómagos fetales. Se colocó el feto en posición lateral izquierdo, se realizó la apertura en la región abdominal izquierda en forma de L desde la línea dorsal lumbar hacia ventral y una línea hacia craneal en relación al hipocondrio izquierdo (Figura 3). Luego se realizó la apertura del abdomen lateral izquierdo hasta la cavidad peritoneal donde se visualizó la ubicación del estómago y se retiró los compartimientos C1, C2 y C3. Seguidamente se registraron cada uno de ellos.



Figura 3. Apertura del abdomen del feto vista lateral izquierda.

4.4.1. Morfometría del estómago fetal

Una vez retirado los estómagos fetales, se realizó la morfometría de los compartimientos fetales según tercio de gestación utilizando el calibrador tipo Vernier considerando:

Largo, desde el polo craneal del estómago hacia al polo caudal a lo largo del eje longitudinal.

Ancho, desde el hilio del estómago fetal hasta el borde lateral (Figura 4).

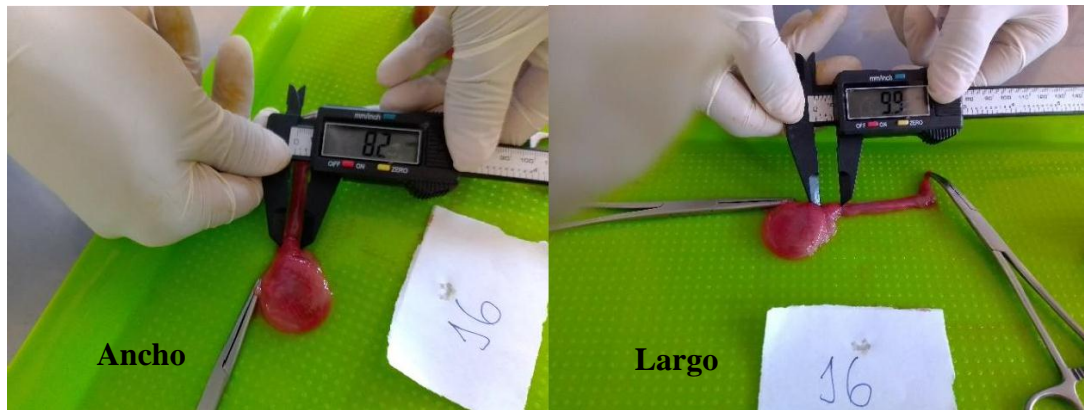


Figura 4. Medición del compartimiento 2 del estómago fetal de alpaca

Seguidamente se realizó la descripción del desarrollo de las celdillas de los sacos glandulares (Figura 5) del primer compartimiento C1 del estómago fetal de los tres tercios de gestación.

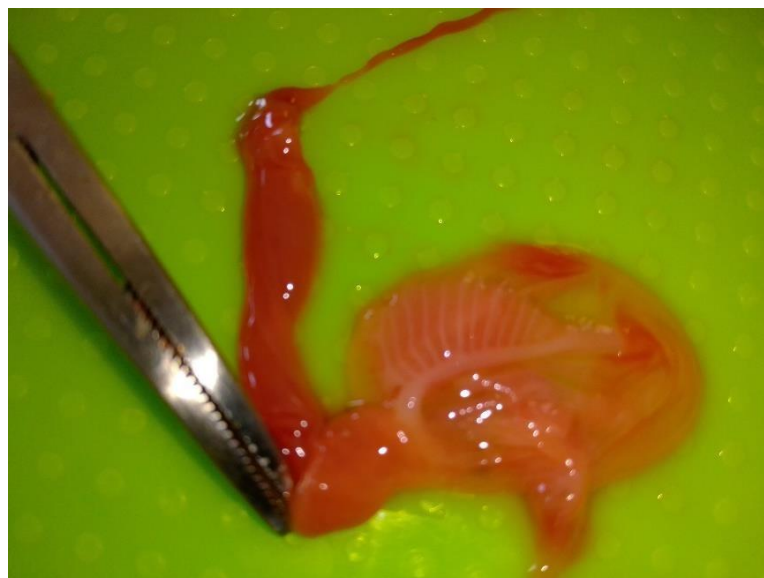


Figura 5. Descripción del desarrollo de los sacos glandulares.

4.5 Técnica e instrumentos

Las técnicas fueron descritas anteriormente.

- a) Se utilizó ficha de registro de datos; donde se tomó los datos del animal (Código de identificación, sexo y edad).

- b) Ficha de registro de la morfometría del estómago fetal de las alpacas según tercio de gestación (código de la muestra, sexo, edad, medidas del estómago fetal y sus compartimientos (C1, C2 y C3).

4.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el Software InfoStat v 2020-e. Se realizó una estadística descriptiva, luego el análisis de la varianza para las variables de respuesta largo y ancho del estómago fetal, cuyo modelo consideró efecto de edad gestacional, compartimientos estomacales y sexo del feto. Las diferencias de medias se analizaron mediante la prueba de Tukey. Se consideró la diferencia estadística cuando $P \leq 0.05$.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Largo y ancho del estómago según tercio de gestación

Los resultados se muestran en la Tabla 4. Se encontró mayor longitud ($P \leq 0.05$) del estómago del feto de alpaca en el último tercio de gestación ($P \leq 0.05$) en comparación al primer y segundo tercio. El ancho fue mayor ($P \leq 0.05$) en el último tercio de gestación, seguido del segundo y primer tercio de gestación. A medida que avanza la gestación el desarrollo del estómago fetal aumenta de tamaño.

Tabla 4. Promedio (\pm error estándar) del largo y ancho del estómago fetal del primer, segundo y tercer tercio de gestación de alpacas Huacaya.

Tercio de gestación	Edad (días)	n	Largo (mm)	Ancho (mm)
Primer	120	6	27.92 \pm 4.97 ^a	13.53 \pm 2.70 ^a
Segundo	240	6	45.42 \pm 4.97 ^b	25.03 \pm 2.70 ^b
Tercer	>240	6	63.73 \pm 4.97 ^c	37.57 \pm 2.70 ^c

Superíndices diferentes dentro de la columna expresan diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Los resultados de la longitud de los estómagos fetales de alpaca encontrados en el presente estudio son respaldados por Sonfada (15), quien menciona que a medida que transcurre el tiempo de gestación la longitud del estómago fetal del camello aumenta; además, observó que el estómago formaba parte de un voluminoso compartimento 1 (rumen), un compartimento 2 relativamente pequeño (retículo) y un compartimento 3 tubiforme (Abomaso). En otro estudio midieron el estómago fetal de alpaca mediante ultrasonografía en sus puntos más largos y anchos, encontrándose que el tamaño del estómago aumentó linealmente a medida que avanzaba la gestación (Ferrer et al) (16). En un estudio Melle (13), utilizó ultrasonido y tomografía computarizada para evaluar el desarrollo del

estómago fetal de alpaca, encontrando que con tomografía computarizada se observó mejor el estómago fetal; en el primer tercio no se observa claramente los compartimentos, mientras a partir del segundo tercio sí es posible observar los tres compartimentos, cuya diferenciación completa fue visible a los 103 días, concluyendo que el diámetro del estómago pareció aumentar linealmente con la edad gestacional.

5.2 Largo y ancho de los compartimientos del estómago fetal

Los resultados se muestran en la Tabla 5. La longitud del C3 ($P \leq 0.05$), es mayor que el C1 y C2. El ancho del C1 del estómago fetal de alpaca es mayor que el ancho del C2 y C3. Esto indica que hay diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$). El ancho entre el C2 y C3 son similares ($P > 0.05$).

Tabla 5. Promedio (\pm error estándar) del largo y ancho del compartimento 1 (C1), compartimento 2 (C2) y compartimento 3 (C3) del estómago fetal de alpacas Huacaya.

Compartimentos	n	Largo (mm)	Ancho (mm)
C1	6	48.63 \pm 4.05 ^a	42.68 \pm 2.70 ^b
C2	6	18.32 \pm 4.05 ^b	16.72 \pm 2.70 ^a
C3	6	70.12 \pm 4.05 ^c	16.73 \pm 2.70 ^a

Superíndices diferentes dentro de la columna expresan diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

La dimensión de los compartimentos del estómago fetal de alpaca se diferencian en compartimentos separados ocurriendo durante la gestación temprana (Melle) (13). Los tamaños de los compartimentos de estómago fetal de camellos son diferentes entre compartimentos (Sonfada) (15). A diferencia del estómago de los rumiantes, en la alpaca, los tres compartimentos mantienen las proporciones relativas del adulto (Castro *et al*) (9). A una edad adulta el estómago de la llama está compuesto por tres compartimentos, el proximal, es el más voluminoso; el intermedio en forma de riñón es el más pequeño; el distal es alargada y tubular (14).

5.3 Largo y ancho del estómago fetal según sexo

Los resultados se muestran en la Tabla 6. El largo y ancho del estómago fetal entre macho y hembra son similares, por tanto, no hay diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). Se interpreta que el estómago del macho con el estómago de la hembra no varía durante el desarrollo fetal.

Tabla 6. Promedio de medidas (\pm error estándar) del largo y ancho del estómago fetal según sexo de alpacas Huacaya.

Sexo	n	Largo (mm)	Ancho (mm)
Macho	9	47.31 \pm 4.06 ^a	27.52 \pm 2.21 ^a
Hembra	9	44.07 \pm 4.06 ^a	23.23 \pm 2.21 ^a

Superíndices diferentes dentro de la columna expresan diferencia estadística ($P \leq 0.05$).

Las estructuras anatómicas del estómago de alpaca entre macho y hembra no varían. La influencia del sexo sobre las estructuras anatómicas del estómago no es usual la descripción, posiblemente porque no afecta, a pesar que consideran dentro de los materiales animales según sexo, como es el caso donde utilizaron dos alpacas machos y cuatro hembras de 6 meses a 18 años para estudios anatómicos de estómago de alpaca (31). El estómago verdadero o abomaso en la alpaca está precedido por tres compartimentos, el primero representa el 83%, el segundo compartimento 4% y el último 8% de la capacidad total respectivamente, este último se confunde macroscópicamente con el abomaso (46). El estómago de los camélidos sudamericanos tiene múltiples cavidades. Sin embargo, sus compartimentos no son comparables a los de rumiantes (9).

5.4 Descripción del desarrollo de los sacos glandulares del estómago fetal

Los resultados que muestran en la Tabla 7, nos muestra que a medida que va desarrollando el estómago fetal de la alpaca la cantidad de surcos perpendiculares y la cantidad de celdillas aumentan. Dentro del saco ventral del estómago fetal de la alpaca, no presentó ninguna celdilla. La superficie interna del saco ventral fue lisa con presencia de mucosa en los tres tercios de gestación.

Tabla 7. Descripción del desarrollo de los sacos glandulares del primer compartimiento.

Tercio de gestación	n	Saco dorsal		Saco ventral
		Surcos Perpendiculares	Celdillas	
Primer tercio	2	12	6	En la cara interna del saco ventral se observa una superficie lisa con presencia de mucosa
Segundo tercio	2	12	8	
Tercer tercio	2	17	10	

Los surcos perpendiculares del saco dorsal del C1 se presentan y se mantienen hasta el segundo tercio con aumento de número en el último tercio de gestación, mientras las celdillas aumentan gradualmente conforme avanza la gestación. Probablemente tanto los surcos perpendiculares y las celdillas encontradas en el último tercio de gestación se mantengan en la edad adulta. Está evidenciado la existencia de los sacos glandulares; entre 55-85 días, se observó el estómago fetal de alpacas con los tres compartimentos y con sacos glandulares (9). Estos resultados tienen semejanza con los reportes de (47, 35), quienes mencionan que encontraron 17 surcos, separados por crestas que corren en dirección perpendicular al pilar, los cuales, a su vez, están divididos en su parte media por crestas que corren en dirección perpendicular al pilar de la panza y otras direcciones paralela, quedando así constituidas en estos surcos múltiples celdillas cuyo número es variable, de tres a diez en cada surco, según la longitud de este. El fondo de las celdillas presenta superficie irregular debido a pliegues de la mucosa y el orificio que mira hacia la cavidad esta estrechado por un repliegue membranoso, que se inserta en las crestas paralelas y perpendiculares, dejando en algunos casos un orificio irregularmente circular, a veces muy pequeño. La superficie de la mucosa del saco ventral, en donde no existen cedillas, es lisa y solamente cerca de la porción cardial esta surcado por pequeños pliegues que se dirigen hacia el esófago.

En un estudio realizado por Vallenas y Steven menciona que el estómago en una alpaca adulta tiene tres compartimentos (C1, C2, C3); en el primer compartimiento C1 se divide en 2 (compartimiento 1 ventral y compartimiento 1 dorsal), en la porción ventral presenta un surco transversal, tiene una superficie con presencia de pocas saculaciones, en la porción dorsal presenta mayor cantidad de las áreas saculadas o bolsas glandulares. (19)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Durante el desarrollo el tamaño (largo y ancho) de los compartimientos del estómago fetal aumenta gradualmente según avanza la edad gestacional, siendo el tercer compartimiento el de mayor longitud y el primer compartimiento el de mayor ancho.
- El sexo del feto no influyó en el tamaño estomacal fetal de alpacas Huacaya, siendo el tamaño del estómago fetal de la hembra similar al del macho.
- En el saco glandular dorsal del compartimiento 1, el desarrollo de los surcos perpendiculares y las celdillas varían gradualmente en cantidad según el tercio de gestación, observándose que en el último tercio los surcos y celdillas son en mayor número llegando a completar su desarrollo en alpacas Huacaya.

6.2 Recomendaciones

- Realizar más investigaciones morfométricas del estómago fetal considerando más variables de medidas y en mayores intervalos de tiempo de gestación en alpacas y otros camélidos.
- Hacer estudios sobre la morfoanatomía del interior y exterior del estómago fetal de alpacas.
- Implementar estudios histológicos en estómago embrionario y fetal de alpacas y otros camélidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática. IV Censo Nacional Agropecuario IV CENAGRO. 2012. 30 p.
2. Montoya A, Montoya L. Nutrición y alimentación de los camélidos sudamericanos: 2010;2:72–99.
3. Florez J. Características fisiológicas y productivas de los camélidos sudamericanos. Universidad de Chile. 1973.
4. Contreras Flores S. Potencial productivo y comercial de la alpaca, Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2019; 17 p.
5. Vallenas A. Nuevos recursos alimenticios de los camélidos sudamericanos. 1971;13.
6. Bryant, San Martín. Características morfológicas del estómago de los camélidos. 1987;12.
7. Correa Alarcón F. Estudio del desarrollo de los estómagos de los rumiantes. Fisiol Dig y manejo del Aliment Fac Med Vet Univ Granma, Santiago Cuba. 2006;1–9.
8. San Martín F, Carcelén F, Novoa C, Arbaiza T HD. Efecto de la Nutrición en el último tercio de gestación en Alpacas. 1993;6.
9. Castro A, Díaz M, Mendoza G, Llerena Zavala C. Morphology of alpaca (*Vicugna pacos*) embryos in the first third of pregnancy. *Reprod Domest Anim*. 2018;53:655–66.
10. Ashley K, Montoya M. Estudio descriptivo del desarrollo fetal del riñón de la alpaca (*Vicugna pacos* Univ Peru Cayetano Hered. 2017;20.
11. Vilá B, Arzamendia Y. South American Camelids: their values and contributions to people. *Sustain Sci*. 2020;(0123456789).
12. Hyttel, P., Sinowatz, F. and Vejlsted M. Essentials of domestic animal embryology. 2010;40.
13. Melle L, Sciences A. Observation of Fetal Development in Alpacas At Specific Gestational Ages Using Ultrasound, Fetal Dissection , and Computer Aided Tomography Techniques. 2011;(May):1–2.
14. Horacio Alzola R, Daniel Gezzy M. Topografía y morfología del estómago de la llama (*Lama glama*). *Int J Morphol*. 2004;22:155–64.



15. Sonfada OB. Gross Embryonic Differentiation of the Stomach of the One Humped Camel (*Camelus dromedarius*). *Anat Physiol*. 2013;04(01):63–5.
16. Ferrer MS, Jones M, Anderson DE, Larson R. Ultrasonographic parameters of fetal well-being and development in alpacas. *Theriogenology*. 2013;79(9):1236–46.
17. Raggi L, Ferrando G. Avances en fisiología y adaptación de Camélidos sudamericanos. Vol. 13, Avances en Ciencias Veterinarias. 1998. p. 3–15.
18. Roa I, Meruane M. Digestive System Development. *Int J Morphol*. 2012;30(4):1285–94.
19. Vallenás A, Steven J. Características del proceso digestivo en camélidos sudamericanos. 1971;04.
20. Anj Anjarí L, Campo. Antecedentes sobre el desarrollo de la gestación en llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Lama pacos*). 2020;56–8.
21. Medvetsite. Estómago de los rumiantes. 2020;4.
22. Vaquedano E, Sistema respiratorio en bovino, cavidad oral y faringe. 2017
23. Nolasco Luyo PC. Trabajo Académico para optar el título de Especialista en Ginecología y Obstetricia. Univ Peru Cayetano Hered [Internet]. 2019
24. Chaveau F, Arloing A, Lesbre S. *Traité d'Anatomie Comparée des Animaux Domestiques*. 1903;5:631–3.
25. Gingins M, Garcia T. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes. *Sitio Argentino Prod Anim*. 1969;4.
26. Ansari P, Introducción al sistema digestivo del rumiante (ano y recto) [internet], Manual MSD; 2020
27. Atenodoro R, Ruiz J. *Biología del aparato digestivo*. 2019;8.
28. Alzola, R; Ghezzi, M. Topografía y morfología del estómago de llama (*Lama glama*). 2004;155–64.
29. Vallenás A, Cummings J, Munell. A gross study of the compartmentalised stomach of the new-world camelids, the llama and guanaco. *J. Morphology*., 1971;399–424.
30. Alzola Ricardo Horacio, Ghezzi Marcelo Daniel, Gimeno Eduardo Juan, Lupidio María Cristina, Castro Alejandra Nelly RJA. Topography and Morphology of the llama (*Lama glama*) Stomach. 2004;2:155–64.



31. Vater AL, Zandt E, Maierl J. The topographic and systematic anatomy of the alpaca stomach. *Anat Rec.* 2021;(July 2020):1–15.
32. Samaniego L. Características del proceso digestivo en camélidos sudamericanos. 1990;31.
33. Cumming J, Munnell J, Vallenas A. The mucigenous glandular mucosa in the complex stomach of two New World Camelids, the llama and guanaco. 1972;71–110.
34. Vega E. Aspectos histológicos del aparato digestivo de la alpaca Facultad de Medicina Veterinaria,. 2005;494–5.
35. Gallota. Partes del estómago de los camélidos sudamericanos. 2001;33.
36. Huanca T. Manual del alpaquero. 1996;3:31.
37. Julian A, Bartolome. Endocrinología y fisiología de la gestación y el parto en el bovino. *Sitio Argentino Prod Anim.* 2009;1–5.
38. Fisiología AY, Anatomía y fisiología del aparato digestivo. *Soc catalan Dig.* 2017;3(4):4–4.
39. Tobar J, Gingins M. Anatomía y Fisiología del aparato digestivo de un ovino. *Vet UBA.* 2014;1–4
40. Gazitúa J, Corradini P, Parraguez, Ferrando G, Raggi L. Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science.* 2001;81–92.
41. Martin Alonso MJ, Cal - Pereyra LG, Fernandez Caso M, Gonzales Montaña Jr. Anatomy Physiology, manipulation and veterinary applications of the reticular groove Review. *rev mex Ciencias Peru.* 2019;10(3):729-55
42. Smok C, Roa I, Rojas M. Desarrollo fetal en mamíferos. 2014;139–45.
43. Hernández Sampieri, R. Metodología de la Investigación. 1998; 2
44. Carrasco Dias S. Metodología de la investigación científica. 2017. 41–45 p.
45. Bravo. Metodología de la investigación. 2002.
46. Sato A, Montoya L. Anatomía macroscópica del aparato digestivo de la alpaca (*Lama pacos*). CI Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Perú. 1989;6–19.



47. Eerdunchaolu, K. Takehana AK. Caracterización morfológica de las células glandulares del saco glandular en el estómago complejo del camello bactriano, *camelus bactrianus*. 2001.



ANEXOS



Tabla 8. Análisis de la Varianza Variable largo (sc tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	12918.33	9	1614.79	16.44	0.0002
Gestación	3849.17	2	1924.58	19.24	0.0005
Comp	8127.75	2	4063.87	41.38	<0.0001
Peso	7.98	1	7.98	0.06	0.8187
estac*Comp	941.41	4	235.35	2.4	0.1271
Error	883.85	8	98.21		
Total	13802.18	17			

Tabla 9. Comparación de medias del estómago fetal según tercio de gestación (Test de Tukey)

Gestac	Medias	n	E.E.	
1T	27.92	6	4.97	A
2T	45.42	6	4.97	B
3T	63.73	6	4.97	C

Tabla 10. Comparación de las medias del estómago fetal según compartimiento (Test: Tukey)

Comp	Medias	n	E.E.	
II	18.32	6	4.05	A
I	48.63	6	4.05	B
III	70.12	6	4.05	C

Tabla 11. Comparación de las medias de la variable sexo (Test: Tukey)

Sexo	Medias	n	E.E.	
M	47.31	9	4.06	A
H	44.07	9	4.06	A

Tabla 12. Análisis de la varianza de la variable Ancho (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	4580.59	5	916.12	20.92	<0.0001
Gestac	1733.87	2	866.94	19.79	0.0002
Sexo	151.38	1	151.38	3.46	0.0877
Comp	2695.34	2	1347.67	30.77	<0.0001
Error	525.58	12	43.8		
Total	5106.17	17			

Tabla 13. Comparación de las medias del estómago fetal según tercio de gestación (Test de Tukey)

Gestac	Medias	n	E.E.	
1T	13.53	6	2.70	A
2T	25.03	6	2.70	B
3T	37.57	6	2.70	C

Tabla 14. Comparación de las medias del estómago fetal según compartimiento (Test de Tukey)

Comp	Medias	n	E.E.	
II	16.72	6	2.70	A
III	16.73	6	2.70	A
I	42.68	6	2.70	B

Tabla 15. Comparación de las medias de la variable sexo (Test de Tukey)

Sexo	Medias	n	E.E.	
M	27.52	9	2.21	A
H	23.23	9	2.21	A

Estudio de la morfoanatomía del estómago fetal en alpaca Huacaya (<i>Vicugna pacos</i>)						
FICHA DE REGISTRO DE DATOS N°.....						
ESTÓMAGO FETAL DEL PRIMER TERCIO DE GESTACIÓN						
Código de identificación	Sexo	Diámetro biparietal (DBP)	Edad (días)	Medidas		
				Largo	Ancho	Sacos glandulares
				Primer compartimiento		
				Segundo compartimiento		
				Tercer compartimiento		

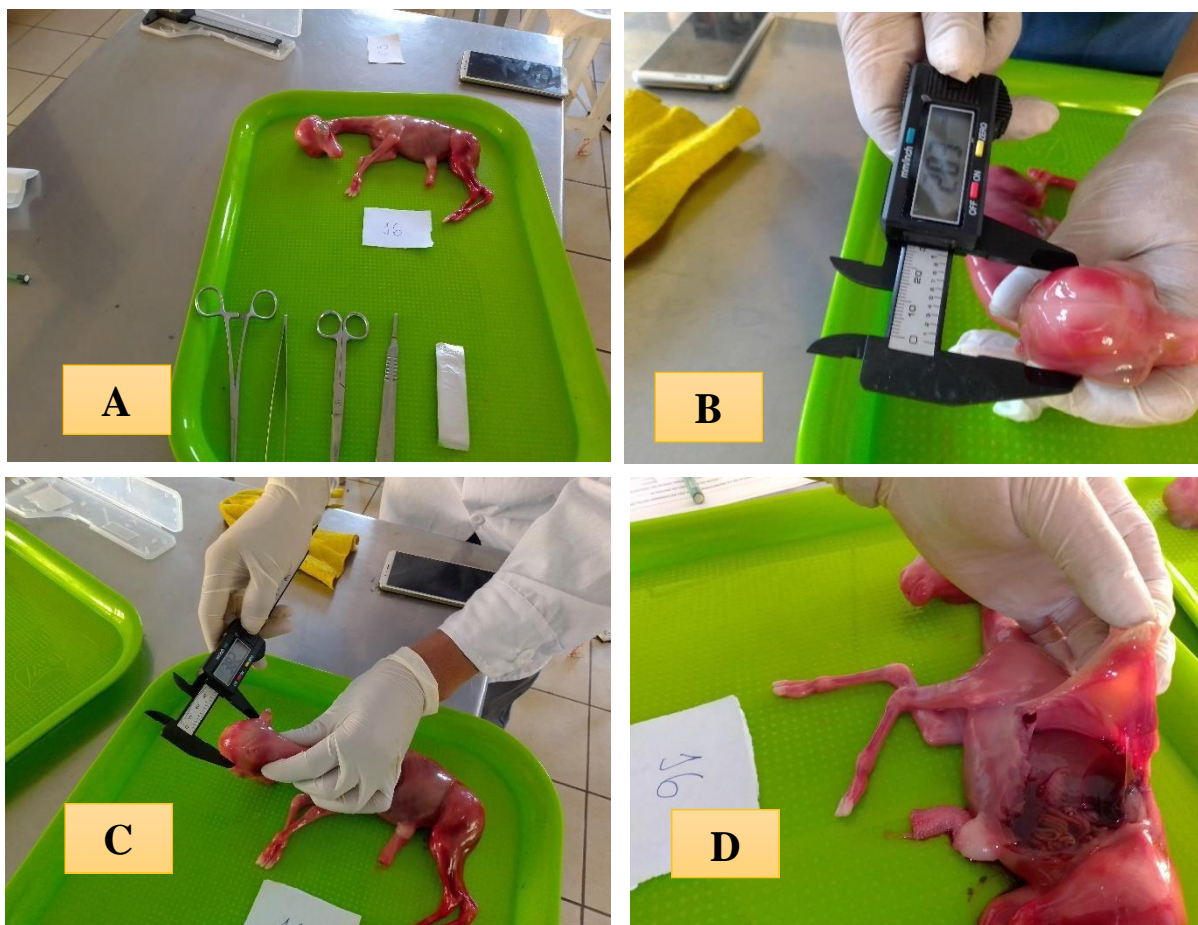


Figura 6. Muestra la medición del diámetro biparietal y la extracción del estómago fetal (primer tercio de gestación). **A.** Feto del primer tercio de gestación. **B y C.** Medición del diámetro biparietal del feto. **D.** apertura del abdomen para la extracción del estómago.

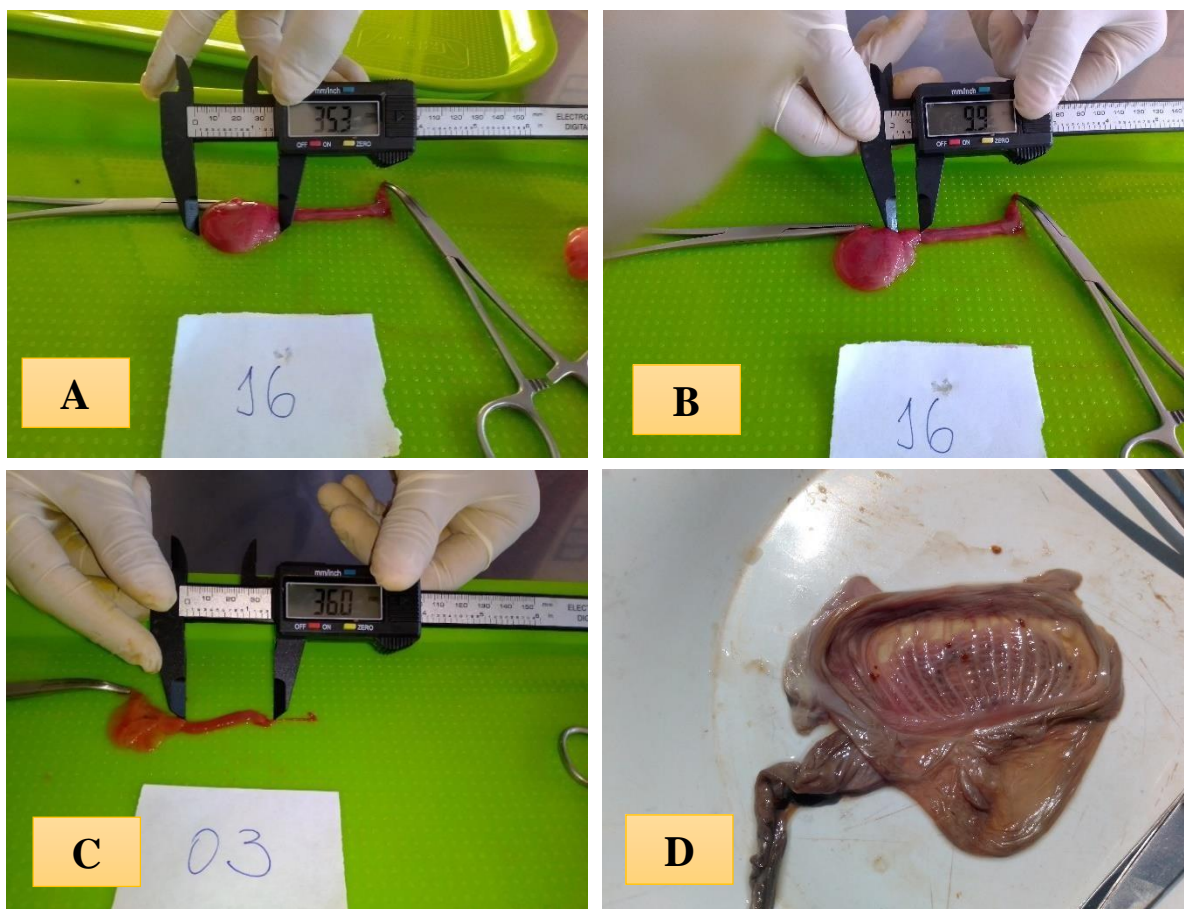


Figura 7. Muestra la medición del estómago fetal de la alpaca). **A.** Largo del primer compartimiento. **B.** largo del segundo compartimiento. **C.** Largo del tercer compartimiento. **D.** Surcos perpendiculares y celdillas del saco dorsal del estómago del segundo tercio.