

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de *Vicugna pacos* “alpaca” en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes

Para optar el título profesional de:

BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: BIOTECNOLOGÍA

PRESENTADO POR:

Bach. Yanet Rosmery TENORIO BAUTISTA

ASESOR:

Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA

COASESORES:

Mg. Sonia Haydeé PALOMINO FELICES

Mg. Mijaíl CONTRERAS HUAMANÍ

AYACUCHO - PERÚ

2025

Con todo mi amor y cariño a mis queridos padres, Lourdes Bautista y José Luis Tenorio, a mis hermanos David y Valeria por su apoyo incondicional que ha sido fundamental para alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater*, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología, por brindarme una sólida formación académica, científica y profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Biología, en particular, a los docentes de la Especialidad de Biotecnología, quienes con sus conocimientos y dedicación contribuyeron de manera invaluable en mi consolidación como futura Bióloga.

A mi asesor, Dr. Fidel Rodolfo Mujica Lengua, por su apoyo, paciencia, valiosa orientación y sabios consejos, que me ha permitido culminar satisfactoriamente el presente trabajo de investigación.

A mis coasesores, Mg. Sonia Haydee Palomino Felices y Mg. Mijaíl Contreras Huamaní por su apoyo y orientaciones oportunas.

Al Mg. Reynán Cóndor Alarcón, por su paciencia para enseñar y valioso apoyo en el análisis e interpretación estadística.

A mis padres, hermanos y toda mi familia; por ser mi pilar fundamental, por creer y confiar en mí, por sus consejos, su amor, por enseñarme a salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	4
2.2. Marco conceptual	5
2.2.1. Camélidos sudamericanos	5
2.2.2. La alpaca	5
2.2.3. Clasificación taxonómica	5
2.2.4. Características reproductivas	6
2.2.5. Nutrición y digestión	6
2.2.6. Anatomía y fisiología de los compartimentos del estómago	6
2.2.7. Desarrollo morfológico del estómago fetal	8
2.2.8. Enzimas coagulantes gástricas	9
2.2.9. Coagulación de la leche y producción de quesos	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Ubicación de la zona de estudio	11
3.2. Población y muestra	11
3.2.1. Población	11
3.2.2. Muestra	11
3.2.3. Tipo de muestreo	11
3.3. Metodología experimental	12
3.3.1. Determinación de las dimensiones de los compartimentos del estómago	12
3.3.2. Obtención del extracto enzimático crudo del tejido estomacal	14
3.3.3. Determinación de la concentración de proteínas totales	15
3.3.4. Evaluación de la fuerza de cuajo	16
3.3.5. Determinación de actividad proteolítica	17
3.3.6. Determinación de actividad lipolítica	18
3.3.7. Diseño estadístico	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	36

VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Promedio de las dimensiones ($\pm$ error estándar) de los compartimentos I, II y III del estómago fetal de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación, Ayacucho 2024.	21
Tabla 2. Promedio de las dimensiones ($\pm$ error estándar) de los compartimentos I, II y III del estómago de crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”, Ayacucho 2024.	23
Tabla 3. Concentración de proteínas totales (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.	25
Tabla 4. Fuerza de cuajo (US) (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.	28
Tabla 5. Actividad proteolítica (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.	30
Tabla 6. Actividad lipolítica (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Estómago de feto del último tercio de gestación de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. CI: Compartimento I; CII: Compartimento II; CIII: Compartimento III.	8
Figura 2.	Medición del diámetro biparietal (DBP) para estimar la edad gestacional del feto.	12
Figura 3.	Obtención del estómago de fetos del último tercio de gestación.	13
Figura 4.	Medición del compartimento II del estómago fetal de alpaca del último tercio de gestación.	14
Figura 5.	Promedio de las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago fetal de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$). Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos ($p < 0,05$), Ayacucho 2024.	22
Figura 6.	Promedio de las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$). Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos ($P < 0,05$), Ayacucho 2024.	24
Figura 7.	Concentración de proteínas totales del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	26
Figura 8.	Concentración de proteínas totales del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($\alpha=0.05$).	27
Figura 9.	Determinación del tiempo de coagulación del Extracto Enzimático Crudo (EEC). (A) Tiempo de coagulación del EEC de fetos del último tercio de gestación de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. (B) Tiempo de coagulación del EEC de crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. B: Blanco, CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III, Ayacucho 2024.	29
Figura 10.	Actividad proteolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna</i>	

	<i>pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	31
Figura 11.	Actividad proteolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($p < 0,05$).	32
Figura 12.	Actividad lipolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).	34
Figura 13.	Actividad lipolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($p < 0,05$).	35

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1.	Vista panorámica del Camal Municipal de Huancavelica, lugar donde se obtuvo fetos de alpaca, 2024.	50
Anexo 2.	Recolección de muestras <i>post mortem</i> . (A) Feto del último tercio de gestación de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del Camal Municipal de Huancavelica. (B) Cría lactante de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del Centro Poblado de Choccoro, Ayacucho, 2024.	51
Anexo 3.	Medición del diámetro biparietal (DBP) para estimar la edad gestacional del feto, 2024.	52
Anexo 4.	Vista completa de los compartimentos I, II y III del estómago. (A) Estómago de feto del último tercio de gestación de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. (B) Estómago de cría lactante de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”, 2024.	53
Anexo 5.	Medición de las dimensiones (A) largo (mm), (B) ancho (mm) y (C) peso (g) de los compartimentos I (CI), compartimento II (CII) y compartimento (CIII) del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactante de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”, 2024.	54
Anexo 6.	Estómago de cría lactante de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. (A) Vista completa del estómago. CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III, 2024.	55
Anexo 7.	Flujograma de mediciones morfométricas del estómago.	56
Anexo 8.	Flujograma de la obtención del extracto enzimático crudo del estómago de feto del último tercio de gestación y cría lactante de alpaca, 2024.	57
Anexo 9.	Flujograma de cuantificación de proteínas por el método Bradford, 2024.	58
Anexo 10.	Flujograma de la determinación de fuerza de cuajo, 2024.	59
Anexo 11.	Flujograma de la determinación de actividad proteolítica, 2024.	60
Anexo 12.	Flujograma de la determinación de actividad lipolítica, 2024.	61
Anexo 13.	Ficha de determinaciones morfométricas del estómago de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” en fetos del último tercio de gestación, 2024.	62
Anexo 14.	Ficha de determinaciones morfométricas del estómago de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” en crías lactantes, 2024.	63
Anexo 15.	Matriz de consistencia.	64

RESUMEN

El uso del cuajo de alpaca para elaborar quesos tradicionales con leche de vaca en las comunidades alpaqueras altoandinas es una práctica extendida desde hace varios siglos y se refiere al empleo del estómago completo de fetos o crías lactantes, a diferencia del cuajo bovino, donde se emplea exclusivamente el cuarto compartimento o abomaso. El objetivo fue determinar la morfometría y caracterizar bioquímicamente los tres compartimentos del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho. Se recolectaron un total de 52 estómagos, de los cuales 22 pertenecían a fetos y 30 a crías lactantes *post mortem* de 1 a 30 días de edad, del Camal Municipal de Huancavelica y del Centro Poblado de Choccoro, Ayacucho, respectivamente. En el laboratorio se realizó la medición del largo, ancho y peso del estómago, luego se obtuvo el Extracto Enzimático Crudo (EEC) a partir de 2,5 g de tejido gástrico triturado de cada compartimento para realizar la determinación de concentración de proteína, fuerza de cuajo, actividad proteolítica y lipolítica del compartimento I (CI), compartimento II (CII) y compartimento III (CIII) del estómago. De acuerdo con los resultados, las dimensiones de los tres compartimentos del estómago de crías lactantes fueron mayores que en los fetos, siendo el CIII el de mayor longitud con 23,81 cm y el CI el de mayor ancho y peso con 7,96 cm y 20,91 g, respectivamente. En promedio, el contenido de proteína en el EEC fue superior en crías lactantes con 32,90 µg/ml, mientras que en los fetos se registró un valor de 28,90 µg/ml. Por otro lado, el EEC de fetos tiene mayor fuerza de cuajo 1:11770 unidades soxhlet (US), en comparación con las crías lactantes 1:7867 unidades soxhlet (US). La actividad proteolítica del EEC fue superior en crías lactantes con 8,21 µM/ml, frente a los 5,73 µM/ml en fetos. De igual modo, la actividad lipolítica del EEC fue mayor en crías lactantes con 7,98 µM/ml, superando los 6,77 µM/ml en fetos. Se concluye que las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago aumentan gradualmente según la edad. La actividad coagulante se da en los tres compartimentos del estómago, siendo mayor la fuerza de cuajo en el estómago de fetos del último tercio de gestación, mostrando un aumento progresivo desde el CI hasta el CIII, es decir, la mayor actividad coagulante se concentra en el CIII, en comparación con las crías lactantes. Sin embargo, el EEC de crías lactantes tiene mayor actividad proteolítica y lipolítica.

Palabras clave: *Vicugna pacos*, estómago, morfometría, enzimas coagulantes, fuerza de cuajo, actividad proteolítica y lipolítica.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de *Vicugna pacos* “alpaca”, uno de los camélidos sudamericanos (CSA) domésticos, es de gran importancia socioeconómica para las comunidades altoandinas de nuestro país. La alpaca es valorada principalmente por su fibra de alta calidad, su carne nutritiva y saludable, así como por su sostenibilidad y su valor cultural en las comunidades andinas (Larico, 2019). Adicionalmente, también se aprovecha el cuajo de alpaca, que consiste en el empleo del estómago completo para coagular la leche y elaborar quesos tradicionales.

El estómago de la alpaca está compuesto por tres compartimentos, es altamente eficiente en comparación con los rumiantes, tienen una capacidad para consumir alimentos de baja calidad, está adaptado para mantener el alimento durante un mayor tiempo en su sistema digestivo, mayor frecuencia de contracciones estomacales y ciclos de rumia, lo que optimiza el proceso de digestión al permitir una mejor mezcla del contenido gástrico. Estas adaptaciones contribuyen a una mayor eficiencia digestiva en estos animales (San Martín & Bryant, 1989; Sponheimer et al., 2003). Estas características anatómicas y fisiológicas particulares, no están descritas en profundidad. Aunque en alpacas adultas hay más información sobre la anatomía del estómago, se sabe poco sobre su funcionamiento en etapas tempranas de la vida. Estas fases son cruciales para el desarrollo fisiológico de los neonatos, ya que el sistema digestivo experimenta cambios significativos para adaptarse a la digestión de nutrientes y eventualmente, a la transición hacia una dieta sólida. Además, la formación de los compartimentos estomacales en la etapa fetal de las alpacas aún no está descrita de manera exhaustiva (Flores, 2022).

Por lo tanto, resulta fundamental realizar la caracterización morfofuncional de los compartimentos del estómago de la alpaca y verificar si, en efecto, los tres compartimentos son funcionalmente análogos al abomaso o cuarta cavidad de los rumiantes; hecho que permitirá explicar por qué se utiliza como cuajo el estómago completo de alpaca y no solamente la cuarta cavidad o abomaso como ocurre con el cuajo bovino. Estos hallazgos servirán como base para futuras investigaciones, por lo que el presente estudio tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la morfometría y caracterizar bioquímicamente los compartimentos del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca.

Objetivos específicos

1. Determinar las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca.
2. Determinar la concentración de proteínas totales en el Extracto Enzimático Crudo (EEC) obtenidos de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca.
3. Evaluar la fuerza de cuajo del EEC obtenidos de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca.
4. Determinar la actividad proteolítica y lipolítica del EEC de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca.
5. Comparar los resultados de morfometría y caracterización bioquímica, a fin de establecer el compartimento donde se concentra la actividad coagulante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Existen pocos estudios sobre la morfometría y bioquímica del estómago de fetos y crías lactantes de *Vicugna pacos* “alpaca”. Investigar estos aspectos es fundamental para entender los cambios estructurales y funcionales que ocurren en sus compartimentos gástricos durante las primeras etapas de vida.

Bello et al. (2013), realizó un estudio sobre la diferenciación macroscópica embrionaria del estómago de 35 fetos de *Camelus dromedarius* “camello” recolectados del matadero, describe los cambios morfológicos en el desarrollo del estómago a lo largo de diferentes etapas de gestación, utilizando un diseño experimental que permitió clasificar los fetos en tres trimestres gestacionales. Los resultados indicaron que, durante el primer trimestre, los compartimentos del estómago de los camellos presentan una estructura simple, el compartimento I es grande y liso, compartimento II es pequeño con forma de frijol y compartimento III es tubular; mientras que en el segundo y último trimestre gestacional estos compartimentos se vuelven más complejos. En cuanto a las dimensiones del estómago fetal de camellos, la longitud de los compartimentos en el último trimestre de gestación fue de $20,75 \pm 1,33$ cm en el compartimento I; $6,93 \pm 0,27$ cm compartimento II y $25,75 \pm 0,37$ cm compartimento III. En ancho fue de $11,50 \pm 1,00$ cm compartimento I; $4,05 \pm 0,20$ cm compartimento II; $4,25 \pm 0,30$ cm compartimento III.

En otra investigación, se desarrolló una base de datos de parámetros fetales y maternos en alpacas preñadas desde los 120 días hasta el término de gestación. Se llevaron a cabo mediciones en diez gestaciones de alpaca utilizando ecografía

transabdominal, evaluando diversos indicadores de crecimiento fetal, entre ellos el desarrollo progresivo en el tamaño del estómago fetal. El estómago se midió en su mayor longitud y ancho, calculándose el promedio de ambas mediciones. Los resultados indicaron que el tamaño del estómago aumentó linealmente a medida que avanzaba la gestación (Ferrer et al., 2013).

Boudjenah et al. (2017), evaluó la afinidad de los extractos enzimáticos gástricos obtenidos del abomaso (compartimento III) del estómago de dromedarios adultos para coagular leche de vaca. El diseño del estudio fue experimental, en el que se realizaron pruebas de coagulación y actividad proteolítica, utilizando diferentes preparaciones enzimáticas para evaluar la interacción enzimática con el sustrato. Los resultados mostraron que la actividad de coagulación fue más alta para los Extractos Coagulantes de Dromedario (DCE) adulto en comparación con las otras preparaciones enzimáticas. El DCE mostró una actividad proteolítica de $0,84 \pm 0,015$ y la concentración de proteína del extracto enzimático fue de 1,44 g/l.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Flores (2022), en su trabajo de investigación realizó un estudio de la morfoanatomía en el desarrollo del estómago fetal de alpaca Huacaya (*Vicugna pacos*), distribuidos en tres grupos según edad gestacional y compartimentos del estómago. Con un diseño observacional descriptivo, se recolectaron seis muestras de fetos obtenidos de camales. Utilizando técnicas de disección y mediciones morfométricas se analizaron las dimensiones de largo, ancho de los tres compartimentos del estómago (CI, CII y CIII). Los resultados mostraron el desarrollo progresivo de los tres compartimentos del estómago fetal de alpaca, a medida que avanzaba la gestación, las dimensiones de largo y ancho del estómago aumentan significativamente siendo mayor en el último tercio gestacional. En particular se observó que entre compartimentos del estómago hubo diferencia en largo y ancho, siendo el compartimiento III (CIII) el de mayor longitud que el de los otros dos compartimentos, mientras que el ancho del compartimiento I (CI) fue mayor.

Mujica & Hernández (2023), por otro lado, evaluaron la actividad coagulante del extracto enzimático obtenido del compartimento III (CIII) del estómago de alpacas en comparación con otros coagulantes tradicionales. El diseño del estudio fue experimental, utilizando un enfoque comparativo para analizar la eficacia del extracto enzimático. Se utilizaron muestras del CIII del estómago de alpacas

obtenidas *post mortem*, de las cuales se extrajo el contenido enzimático, el experimento se realizó utilizando leche bovina fresca, sobre la cual se aplicaron diferentes concentraciones de extracto enzimático crudo para observar su tiempo de coagulación. Los resultados mostraron que el extracto enzimático del CIII de alpaca contiene 29,80 a 52,91 mg/ml de proteína y presenta una actividad coagulante significativa, comparable a la de los coagulantes comerciales, obteniendo un tiempo de coagulación de 23 min y la mejor actividad proteolítica se registró a pH 5,5 lo que sugiere su potencial uso en la industria láctea especialmente en la producción de quesos como alternativa a otros coagulantes comerciales.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Camélidos sudamericanos

Los CSA incluyen dos especies silvestres, *Lama guanicoe* “guanaco” y *Vicugna vicugna* “vicuña”, y dos especies domésticas, *Lama glama* “llama” y *Vicugna pacos* “alpaca” (Kadwell et al., 2001; Wheeler, 1995).

2.2.2. La alpaca

Vicugna pacos “alpaca” es una especie de mamífero artiodáctilo doméstico que descende de la vicuña, según estudios genéticos (Kadwell et al., 2001). Presenta particularidades anatómicas y fisiológicas que posiblemente estén relacionadas a su adaptación a las condiciones de baja disponibilidad de oxígeno y escasez de forrajes en su hábitat altoandino (Pinto et al., 2010).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Reino : Animalia
Filo : Chordata
Clase : Mammalia
Orden : Artiodactyla
Suborden : Tylopoda
Familia : Camelidae
Tribu : Lamini
Género : *Vicugna*
Especie : *Vicugna pacos*
(Linnaeus, 1758)

2.2.4. Características reproductivas

Los CSA son especies con una fisiología reproductiva particular. Las hembras presentan una ovulación inducida, entre 24 y 36 horas después de aparearse con el macho, es decir, el estímulo físico de la copula permite iniciar el proceso de ovulación (San-Martin et al., 1968). Sin embargo, un estudio en el plasma seminal de alpacas ha demostrado la presencia de un potente Factor Inductor de Ovulación (OIF), que eleva las concentraciones circulantes de la hormona luteinizante (LH) provocando una respuesta ovulatoria y luteotrópica (Adams et al., 2005).

Los machos de alpaca alcanzan la edad reproductiva desde los 3 hasta los 7 años, mientras que las hembras son fértiles de los 2 hasta los 10 años. En cuanto al periodo de empadre, las hembras pueden quedar preñadas en cualquier época del año; sin embargo, esto ocurre con más frecuencia entre diciembre a marzo, debido a la mayor disponibilidad de alimentos y las temperaturas más altas. Estas condiciones permiten que las hembras muestren signos de celo y estén mejor preparadas para la gestación. La conducta de celo en las hembras es evidente en presencia de un macho. Si la hebra está en celo, permitirá la monta, que puede durar entre 30 y 50 minutos. Este evento se caracteriza por la emisión constante de un sonido gutural del macho mientras está montando a la hembra receptiva, si la hembra no está en celo, reaccionará pateando o escupiendo al macho (Sepúlveda, 2011).

2.2.5. Nutrición y digestión

En el altiplano andino, los camélidos sudamericanos se alimentan de pastos naturales que crecen a esa altitud. Su alta eficiencia digestiva con forrajes de baja calidad se debe a un mayor tiempo de retención en el tracto digestivo. Aunque su digestión gástrica es similar a la digestión de los rumiantes ya que regurgitan y vuelven a masticar el forraje que ingieren, los CSA son más eficientes que los rumiantes en la extracción de proteínas y energía de los forrajes de baja calidad (San Martin & Bryant, 1989; Sponheimer et al., 2003; Fowler, 2008).

2.2.6. Anatomía y fisiología de los compartimentos del estómago

El sistema digestivo posee un estómago dividido por tres compartimentos distintos denominados compartimento I (CI), compartimento II (CII) y compartimento III (CIII), cada uno con distintas áreas glandulares que cumplen funciones

específicas para la fermentación y digestión de forrajes. Esta organización anatómica y funcional les permite adaptarse a ecosistemas áridos con baja disponibilidad de alimentos.

Compartimento I

El compartimento I es el más grande, representa el 83% del contenido total del estómago, está dividido por un pliegue muscular transversal en una porción craneal y otra porción caudal. Las regiones ventrales del CI y CII están revestidas por áreas de sacos glandulares, situadas entre crestas musculares en forma de costilla, siendo especialmente prominente en la región caudal del CI (Engelhardt et al., 2007)

Compartimento II

El compartimento II es el más pequeño representa el 6% del contenido total del estómago, tiene forma reniforme, las paredes contienen bolsas glandulares, compartimento que se caracteriza por presentar externamente una superficie lisa (sin saculaciones). Su función principal es actuar como cámara de mezcla y filtrado antes de ser enviado al CIII. Los compartimentos CI y CII están implicados en los procesos de fermentación microbiana de la celulosa y otros carbohidratos complejos, permitiendo la descomposición y aprovechamiento de los vegetales fibrosos (Del Valle et al., 2008; Fowler, 2008).

Compartimento III

El compartimento III es de forma tubular en “J” y alargada, contiene el 11% del contenido total del estómago, las paredes están recubiertas por un epitelio de glándulas gástricas, se produce la secreción de ácido clorhídrico (HCl), glándulas pilóricas y enzimas necesarias para la hidrólisis de proteínas (Luciano et al., 1980). Además, tiene una capacidad significativa para la absorción del 70% de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), el 60% del sodio y el 30% de agua que ocurre en la última sección tubular del CIII (Engelhardt et al., 1979).

El estómago de los camélidos difiere en varios aspectos de su anatomía con los rumiantes. Estas variaciones indican que el proceso fisiológico de la digestión también podría ser distinto en ambos, y que la capacidad de rumiar ha sido adquirida de manera independiente uno del otro. Las diferencias en la estructura y función de los compartimentos estomacales sugieren un proceso evolutivo distinto, que ha optimizado la digestión en los camélidos para adaptarse a las

condiciones ambientales en las que habitan (Bohlken, 1960; Vallenás et al., 1971).

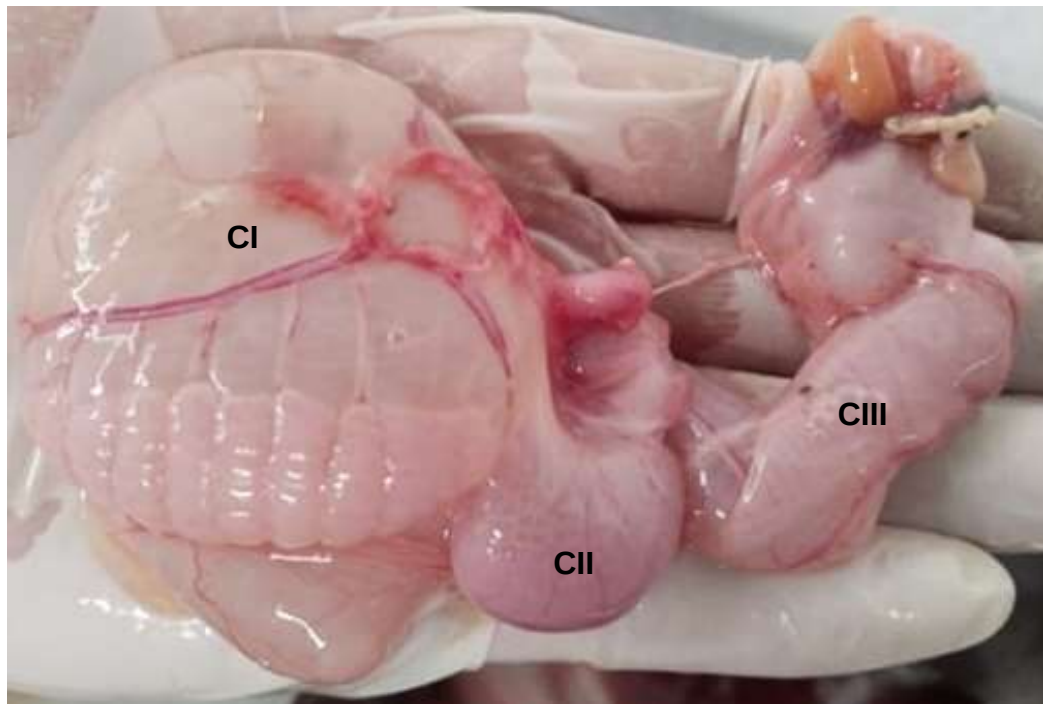


Figura 1. Estómago de feto del último tercio de gestación de *Vicugna pacos* "alpaca". CI: Compartimento I; CII: Compartimento II; CIII: Compartimento III.

2.2.7. Desarrollo morfológico del estómago fetal

Durante el primer tercio no se distingue claramente la formación de los compartimentos estomacales. A partir del segundo tercio de gestación, sí es posible identificar los tres compartimentos, hasta que su diferenciación completa es visible aproximadamente a los 103 días, lo que sugiere que el diámetro del estómago fetal aumenta linealmente en relación con la edad gestacional (Melle, 2011). Durante el desarrollo fetal, las alpacas muestran un crecimiento acelerado a partir del séptimo mes de gestación, alrededor de los 210 días, alcanzando aproximadamente en este periodo el 70% del peso final al nacer (San-Martin et al., 1968).

Durante el desarrollo el largo y ancho de los compartimientos del estómago fetal aumenta en tamaño gradualmente según avanza la edad gestacional, siendo el tercer compartimento el de mayor longitud y el primer compartimento el de mayor ancho. En el saco glandular dorsal del compartimento I, 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 (Flores, 2022).

2.2.8. Enzimas coagulantes gástricas

Desempeñan un papel importante en la digestión de proteínas en los animales. Estas enzimas, principalmente quimosina y pepsina, producidas en las glándulas gástricas, activándose en condiciones ácidas permitiendo la coagulación de la caseína presente en la leche, proceso importante para la digestión de los neonatos y en la fabricación de quesos tradicionales (Kappeler et al., 1998).

Quimosina

Quimosina o renina (EC 3.4.23.4), es una proteasa aspártica, que se extrae tradicionalmente del cuarto estómago de los rumiantes lactantes (Addis et al., 2008). Esta enzima se usa como coagulante de leche debido a su capacidad para hidrolizar la κ -caseína, lo que provoca la coagulación de las micelas desestabilizadas de caseína. Este proceso forma un gel que funciona como una matriz, capaz de retener grasa, agua y algunos componentes solubles presentes en la leche; el proceso se conoce como gelificación o cuajado (Ordiales et al., 2013).

A medida que los mamíferos avanzan en su desarrollo, la secreción de quimosina es gradualmente reemplazada por la pepsina, una proteasa digestiva. En las preparaciones de cuajo bovino, la pepsina puede constituir hasta un 12% del contenido total (Harboe et al., 2010; Sousa et al., 2001).

Además de la quimosina, en los abomasos de rumiantes lactantes, hay enzimas lipolíticas que hidrolizan los lípidos de la leche. Esta actividad enzimática le confiere notas características de sabor a los quesos madurados (Moatsou et al., 2004).

Pepsina

Existe la pepsina A cuyo código es (EC 3.4.23.1), pepsina B (EC 3.4.23.2), pepsina C o gastricsina (EC 3.4.23.3) (Addis et al., 2008), es otra enzima proteolítica importante que también se produce en el estómago de los animales, específicamente en el jugo gástrico. En los mamíferos, la pepsina es secretada por las células principales en su forma inactiva, pepsinógeno que se activa en un medio ácido (pH 1,5 - 3,5) al convertirse en pepsina. Desempeña un papel crucial en la digestión de las proteínas de la dieta al descomponerlas en péptidos más

pequeños facilitando su posterior digestión en el intestino delgado. En la industria láctea, la pepsina se utiliza como coagulante en la producción de quesos, siendo su eficiencia menor en comparación con la quimosina debido a su alta actividad proteolítica. Esto significa que, aunque la pepsina es capaz de coagular la leche tiende a provocar un mayor desequilibrio de las proteínas, afectando negativamente a la textura y sabor de los quesos (Fox, 1969; Fox et al., 2015).

2.2.9. Coagulación de la leche y producción de quesos

La mayoría de los quesos a nivel mundial se produce utilizando enzimas coagulantes extraídas tradicionalmente del abomaso de terneros de entre 10 y 30 días de edad. El cuajo contiene principalmente dos proteasas esenciales para la coagulación de la leche: la quimosina, que representa entre el 88% y 94% de su actividad enzimática, y la pepsina, cuya proporción varía entre el 6% y 12%. Sin embargo, esta proporción de estas enzimas varía con la edad del animal. En adultos, la pepsina predomina, alcanzando entre el 90% y 94%, mientras que la quimosina disminuye al 6% y 10%. Este cambio se debe a que la quimosina no es capaz de hidrolizar las inmunoglobulinas del calostro, lo que explica su mayor concentración en terneros jóvenes (Ferrandini, 2006).

En el proceso de coagulación de la leche, las micelas de caseína, que son complejos proteicos estabilizados por interacciones hidrofóbicas y electrostáticas, se desestabilizan por la acción de enzimas proteolíticas como la quimosina, que hidroliza específicamente el enlace peptídico entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y metionina en la posición 106 de la κ -caseína. Esta acción enzimática provoca la separación de la región hidrofílica del extremo, lo que da lugar a dos fragmentos. El fragmento mayor de la κ -caseína, que va desde el aminoácido 1 al 105, conocido como para- κ -caseína, queda asociado a la micela, mientras que el fragmento más pequeño, el caseinomacropéptido (CMP), una fracción hidrofílica se libera y queda en el lactosuero. La eliminación de CMP reduce la estabilidad de las micelas, facilitando su agregación y la formación del gel, conocido como cuajada, esencial para la estructura del queso. Este proceso de coagulación es un paso esencial que define no solo la estructura del queso, sino también su capacidad para retener humedad y grasa durante la maduración (Dalgleish & Corredig, 2012).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

Los estómagos de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” se obtuvieron del Camal Municipal de Huancavelica, ubicado en el distrito, provincia y región de Huancavelica, a una altitud de 3 779 m s.n.m., con coordenadas UTM: Zona 18 L, coordenada Este (X): 495 932,57 m, coordenada Norte (Y): 8 586 026,82 m, según Google Earth. Por otro lado, los estómagos de crías lactantes de alpaca se obtuvieron en el Centro Poblado de Choccoro, situado en el distrito de Chuschi, provincia de Cangallo, región de Ayacucho, a una altitud de 3 976 m s.n.m., con coordenadas UTM: Zona 18 L, coordenada Este (X): 561 153,75 m, coordenada Norte (Y): 8 512 639,78 m, según Google Earth.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población estuvo conformada por todos los estómagos de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de *Vicugna pacos* “alpaca” *post mortem*.

3.2.2. Muestra

El total de la muestra estuvo conformado por 52 estómagos de *Vicugna pacos* “alpaca”, de los cuales 22 estómagos pertenecían a fetos del último tercio de gestación y 30 estómagos a crías lactantes *post mortem* de ambos sexos.

3.2.3. Tipo de muestreo

Para realizar el estudio se utilizó el método de muestreo no probabilístico por conveniencia.

3.3. Metodología experimental

3.3.1. Determinación de las dimensiones de los compartimentos del estómago

a. Estimación de la edad gestacional del feto

- Los fetos de alpaca se obtuvieron del Camal Municipal de Huancavelica. Para seleccionar fetos del último tercio de gestación, se realizó la estimación de la edad gestacional mediante la medición del diámetro biparietal (DBP) de forma transversal al eje occipitofrontal.
- Para ello, se utilizó un calibrador tipo Vernier digital Mitutoyo 150 mm/6in, colocando sus puntas del calibrador en el lado externo de los huesos temporoparietales (ver Figura 2) según lo establecido por (Gazitúa et al., 2001) y utilizando la siguiente ecuación:

$$GA = (DBP - 0,11376) 47,2387 \quad r = 0,98$$

Dónde: GA= Edad gestacional en días; DBP= Diámetro biparietal en centímetros (cm).



Figura 2. Medición del diámetro biparietal (DBP) para estimar la edad gestacional del feto.

La gestación en una alpaca dura aproximadamente 345 días, los cuales están divididos en tres tercios de gestación: el primer tercio de gestación dura alrededor de 115 días, segundo tercio hasta 230 días, y el último tercio hasta los 345 días.

b. Obtención de los estómagos

- Los estómagos de fetos de alpaca se obtuvieron del Camal Municipal de Huancavelica, donde fueron debidamente etiquetados y transportados en un *cooler* con hielo en gel.
- Por otro lado, los estómagos de crías lactantes fueron recolectados en el centro poblado de Choccoro, en la región de Ayacucho, y se colocaron en tubos Falcon de 50 ml para conservarlos en tanques de nitrógeno líquido a -196 °C.
- Posteriormente, todas las muestras se trasladaron al Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, para el procesamiento de la muestra.
- Una vez en el laboratorio, las muestras se congelaron inmediatamente a -4 °C hasta su uso. Para realizar el análisis, se descongeló los estómagos en un recipiente con agua y se procedió a limpiar retirando la grasa perivisceral, luego se eliminó el contenido estomacal.
- Los estómagos se invirtieron para exponer la mucosa gástrica, procediéndose a limpiar el área del saco glandular con abundante agua destilada, preparando así las muestras para las evaluaciones posteriores (ver Figura 3).



Figura 3. Obtención del estómago de fetos del último tercio de gestación.

c. Medición de las dimensiones del estómago

- La morfometría de los compartimentos CI, CII y CIII del estómago en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes se realizó por el método descrito por (Flores, 2022).
- Utilizando un calibrador tipo Vernier digital Mitutoyo 150 mm/6 in para las mediciones, considerando los siguientes parámetros.
- Largo, desde el polo craneal (extremo superior) hasta el polo caudal (extremo inferior), siguiendo el eje longitudinal anatómico del compartimento estomacal.
- Ancho, desde el hilio del estómago hasta el borde lateral opuesto a lo largo del eje transversal.
- Peso, masa total de cada compartimento I, II y III del estómago en gramos (g), utilizando una balanza analítica (AS 220.R2 Plus, Radwag) (ver Figura 4 y Anexos 5 y 7).

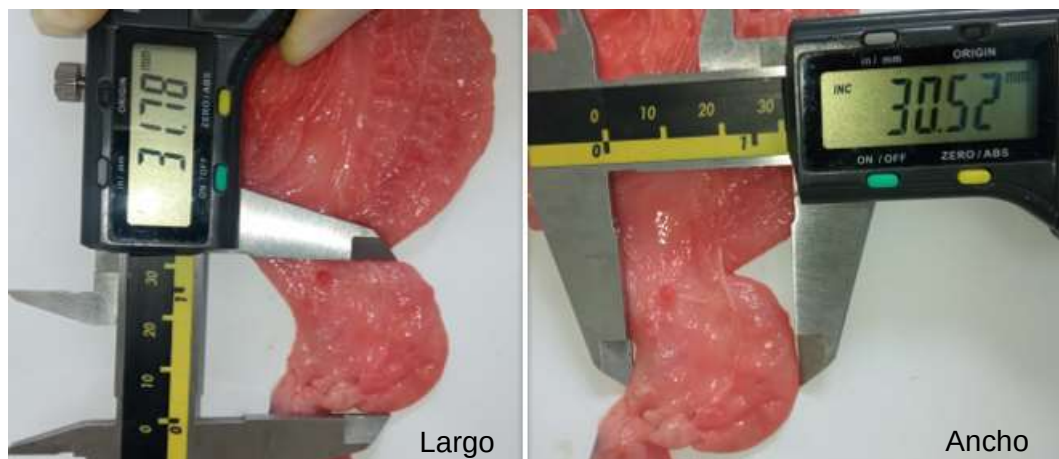


Figura 4. Medición del compartimento II del estómago fetal de alpaca del último tercio de gestación.

3.3.2. Obtención del extracto enzimático crudo del tejido estomacal

- La extracción de enzimas gástricas crudas se realizó por el método descrito por (Valles & Furet, 1977), con algunas modificaciones.
- Cada compartimento del estómago se lavó y trituyó finamente por separado con tijeras en un mortero.

- Luego, se pesaron 2,5 g de tejido estomacal triturado de cada compartimento y se maceraron en 1,25 volúmenes de HCl 0,2 M a una temperatura de 42 °C durante 60 min en agitación suave (agitador Boheco Bio-RS-24, Germany).
- Después, se centrifugó a 1728 x *g* durante 10 min (centrifuga Eppendorf 5702, Germany), el sobrenadante es el extracto total, que se transfirió a un nuevo tubo Falcon de 15 ml.
- Para la clarificación del extracto total, se adicionó 1 % (v/v) de solución 1M de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ por volumen y 5 % de solución 1 M de Na_2SO_4 por volumen, ambos atemperados a 42 °C.
- Luego, se centrifugó nuevamente a 1728 x *g* durante 10 min (centrifuga Eppendorf 5702, Germany).
- La solución clarificada resultante, de color amarillento, se transfirió a otro tubo Falcon de 15 ml.
- Para concentrar el filtrado clarificado, se añadieron dos volúmenes de solución saturada de NaCl que contenía 1 % (p/p) de HCl concentrado.
- La mezcla se agitó y se dejó reposar durante 1 h. Posteriormente, se centrifugó a 1728 x *g* durante 20 min (centrifuga Eppendorf 5702, Germany).
- Se descartó el sobrenadante y se registró el peso húmedo del sedimento, al cual se añadió 110 µl de agua destilada y se ajustó el pH a 5,5 con 200 µl de Na_2HPO_4 1 M (pH 7,0).
- El Extracto Enzimático Crudo (EEC) obtenido de cada compartimiento del tejido estomacal de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca se etiquetó y almacenó a -20 °C hasta su uso, ver Anexo 8.
- Debido a que el EEC fue muy espeso, se diluyó 1:3 con agua destilada para determinar concentración de proteínas, fuerza de cuajo, actividad proteolítica y actividad lipolítica.

3.3.3. Determinación de la concentración de proteínas totales

- La concentración de proteínas se cuantificó por el método de Bradford (Bradford, 1976) a 595 nm en un espectrofotómetro BioPhotometer plus (Eppendorf, Germany), curva estándar de Alúmina de Suero Bovino (BSA) (100 mg en agua desionizada) y concentración de 0, 2, 4, 8, 10, 12, 16 y 20 µg/ml.
- Para ello, se diluyó el reactivo comercial de Bradford (Bio-Rad, USA) 1:2,5 veces en agua desionizada y se registró la lectura de A595 nm.

- Para la lectura de las muestras, en un tubo Eppendorf, se depositaron 100 µl de muestra de EEC diluido 1:800, luego se añadieron 100 µl de reactivo de Bradford diluido 1:2,5 veces y se dejó reaccionar.
- Las lecturas de absorbancia a 595 nm se realizaron después de los 5 min y antes de los 60 min, tiempo en el cual se desarrolló el color.
- Fue necesario diluir las reacciones coloreadas a fin de lograr una lectura dentro del rango adecuado.
- Finalmente, se calculó la concentración de las muestras de EEC en base a la ecuación lineal de la curva de calibración.
- Los resultados se expresaron en µg proteína ml⁻¹ de EEC, ver Anexo 9.

3.3.4. Evaluación de la fuerza de cuajo

- Se determinó del tiempo de coagulación de la leche utilizando el método descrito por Wei et al. (2016) y la fórmula propuesta por Soxhlet.
- En un tubo Eppendorf se atemperó en baño María a 37 °C, los siguientes componentes: 1000 µl de leche fresca, 137,5 µl de CaCl₂ 0,1 M durante 15 min.
- Luego se añadieron 10 µl del EEC al tubo, agitar y se puso en marcha el cronómetro.
- El tiempo de coagulación se registró con un cronómetro desde el momento que se le añadió y mezcló el EEC hasta el momento en que la cuajada en el tubo Eppendorf mostró firmeza al ser invertido.
- El blanco se preparó colocando en un tubo Eppendorf 1000 µl de leche fresca, 137,5 µl de CaCl₂ 0,1 M, se incubó en baño María a 37 °C y se trata igual que las muestras sin añadir el EEC.
- Para esta prueba se utilizó leche fresca de vaca procedente de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, ver Figura 9 y Anexo 10.
- Para calcular la fuerza de cuajo se calculó de la siguiente manera:

$$Fc = \frac{Vl \times 2400s}{Tc \times E}$$

Dónde:

Fc : Fuerza de cuajo en unidades Soxhlet (US)

Vl : Volumen de leche fresca (ml)

2400s : Constante, por definición se asume 40 min (s)

E : Volumen de EEC diluido (ml)

T_c : Tiempo de coagulación (s)

3.3.5. Determinación de actividad proteolítica

- Se realizó según la metodología descrita por Corzo et al. (2012); Dobler (2015) y Takahashi & Ohsaka (1970).
- Se preparó una solución madre de caseína (ChemCruz, USA, Código SC-397376) al 0,2 % en buffer Tris-HCl 0,2 M, la mezcla se llevó a agitación a una temperatura de 25 °C hasta que la caseína se disuelva completamente, luego se ajustó el pH a 8,5.
- Después, se procedió a realizar la reacción, mezclando en un tubo Eppendorf 500 µl de sustrato (caseína al 0,2 % en buffer Tris-HCl 0,2 M a pH 8,5) con 50 µl de EEC diluido en una proporción de 1:3 con agua destilada, se agitaron 30 s y se incubó en baño maría a una temperatura 35 °C durante 30 min.
- La mezcla de reacción se detuvo adicionando 1 ml de ácido tricloroacético (ATC) al 5 % para precipitar la caseína no degradada y se dejó reposar durante 15 min a temperatura ambiente.
- Después, la mezcla se centrifugó durante 30 min a 972 x g a 4 °C para separar el precipitado del sobrenadante.
- La actividad de las enzimas proteolíticas se cuantificó por espectrofotometría a 280 nm en el sobrenadante obtenido (productos solubles de la digestión enzimática).
- El blanco se preparó colocando en un tubo Eppendorf 500 µL de sustrato (caseína al 0,2 % en buffer Tris-HCl 0,2 M a pH 8,5) y 1 ml de ácido tricloroacético (ATC) al 5%, se incubó en baño María y se trató igual que las muestras.
- La actividad se expresó como Unidades de Actividad Enzimática (UAE), como el aumento en la absorbancia de 0,001 por mg de proteína por minuto.
- La medida de la absorbancia se comparó con una curva estándar de tirosina, ver Anexo 11.

Curva estándar de tirosina

- Para este método fue necesario realizar una curva de calibración usando una solución madre de L-tirosina y ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N como diluyente.
- Para la solución madre, se disolvió 100 mg de L-tirosina en ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N y se diluyó en un matraz aforado de 1 L.

- A partir de la solución madre, se prepararon soluciones estándar a 0, 20, 40, 60, 80 y 100 µg/ml de L-tirosina.
- Luego se midió la absorbancia a 280 nm, utilizando como blanco HCl 0,1 N.
- Se realizó un gráfico de absorbancia versus concentración de tirosina.
- Finalmente, se determinó la pendiente de la curva en términos de absorbancia por µg de tirosina liberada.

3.3.6. Determinación de actividad lipolítica

- La actividad lipolítica del extracto enzimático crudo del tejido estomacal se determinó de acuerdo al protocolo descrito por Valivety et al. (1992), modificado por Bustamante et al. (2000); Mendoza et al. (2020), utilizando como sustrato emulsionado a la tributirina.
- El reactivo emulsionante se preparó utilizando una solución de glicerol conteniendo 0,01 M de KH_2PO_4 y otra solución de NaCl al 0,25 M conteniendo 2 % de goma arábica.
- Posteriormente, ambas soluciones se mezclaron en una proporción de 1:25 (v/v).
- Luego, se preparó el sustrato emulsionado, mezclando 20 ml de reactivo emulsionante, 80 ml de agua desionizada y 5 ml de tributirina comercial (ChemCruz, USA, Código SC-215083).
- Se ajustó el pH a 4,6 y se agitó vigorosamente durante 5 min antes de su uso.
- A continuación, se realizó la evaluación de la actividad lipolítica, mezclando 5 ml de sustrato emulsionado con 250 µl de EEC diluido en una proporción de 1:3 con agua destilada y dejando reaccionar a 35 °C en baño maría durante 30 min.
- Se detuvo la reacción con 2,5 ml de etanol absoluto. Después, el ácido butírico generado se determinó mediante titulación con NaOH 0,01 M, utilizando como indicador 3 gotas de fenolftaleína al 0,5 % hasta que el contenido del vaso de precipitado adquirió un color rosa pálido persistente por lo menos durante unos 30 s.
- Se anotó el volumen gastado de NaOH 0,01 M y se procedió a calcular la acidez total expresada en ácido butírico, ver Anexo 12.

Una unidad de actividad de la lipasa se define como la cantidad de enzima necesaria para liberar 1 µM de ácido butírico por minuto bajo las condiciones

específicas del ensayo. La actividad enzimática fue calculada utilizando la ecuación de Kumar et al. (2011):

$$AE = \frac{\text{volumen usado de NaOH } 0,01 \text{ M (ml)} \times 10 (\mu\text{M/ml})}{\text{tiempo de incubación (min)} \times \text{volumen de solución enzimática (ml)}}$$

Donde:

AE : Actividad enzimática

10 : Indica concentración de NaOH 0,01 M ($\mu\text{M/ml}$)

3.3.7. Diseño estadístico

Se utilizó estadística descriptiva, luego el análisis de la varianza para las variables de respuesta largo, ancho y peso de los compartimentos I, II y III del estómago, cuyo modelo se consideró efecto de edad gestacional de fetos del último tercio de gestación, edad de las crías lactantes y compartimentos estomacales. Las diferencias de medias se analizaron mediante la prueba de Tukey de los tres compartimentos y se consideró la diferencia estadística cuando ($p < 0,05$). La comparación de dos grupos, compartimentos de crías lactantes y fetos del último tercio de gestación se realizó con la prueba de t-Student.

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Promedio de las dimensiones ($\pm$ error estándar) de los compartimentos I, II y III del estómago fetal de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación, Ayacucho 2024.

Compartimientos	n	Dimensiones		
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
CI	22	6,37 $\pm$ 0,19 ^b	5,56 $\pm$ 0,14 ^a	11,22 $\pm$ 0,66 ^a
CII	22	2,95 $\pm$ 0,08 ^c	2,52 $\pm$ 0,10 ^b	2,49 $\pm$ 0,19 ^c
CIII	22	11,68 $\pm$ 0,39 ^a	1,69 $\pm$ 0,10 ^c	5,88 $\pm$ 0,51 ^b

^{abc}Superíndices diferentes dentro de la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III del estómago. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

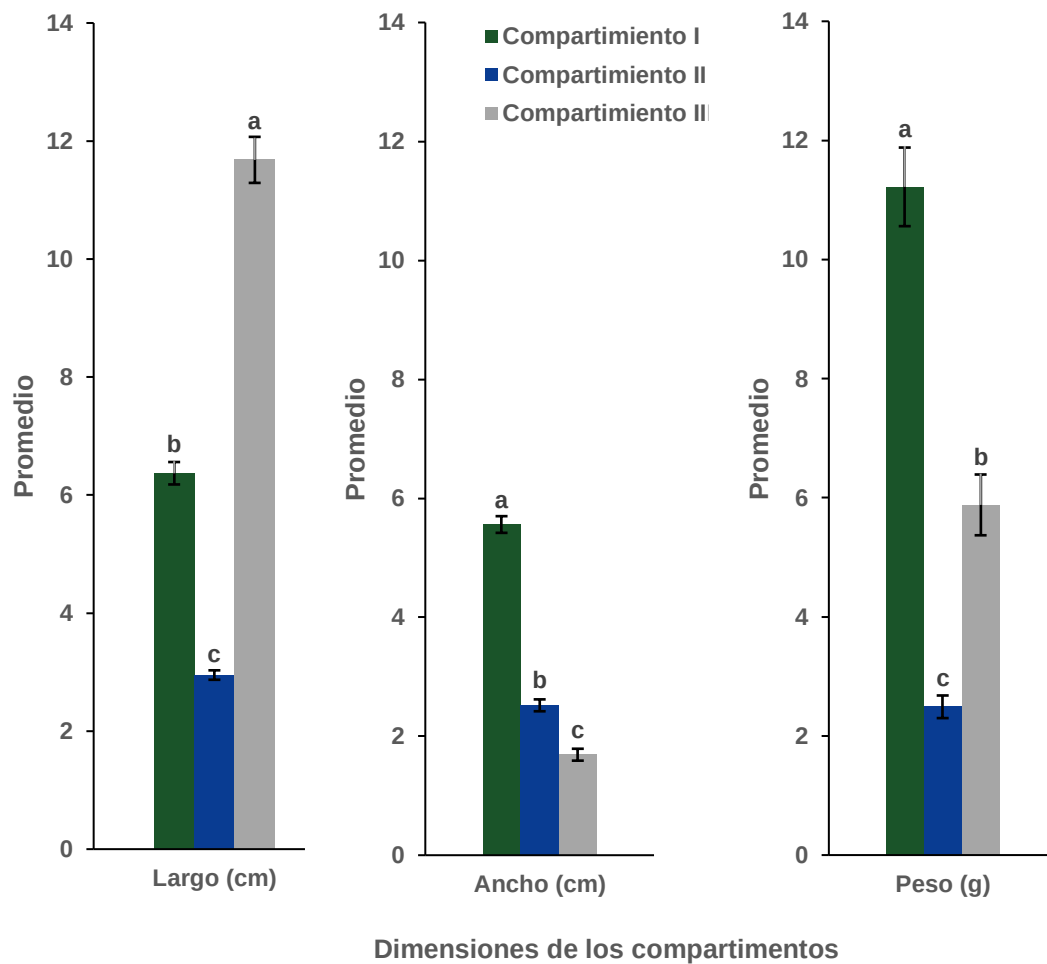


Figura 5. Promedio de las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago fetal de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación. Prueba Tukey ($\alpha=0.05$). Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos ($p < 0,05$), Ayacucho 2024.

Tabla 2. Promedio de las dimensiones ($\pm$ error estándar) de los compartimentos I, II y III del estómago de crías lactantes de *Vicugna pacos* “alpaca”, Ayacucho 2024.

Compartimientos	n	Dimensiones		
		Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)
CI	30	8,86 $\pm$ 0,21 ^b	7,96 $\pm$ 0,20 ^a	20,91 $\pm$ 1,08 ^a
CII	30	4,26 $\pm$ 0,14 ^c	3,11 $\pm$ 0,06 ^b	4,71 $\pm$ 0,23 ^c
CIII	30	23,81 $\pm$ 0,61 ^a	2,33 $\pm$ 0,07 ^c	15,64 $\pm$ 0,78 ^b

^{abc}Superíndices diferentes dentro de la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$). CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III del estómago. Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

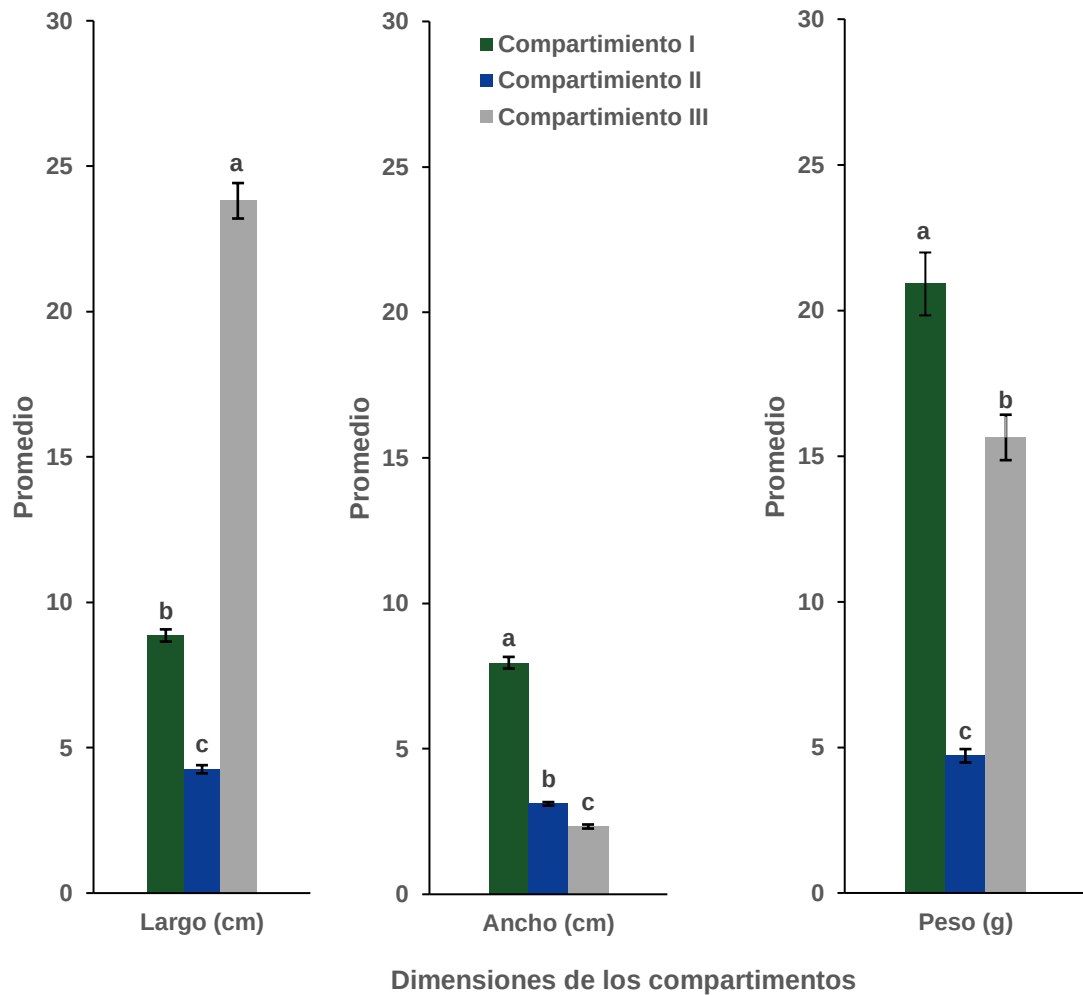


Figura 6. Promedio de las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de crías lactantes de *Vicugna pacos* "alpaca". Prueba Tukey ($\alpha=0.05$). Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos ($p < 0,05$), Ayacucho 2024.

Tabla 3. Concentración de proteínas totales (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.

Extracto Enzimático Crudo	n	Contenido de proteína ($\mu\text{g/ml}$)		
		Compartimiento I	Compartimiento II	Compartimiento III
EEC _{Feto}	22	29,11 $\pm$ 2,46 ^{aA}	24,71 $\pm$ 2,44 ^{aA}	30,45 $\pm$ 2,50 ^{aB}
EEC _{Cría}	30	30,08 $\pm$ 1,07 ^{bA}	28,05 $\pm$ 0,93 ^{bA}	40,59 $\pm$ 1,28 ^{aA}

Las medias seguidas de letras diferentes (minúsculas en la fila (prueba de Tukey) y mayúsculas en la columna (prueba de t-Student)) ($\alpha=0.05$). EEC _{Feto}: Extracto Enzimático Crudo de fetos de alpaca del último tercio de gestación; EEC _{Cría}: Extracto Enzimático Crudo de crías lactantes de alpaca.

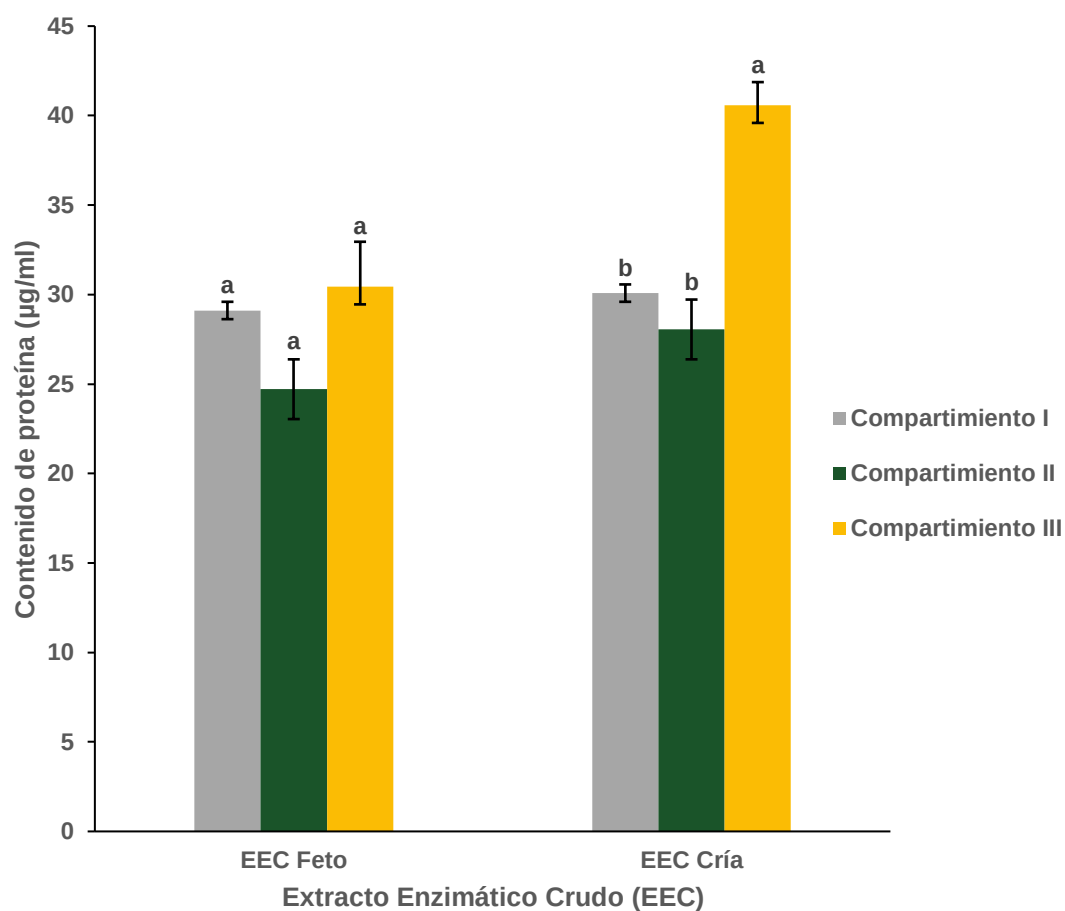


Figura 7. Concentración de proteínas totales del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

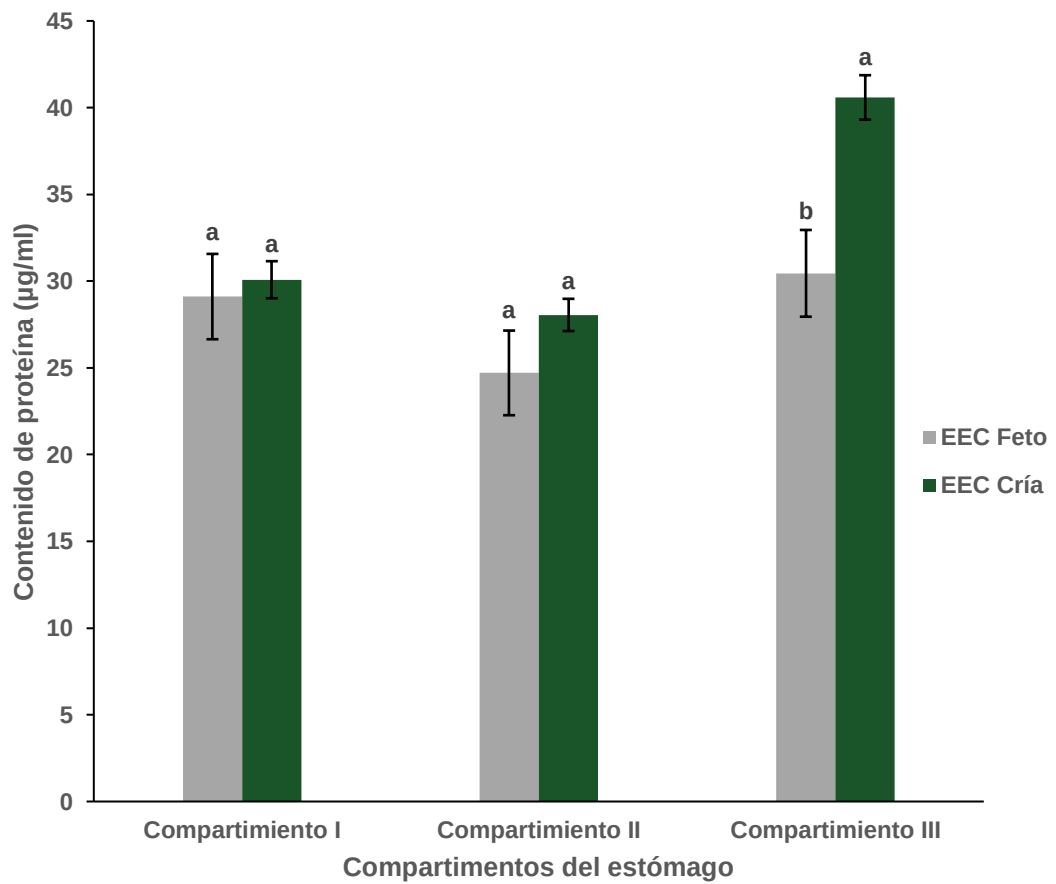


Figura 8. Concentración de proteínas totales del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($\alpha=0.05$).

Tabla 4. Fuerza de cuajo (US) (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.

Extracto Enzimático Crudo	n	Fuerza de cuajo (US)		
		Compartimiento I	Compartimiento II	Compartimiento III
EEC _{Feto}	22	1:2341 ^{c A}	1:9574 ^{b A}	1:23394 ^{a A}
EEC _{Cría}	30	1:1429 ^{c A}	1:6639 ^{b A}	1:15534 ^{a B}

Las medias seguidas de letras diferentes (minúsculas en la fila (prueba de Tukey) y mayúsculas en la columna (prueba de t-Student)) ($\alpha=0.05$). EEC _{Feto}: Extracto Enzimático Crudo de fetos de alpaca del último tercio de gestación; EEC _{Cría}: Extracto Enzimático Crudo de crías lactantes de alpaca; US: Unidades soxhlet.

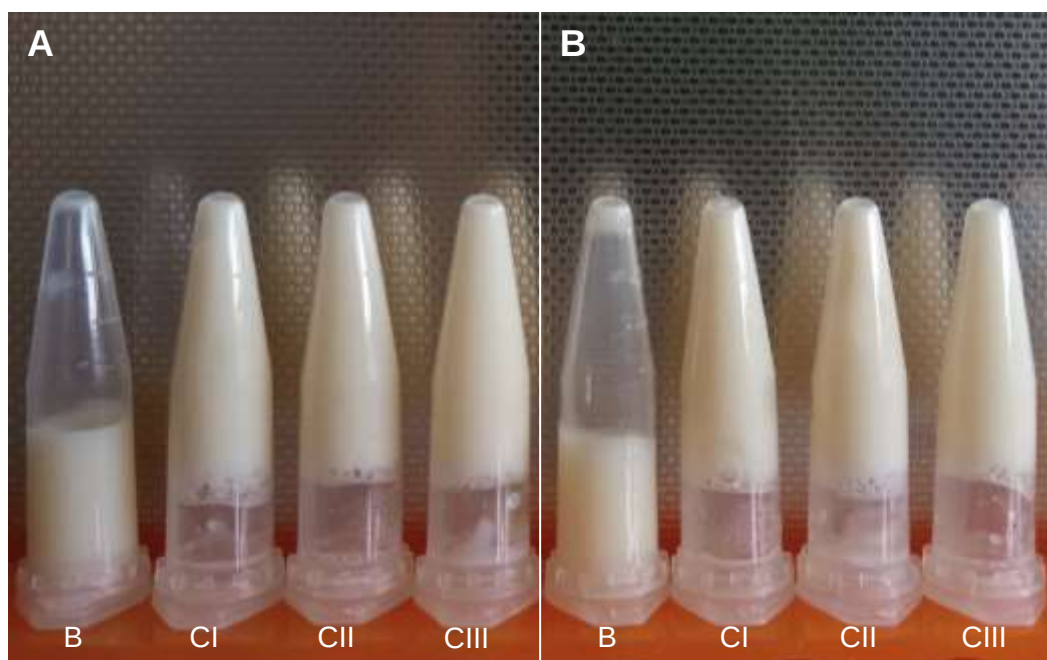


Figura 9. Determinación del tiempo de coagulación del Extracto Enzimático Crudo (EEC). (A) Tiempo de coagulación del EEC de fetos del último tercio de gestación de *Vicugna pacos* “alpaca”. (B) Tiempo de coagulación del EEC de crías lactantes de *Vicugna pacos* “alpaca”. B: Blanco, CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III, Ayacucho 2024.

Tabla 5. Actividad proteolítica (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.

Extracto Enzimático Crudo	n	AE (μ M/ml)		
		Compartimiento I	Compartimiento II	Compartimiento III
EEC _{Feto}	22	3,24 $\pm$ 0,23 ^{c B}	5,77 $\pm$ 0,43 ^{b B}	8,18 $\pm$ 0,54 ^{a B}
EEC _{Cría}	30	6,89 $\pm$ 0,37 ^{b A}	7,54 $\pm$ 0,38 ^{b A}	10,14 $\pm$ 0,46 ^{a A}

Las medias seguidas de letras diferentes (minúsculas en la fila (prueba de Tukey) y mayúsculas en la columna (prueba de t-Student)) son significativamente diferentes en ($p < 0,05$). EEC_{Feto}: Extracto Enzimático Crudo de fetos de alpaca del último tercio de gestación; EEC_{Cría}: Extracto Enzimático Crudo de crías lactantes de alpaca. AE: Actividad enzimática.

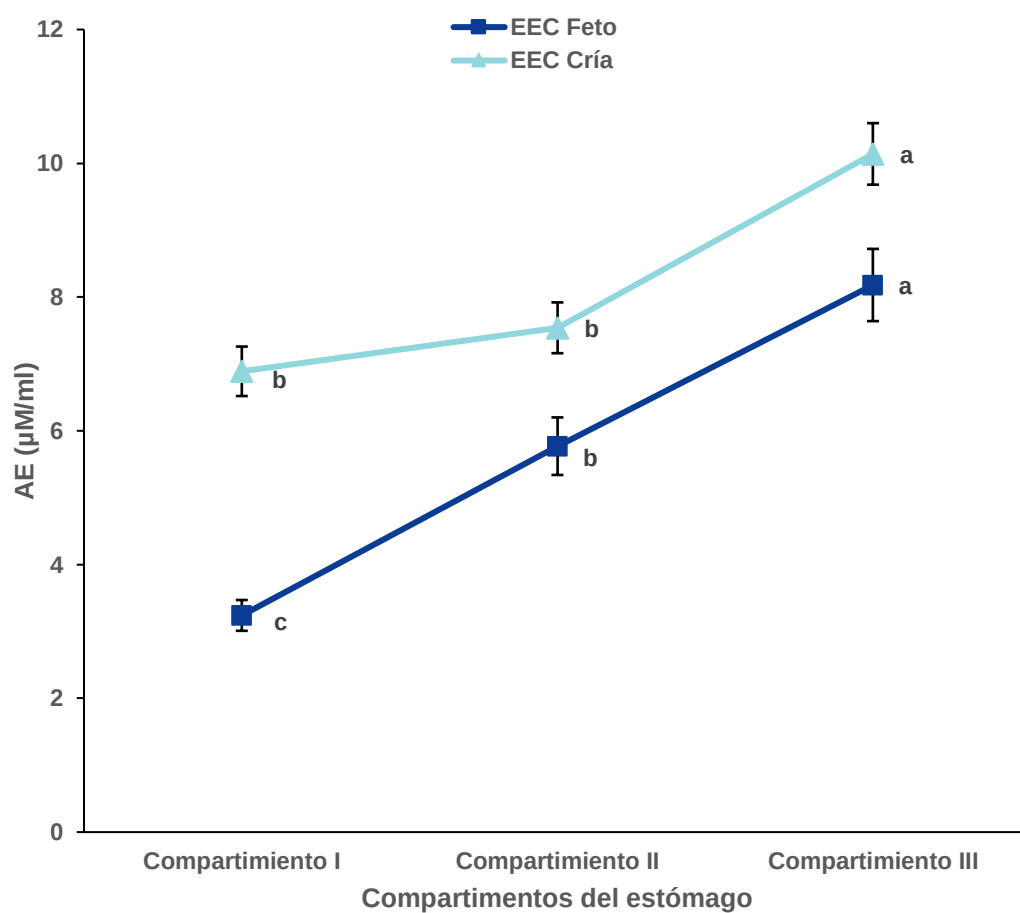


Figura 10. Actividad proteolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

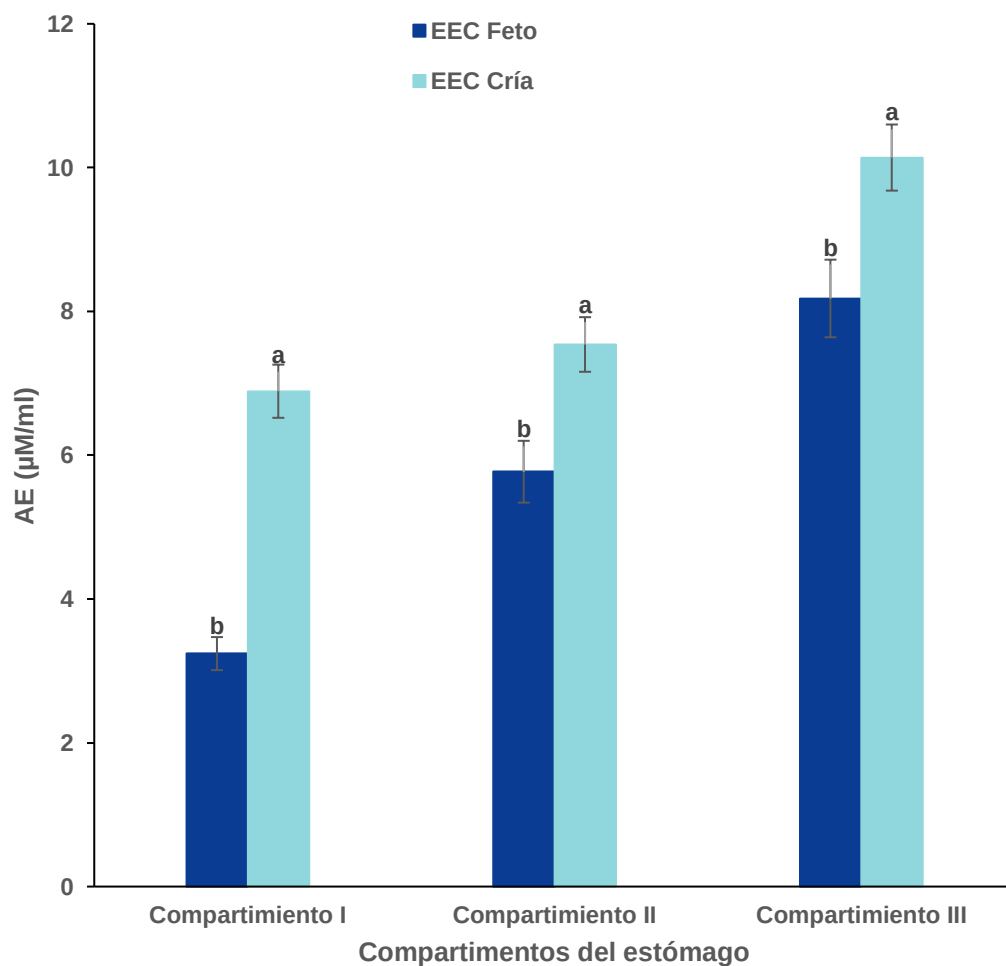


Figura 11. Actividad proteolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($p < 0,05$).

Tabla 6. Actividad lipolítica (promedio $\pm$ error estándar) del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024.

Extracto enzimático crudo	n	AE (μ M/ml)		
		Compartimento I	Compartimento II	Compartimento III
EEC _{Feto}	22	5,98 $\pm$ 0,16 ^{b B}	6,35 $\pm$ 0,19 ^{b B}	7,98 $\pm$ 0,13 ^{a B}
EEC _{Cría}	30	7,00 $\pm$ 0,15 ^{c A}	7,67 $\pm$ 0,21 ^{b A}	9,27 $\pm$ 0,17 ^{a A}

Las medias seguidas de letras diferentes (minúsculas en la fila (prueba de Tukey) y mayúsculas en la columna (prueba de t-Student)) ($\alpha=0.05$). EEC _{Feto}: Extracto Enzimático Crudo de fetos de alpaca del último tercio de gestación; EEC _{Cría}: Extracto Enzimático Crudo de crías lactantes de alpaca. AE: Actividad enzimática.

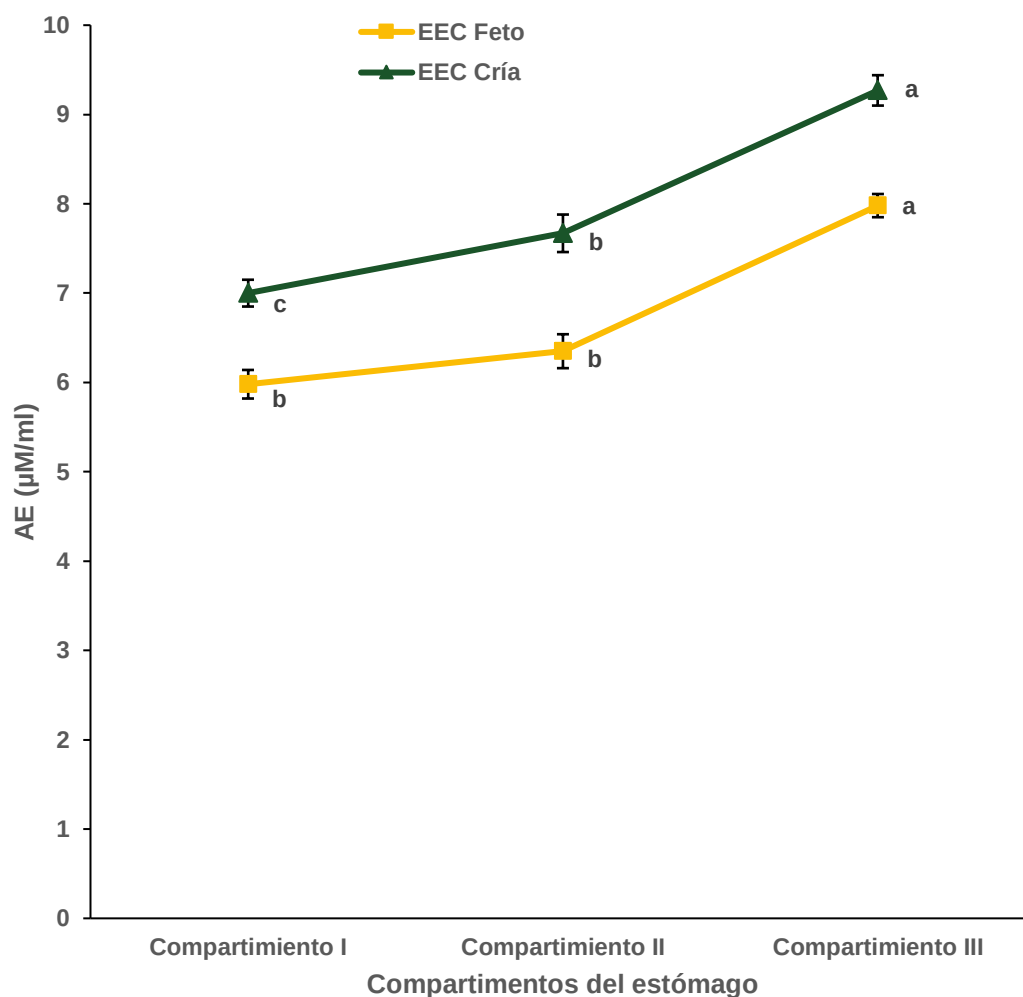


Figura 12. Actividad lipolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las líneas indican diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos, obtenida de una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

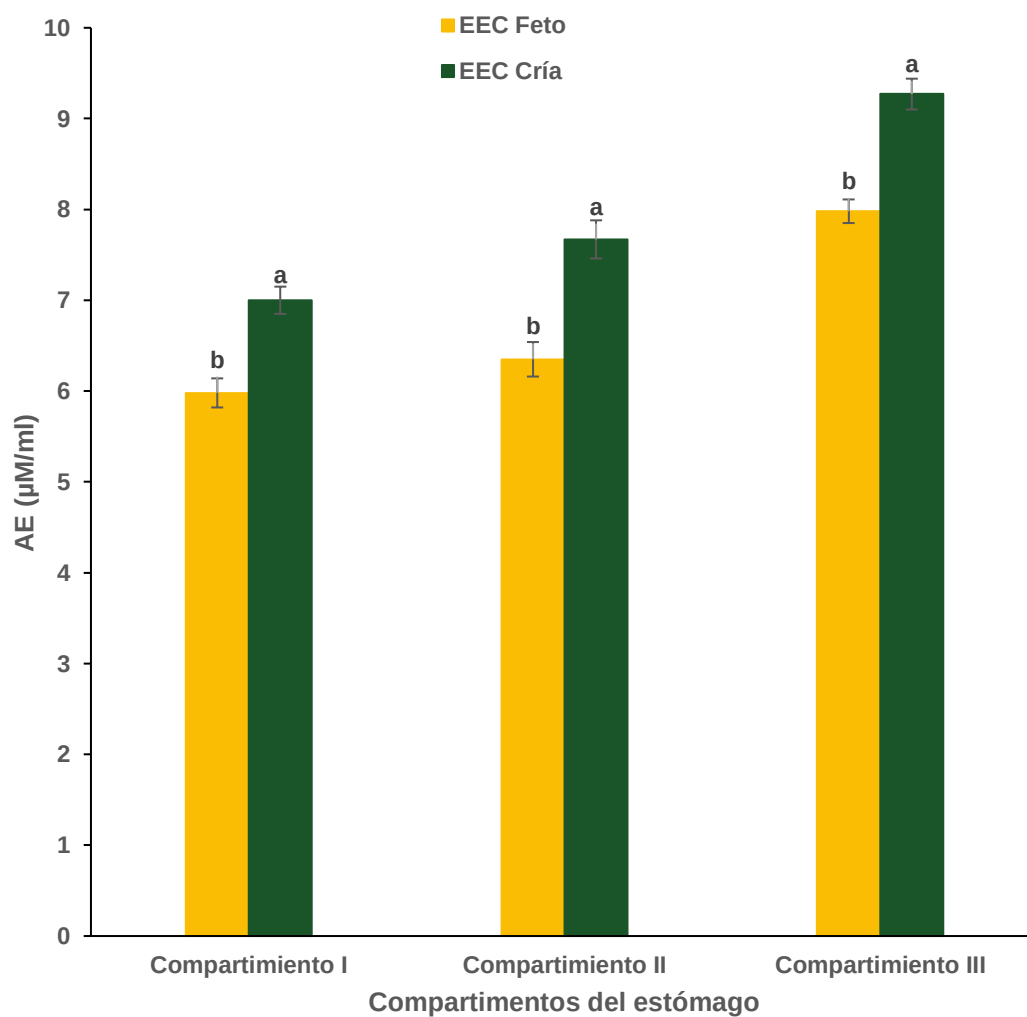


Figura 13. Actividad lipolítica del Extracto Enzimático Crudo (EEC) del compartimento I, II y III del estómago de fetos de *Vicugna pacos* “alpaca” del último tercio de gestación y crías lactantes, Ayacucho 2024. Letras diferentes en las barras indican diferencias estadísticas significativas entre el EEC de las muestras, obtenida de una prueba de t-Student ($p < 0,05$).

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación realizada se determinó la morfometría y se caracterizaron bioquímicamente los compartimentos del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. Los resultados de las dimensiones del compartimento I, II y III del estómago de fetos del último tercio de gestación de *Vicugna pacos* “alpaca” se muestran en la Tabla 1 y Figura 5. El promedio de la longitud fue 6,37 cm CI; 2,95 cm CII y 11,68 cm CIII, siendo este último significativamente mayor ($p < 0,05$) en comparación con el CI y CII. En cuanto al ancho, el promedio fue 5,56 cm CI; 2,52 cm CII y 1,69 cm CIII, el CI fue el más amplio mostrando mayor valor superando de manera significativa ($p < 0,05$) los otros dos compartimentos. Finalmente, el peso promedio fue de 11,22 g CI el más pesado, seguido de 5,88 g CIII y 2,49 g CII. De acuerdo al análisis estadístico, existe diferencias significativas entre los compartimentos I, II y III del estómago de fetos de alpaca en el último tercio de gestación. Estos resultados se obtuvieron mediante una prueba de Tukey ($p < 0,05$), lo que coincide con estudios previos. Resultados similares fueron reportados por (Flores, 2022), donde hubo diferencias significativas en la longitud y ancho de los compartimentos del estómago, siendo el CIII el de mayor longitud que el de los otros dos compartimentos, mientras que el ancho del CI fue mayor.

En *Camelus dromedarius* “camello” la longitud de los compartimentos en el último trimestre de gestación fue de 20,75 cm en CI; 6,93 cm CII y 25,75 cm CIII. En ancho fue de 11,50 cm CI; 4,05 cm CII; 4,25 cm CIII. Los tres compartimentos de estómago fetal de camellos presentan diferencias estadísticas notables en el tamaño (Bello et al., 2013); aunque ambas especies tienen estómagos con estructuras similares, las dimensiones presentan grandes diferencias debido a las adaptaciones evolutivas y fisiológicas de cada especie. Mientras que en las alpacas los compartimentos presentan una proporción más balanceada, en los

camellos se observan mayores diferencias en las medidas, lo que podría estar relacionado con las necesidades digestivas de cada especie.

El estómago en los mamíferos se origina principalmente del endodermo, el cual forma el tubo intestinal primitivo durante las primeras etapas del desarrollo embrionario. Este tubo dará origen al sistema gastrointestinal, incluido el estómago. Por otro lado, las capas musculares y de soporte del estómago, como la submucosa, muscular y serosa, se originan a partir del mesodermo esplácnico (Kim & Shivdasani, 2016). En los fetos de alpaca, la diferenciación de los compartimentos del estómago ocurre durante las primeras etapas de gestación, un proceso que implica el desarrollo y diferenciación del aparato digestivo (Melle, 2011). Además, las dimensiones del estómago fetal se incrementan linealmente a medida que avanzaba la gestación (Ferrer et al., 2013).

En la Tabla 2 y Figura 6. Se muestran los resultados correspondientes de las dimensiones del compartimento I, II y III del estómago de crías lactantes de alpaca. La longitud promedio fue 8,86 cm CI; 4,26 cm CII y 23,81 cm CIII, el CIII fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en comparación con el CI y CII. El ancho promedio fue 7,96 cm CI; 3,11 cm CII y 2,33 cm CIII, el CI fue el más amplio, superando de manera significativa ($p < 0,05$). Por último, el peso promedio fue de 20,91 g CI el más pesado, seguido de 15,64 g CIII y 4,71 g CII. De acuerdo al análisis estadístico, existe diferencias significativas entre los compartimentos I, II y III del estómago de crías lactantes de alpaca. Estos resultados se obtuvieron mediante una prueba de Tukey ($p < 0,05$). A diferencia de los rumiantes, los tres compartimentos del estómago de la alpaca mantienen las proporciones similares a las del adulto. Esta característica sugiere un desarrollo más uniforme, lo que podría influir en la eficiencia digestiva (Castro et al., 2018). A medida que el animal se adapta de una dieta líquida a sólida, los compartimentos del estómago aumentan en tamaño (Engelhardt et al., 1979).

En la Tabla 3, Figura 7 y 8, se detalla el promedio de la concentración de proteínas totales en $\mu\text{g/ml}$ del EEC del compartimento I, II y III del estómago de fetos último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. En los fetos, los valores promedio fueron 29,11 $\mu\text{g/ml}$ CI, 24,71 $\mu\text{g/ml}$ CII y 30,45 $\mu\text{g/ml}$ CIII. De acuerdo al análisis estadístico, no existe diferencias estadísticamente significativas entre estos compartimentos, según los resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$). En crías lactantes, los promedios de concentración proteica fueron 30,08 $\mu\text{g/ml}$ CI, 28,05

µg/ml CII y 40,59 µg/ml CIII. Aunque los promedios de los CI y CII no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$); se observó un aumento significativo en el contenido de proteína del CIII. En otras investigaciones previas, el extracto enzimático del CIII de alpaca contiene entre 29,80 a 52,91 mg/ml de proteína (Mujica & Hernández, 2023), estos valores fueron superiores a los encontrados en este estudio. Al comparar la concentración de proteínas del EEC entre compartimentos de fetos y crías lactantes, se evidenció que los CI y CII no mostraron diferencias significativas entre ambas etapas del desarrollo. Sin embargo, la concentración de proteínas en el CIII fue significativamente mayor en las crías lactantes, de acuerdo con los resultados estadísticos de la prueba t-Student, lo que sugiere un incremento en la síntesis proteica asociado al desarrollo y la edad de la alpaca. De manera similar, estudios en *Camelus dromedarius* “camello” han demostrado que la concentración de proteínas aumenta con la edad (Boudjenah et al., 2011). Asimismo, se ha reportado que la concentración de proteica en el Extracto Coagulante de Dromedario (DCE) varía según la edad, alcanzando un valor de 1,44 g/l en animales adultos (Boudjenah et al., 2017).

En la Tabla 4 y Figura 9, se muestra el promedio de la fuerza de cuajo del EEC del compartimento I, II y III del estómago de fetos último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. En los fetos, los valores promedio indican que hay diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos I, II y III, según los resultados de la prueba de Tukey ($p < 0,05$), siendo la fuerza de cuajo mucho mayor en el CIII con 1:23394 unidades soxhlet (US), seguido del CII con 1: 9574 US y finalmente el CI con 1:2341 US. En crías lactantes, los promedios indican que hay diferencias estadísticas significativas entre los compartimentos I, II y III, según los resultados de la prueba de Tukey ($p < 0,05$), siendo la fuerza de cuajo mayor en el CIII con 1:15534 US, seguido del CII con 1: 6639 US, luego el CI 1:1429 US. Al comparar la fuerza de cuajo de los EEC entre compartimentos de fetos y crías lactantes, se evidenció que los compartimentos I y II no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas etapas del desarrollo. Sin embargo, la fuerza de cuajo en el CIII fue significativamente mayor en los fetos del último tercio de gestación, de acuerdo con los resultados estadísticos de la prueba t-Student. En conjunto, el EEC de fetos de alpaca del último tercio de gestación tienen mayor fuerza de cuajo 1:11770 unidades soxhlet (US), en comparación con el EEC de crías lactantes que tiene menor fuerza de cuajo 1:7867 unidades soxhlet (US). Estos hallazgos corroboran el conocimiento empírico existente en las

comunidades alpaqueras de los Andes, donde utilizan el estómago completo, es decir, los tres compartimentos para coagular la leche de vaca en el proceso tradicional de producción de quesos, y es conocido que prefieren utilizar el cuajo de un feto de alpaca abortado (Mujica & Hernández, 2023). Los valores de fuerza de cuajo obtenidos en este estudio fueron superiores a los reportados por Martínez et al. (2019), quienes evaluaron el cuajo extraído del estómago de cerdo, con una fuerza de cuajo entre 1:840 a 1:4706 unidades soxhlet (US). De manera similar, en cuajo líquido de bovino adulto se obtuvo una fuerza de cuajo de 1:607,59 unidades soxhlet (US) (Córdova & Paitan, 2013). La fuerza de cuajo se ve afectada por diversos factores, como la edad del animal, tipo de alimentación, métodos de extracción, manipulación y las condiciones bajo las cuales se conservan los estómagos (Moschopoulou, 2011).

En la Tabla 5, Figura 10 y 11, la actividad proteolítica del EEC de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos de alpaca del último tercio de gestación, muestra que todos los datos fueron significativamente diferentes entre los compartimentos, según los resultados de la prueba de Tukey ($p < 0,05$). En los fetos, la mayor actividad proteolítica fue en el CIII con 8,18 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$), seguido del CII con 5,77 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$) y luego el CI con 3,24 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$). En crías lactantes, los promedios de la actividad proteolítica fueron mayor en el CIII con 10,14 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$), seguido del CII con 7,54 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$) y finalmente el CI con 6,89 AE ($\mu\text{M}/\text{ml}$). Sin embargo, al comparar la actividad proteolítica de los EEC entre compartimentos de fetos y crías lactantes, se observa que el CI, CII y CIII mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas etapas del desarrollo siendo superior en crías lactantes, de acuerdo con los resultados estadísticos de la prueba t-Student. En cambio, estudios realizados en *Camelus dromedarius* “camello” han reportado que los Extractos Coagulantes de Dromedario (DCE) adulto en comparación con las otras preparaciones enzimáticas mostraron una actividad proteolítica menor (Boudjenah et al., 2017). En la producción de queso, la enzima deseada debe tener alta actividad coagulante o fuerza de cuajo y baja actividad proteolítica. Esto se debe a que una proteólisis excesiva podría afectar negativamente la textura y consistencia del queso (Ramet, 1997). Las enzimas coagulantes del estómago de fetos de alpaca del último tercio de gestación podrían considerarse como una buena fuente de enzimas para la elaboración de quesos. La alta actividad de coagulación y la baja

actividad proteolítica que muestra son un requisito previo para un sustituto aceptable del cuajo (Elagamy, 2000; Fox, 1969).

En la Tabla 6, Figura 12 y 13, se presenta la actividad lipolítica del EEC de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos de alpaca del último tercio de gestación y crías lactantes. En los fetos, la actividad de la lipasa fue significativamente mayor en el CIII con un valor de 7,98 AE ($\mu\text{M/ml}$), en comparación con el CII que registró 6,35 AE ($\mu\text{M/ml}$) y el CI con 5,98 AE ($\mu\text{M/ml}$), aunque entre estos dos últimos no hubo diferencias significativas, según los resultados de la prueba de Tukey ($p > 0,05$). En crías lactantes, se observó que todos los datos fueron significativamente diferentes entre todos los compartimentos ($p < 0,05$), siendo mayor en el CIII con 9,27 AE ($\mu\text{M/ml}$), seguido por el CII con 7,67 AE ($\mu\text{M/ml}$) y luego el CI con 7,00 AE ($\mu\text{M/ml}$). Al comparar la actividad lipolítica de los EEC entre los compartimentos de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes, se observó que, en los CI, CII y CIII existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas etapas del desarrollo, siendo superior la actividad en crías lactantes, de acuerdo con los resultados estadísticos de la prueba t-Student, lo que sugiere que hay una adaptación progresiva de los compartimentos gástricos para la digestión de lípidos. El incremento de la actividad lipolítica en el CIII en crías lactantes, podría estar relacionado con el desarrollo y maduración del tejido glandular responsable de la secreción de las enzimas lipolíticas. Este aumento es crucial para la adaptación a una dieta más compleja y rica en lípidos durante la lactancia, esencial para el crecimiento y desarrollo óptimo de las crías. Cuando los rumiantes lactantes están amamantando, se estimula la liberación de lipasas, en particular de enzimas pregástricas (PGL) (Nelson et al., 1977). Las lipasas, al hidrolizar los triglicéridos presentes en la grasa de la leche, liberan ácidos grasos libres (AGL). Este proceso contribuye al desarrollo de un sabor picante característico de muchos quesos tradicionales (Addis et al., 2008). Durante la maduración del queso, ocurren una serie de procesos químicos, bioquímicos y microbiológicos, la lipólisis al liberar ácidos grasos de cadena corta, junto con los compuestos volátiles y los productos generados por la proteólisis, contribuyen directamente en el sabor y textura del queso (Mcsweeney & Sousa, 2000; Woo & Lindsay, 1984).

VI. CONCLUSIONES

1. Las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca aumentan gradualmente según la edad, siendo el CIII el de mayor longitud y el CI el de mayor ancho y peso.
2. La concentración de proteínas totales fue mayor en el EEC de los tres compartimentos del estómago de crías lactantes, con una mayor concentración de proteínas en el CIII.
3. La fuerza de cuajo fue superior en el EEC del estómago de fetos del último tercio de gestación, mostrando un incremento progresivo desde el CI hasta el CIII.
4. La actividad proteolítica y lipolítica del EEC de los compartimentos I, II y III fue mayor en crías lactantes en comparación con fetos del último tercio de gestación, siendo el CIII el de mayor actividad enzimática, seguida del CII y finalmente el CI.
5. Los compartimentos I, II y III del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca contienen enzimas coagulantes, siendo el CIII donde se concentra la mayor actividad coagulante.

VII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar la investigación a diferentes etapas de desarrollo gestacional y crías de diferentes edades, considerando más variables de medición.
2. Investigar más las enzimas coagulantes del estómago de alpaca, evaluando su eficiencia en comparación con otros coagulantes naturales y comerciales.
3. Realizar estudios comparativos con otras especies de CSA, como llamas, guanacos y vicuñas, para evaluar similitudes y diferencias morfométricas y bioquímicas del estómago.
4. Continuar con estudios moleculares para la identificación y caracterización de las enzimas coagulantes presentes en los compartimentos del estómago de alpaca.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, G. P., Ratto, M. H., Huanca, W., & Singh, J. (2005). Ovulation-Inducing Factor in the Seminal Plasma of Alpacas and Llamas1. *Biology of Reproduction*, 73(3), 452-457. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.040097>
- Addis, M., Piredda, G., & Pirisi, A. (2008). The use of lamb rennet paste in traditional sheep milk cheese production. *Small Ruminant Research*, 79(1), 2.
- Bello, A., Onyeanusi, B., Sonfada, M., Adeyanju, J., Umaru, M., & Onu, J. (2013). Gross Embryonic Differentiation of the Stomach of the One Humped Camel (Camelus dromedarius). *Anatomy & Physiology*, 04(01). <https://doi.org/10.4172/2161-0940.1000131>
- Bohlken, H. (1960). Remarks on the Stomach and the Systematic Position of the Tylopoda. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 134(2), 207-215. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1960.tb05588.x>
- Boudjenah, S., Isselane, S., & Mati, A. (2017). Study of the Affinity of Extracts from Dromedary Abomasums for Cow's Milk. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 12(3). <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2017.12.555849>
- Boudjenah, S., Louis, L. C., Farida, M.-M., Zennia, S., Mahboub, N., Elkhair, S. O., & Mati, A. (2011). Comparative study of milk clotting activity of crude gastric enzymes extracted from camels' abomasum at different ages and commercial enzymes (rennet and pepsin) on bovine and camel milk. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23, 301-310.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Bustamante, M., Chávarri, F., Santisteban, A., Ceballos, G., Hernández, I., Miguélez, M. J., Aranburu, I., Barrón, L. J., Virto, M., & De Renobales, M. (2000). Coagulating and lipolytic activities of artisanal lamb rennet pastes. *The Journal of Dairy Research*, 67(3), 393-402. <https://doi.org/10.1017/s0022029900004350>
- Castro, A., Díaz, M., Mendoza-Torres, G., Llerena-Zavala, C., Ghezzi, M., & Barbeito, C. (2018). Morphology of alpaca (*Vicugna pacos*) embryos in the first third of pregnancy. *Reproduction in Domestic Animals*, 53(3), 655-666. <https://doi.org/10.1111/rda.13155>
- Córdova, J. S., & Paitan, E. (2013). *Determinación de parámetros para obtención y conservación de cuajo de bovino adulto*. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2638?show=full>

- Corzo, C. A., Waliszewski, K. N., & Welte-Chanes, J. (2012). Pineapple fruit bromelain affinity to different protein substrates. *Food Chemistry*, 133(3), 631-635. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.119>
- Dalgleish, D. G., & Corredig, M. (2012). The Structure of the Casein Micelle of Milk and Its Changes During Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3(Volume 3, 2012), 449-467. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101214>
- Del Valle, I., De La Fuente, G., & Fondevila, M. (2008). Ciliate protozoa of the forestomach of llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Vicugna pacos*) from the Bolivian Altiplano. *Zootaxa*, 1703(1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1703.1.4>
- Dobler, J. (2015). *Evaluación de uso de proteasas de estómagos de conejo en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de queso frescos y madurados*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58940>
- Elagamy, E.-S. (2000). Physicochemical, molecular and immunological characterization of camel calf rennet: A comparison with buffalo rennet. *Journal of Dairy Research*. https://www.academia.edu/96191910/Physicochemical_molecular_and_immunological_characterization_of_camel_calf_rennet_a_comparison_with_buffalo_rennet
- Engelhardt, W., Ali, K. E., & Wipper, E. (1979). Absorption and secretion in the tubiform forestomach (compartment 3) of the llama. *Journal of Comparative Physiology*, 132(4), 337-341. <https://doi.org/10.1007/BF00799047>
- Engelhardt, W., Dycker, Ch., & Lechner-Doll, M. (2007). Absorption of short-chain fatty acids, sodium and water from the forestomach of camels. *Journal of Comparative Physiology B*, 177(6), 631-640. <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0161-8>
- Ferrandini, E. (2006). *Elaboración de queso de Murcia al Vino con cuajo natural en pasta*. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/169>
- Ferrer, M. S., Jones, M., Anderson, D. E., & Larson, R. (2013). Ultrasonographic parameters of fetal well-being and development in alpacas. *Theriogenology*, 79(9), 1236-1246. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.03.011>
- Flores, W. (2022). *Morfoanatomía macroscópica en el desarrollo del estómago fetal de alpaca Huacaya (Vicugna pacos)*. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1082>
- Fowler, M. E. (2008). Camelids Are Not Ruminants. En *Zoo and Wild Animal Medicine* (pp. 375-385). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-141604047-7.50049-X>

- Fox, P. F. (1969). Milk-clotting and proteolytic activities of rennet, and of bovine pepsin and porcine pepsin. *Journal of Dairy Research*, 36(3), 427-433. <https://doi.org/10.1017/S0022029900012942>
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. L. H., & O'Mahony, J. A. (2015). *Dairy Chemistry and Biochemistry*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>
- Gazitúa, F. J., Corradini, P., Ferrando, G., Raggi, L. A., & Parraguez, V. H. (2001). Prediction of gestational age by ultrasonic fetometry in llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). *Animal Reproduction Science*, 66(1-2), 81-92. [https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(01\)00083-5](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(01)00083-5)
- Harboe, M., Broe, M., & Qvist, K. (2010). The Production, Action and Application of Rennet and Coagulants. En *Technology of Cheesemaking: Second Edition* (pp. 98-129). <https://doi.org/10.1002/9781444323740.ch3>
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Rosadio, R., & Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1485), 2575-2584. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- Kappeler, S., Farah, Z., & Puhani, Z. (1998). Sequence analysis of *Camelus dromedarius* milk caseins. *The Journal of Dairy Research*, 65(2), 209-222. <https://doi.org/10.1017/s0022029997002847>
- Kim, T.-H., & Shivdasani, R. A. (2016). Stomach development, stem cells and disease. *Development*, 143(4), 554-565. <https://doi.org/10.1242/dev.124891>
- Kumar, R., Mahajan, S., Kumar, A., & Singh, D. (2011). Identification of variables and value optimization for optimum lipase production by *Bacillus pumilus* RK31 using statistical methodology. *New Biotechnology*, 28(1), 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2010.06.007>
- Larico, H. (2019, diciembre 5). LA ALPACA: Recurso genético del Perú, su importancia científica, crianza y potencial mundial de su fibra como emblema de Puno. *Revista Si crees innovas*. <https://sicreesinnovas.com/la-alpaca-recurso-genetico-del-peru-su-importancia-cientifica-crianza-y-potencial-mundial-de-su-fibra-como-emblema-de-puno/>
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae :secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, Differentiis, synonymis, locis: Vol. v.1* (pp. 1-847). Impensis Direct. Laurentii Salvii. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.542>
- Luciano, L., Reale, E., & Engelhardt, W. v. (1980). The fine structure of the stomach mucosa of the llama (*Lama guanacoe*): II. The fundic region of the hind stomach. *Cell and Tissue Research*, 208(2). <https://doi.org/10.1007/BF00234871>

- Martínez, M., Remón, D., Hernández, A., Riverón, Y., & Martínez-Vasallo, A. (2019). Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos de un coagulante lácteo de estómago de cerdo. *Revista de Salud Animal*, 41(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-570X2019000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mcsweeney, P., & Sousa, M. (2000). Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Le Lait*, 80(3), 293-324. <https://doi.org/10.1051/laite:2000127>
- Melle, L. (2011). *Observation of Fetal Development in Alpacas At Specific Gestational Ages Using Ultrasound, Fetal Dissection , and Computer Aided Tomography Techniques.* yumpu.com. <https://www.yumpu.com/en/document/read/6647362/observation-of-fetal-development-in-alpacas-at-specific/2>
- Mendoza, D. Y., Lopez, M., & Montaña, A. M. (2020). Evaluation of the addition of automatic lipolytic bacteria to stimulate laboratory scale biodegradation of fat effluents of an oil industry. *Acta Nova*, 9(4), 618-640.
- Moatsou, G., Moschopoulou, E., Georgala, A., Zoidou, E., Kandarakis, I., Kaminarides, S., & Anifantakis, E. (2004). Effect of artisanal liquid rennet from kids and lambs abomasa on the characteristics of Feta cheese. *Food Chemistry*, 88(4), 517-525. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.066>
- Moschopoulou, E. (2011). Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Ruminant Research*, 101(1), 188-195. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.039>
- Mujica, F. R. M., & Hernández, J. E. H. (2023). Actividad coagulante del extracto enzimático de tejido abomasal de alpaca sobre leche bovina. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(1), 32-40. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.493>
- Nelson, J. H., Jensen, R. G., & Pitas, R. E. (1977). Pregastric Esterase and other Oral Lipases—A Review. *Journal of Dairy Science*, 60(3), 327-362. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83873-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83873-3)
- Ordiales, E., Benito, M. J., Martín, A., Fernández, M., Hernández, A., & Córdoba, M. de G. (2013). Proteolytic effect of *Cynara cardunculus* rennet for use in the elaboration of 'Torta del Casar' cheese. *Journal of Dairy Research*, 80(4), 429-438. <https://doi.org/10.1017/S0022029913000411>
- Pinto, C., Martín, C., & Cid, D. (2010). *Camélidos sudamericanos: Clasificación, origen y características*. 4.
- Ramet, J. P. (1997). Les Agents de la transformation du lait. In: André ECK, Gillis JC (Eds.), *Le fromage Troisième* (3rd edn.), Tech Doc Lavoisier, France, pp. 165-174.

- San Martin, F., & Bryant, F. C. (1989). Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research*, 2(3), 191-216. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(89\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0921-4488(89)90001-1)
- San-Martin, M., Copaira, M., Zuniga, J., Rodreguez, R., Bustinza, G., & Acosta, L. (1968). *ASPECTS OF REPRODUCTION IN THE ALPACA*. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0160395>
- Sepúlveda, N. (2011). *Manual para el manejo de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Fundación para la Innovación Agraria*. <https://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/1953>
- Sousa, M. J., Ardö, Y., & McSweeney, P. L. H. (2001). Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, 11(4), 327-345. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00062-0)
- Sponheimer, M., Robinson, T., Roeder, B., Hammer, J., Ayliffe, L., Passey, B., Cerling, T., Dearing, D., & Ehleringer, J. (2003). Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. *Small Ruminant Research*, 48(2), 149-154. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00002-6)
- Takahashi, T., & Ohsaka, A. (1970). Purification and characterization of a proteinase in the venom of *Trimeresurus flavoviridis*: Complete separation of the enzyme from hemorrhagic activity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Enzymology*, 198(2), 293-307. [https://doi.org/10.1016/0005-2744\(70\)90062-8](https://doi.org/10.1016/0005-2744(70)90062-8)
- Valivety, R. H., Halling, P. J., Peilow, A. D., & Macrae, A. R. (1992). Lipases from different sources vary widely in dependence of catalytic activity on water activity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Protein Structure and Molecular Enzymology*, 1122(2), 143-146. [https://doi.org/10.1016/0167-4838\(92\)90316-6](https://doi.org/10.1016/0167-4838(92)90316-6)
- Vallenas, A., Cummings, J. F., & Munnell, J. F. (1971). A gross study of the compartmentalized stomach of two new-world camelids, the llama and guanaco. *Journal of Morphology*, 134(4), 399-423. <https://doi.org/10.1002/jmor.1051340403>
- Valles, E., & Furet, J. (1977). Étude des caillottes des bovins à l'état ruminant pour l'obtention d'extraits coagulants à base de pepsine bovine. I. METHODES D'EXTRACTION. *Le Lait*, 57(569_570), 601-618.
- Wei, Z.-Y., Zhang, Y.-Y., Wang, Y.-P., Fan, M.-X., Zhong, X.-F., Xu, N., Lin, F., & Xing, S.-C. (2016). Production of Bioactive Recombinant Bovine Chymosin in Tobacco Plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(5), 624. <https://doi.org/10.3390/ijms17050624>
- Wheeler, J. (1995). Evolution and present situation of the South American camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 54(3), 271-295. [https://doi.org/10.1016/0024-4066\(95\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0024-4066(95)90021-7)

Woo, A. H., & Lindsay, R. C. (1984). Concentraciones de los principales ácidos grasos libres y desarrollo del sabor en variedades de queso italiano 1. *Journal of Dairy Science*, 67(5), 960-968.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81394-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81394-6)

ANEXOS

Anexo 1. Vista panorámica del Camal Municipal de Huancavelica, lugar donde se obtuvo fetos de alpaca, 2024.



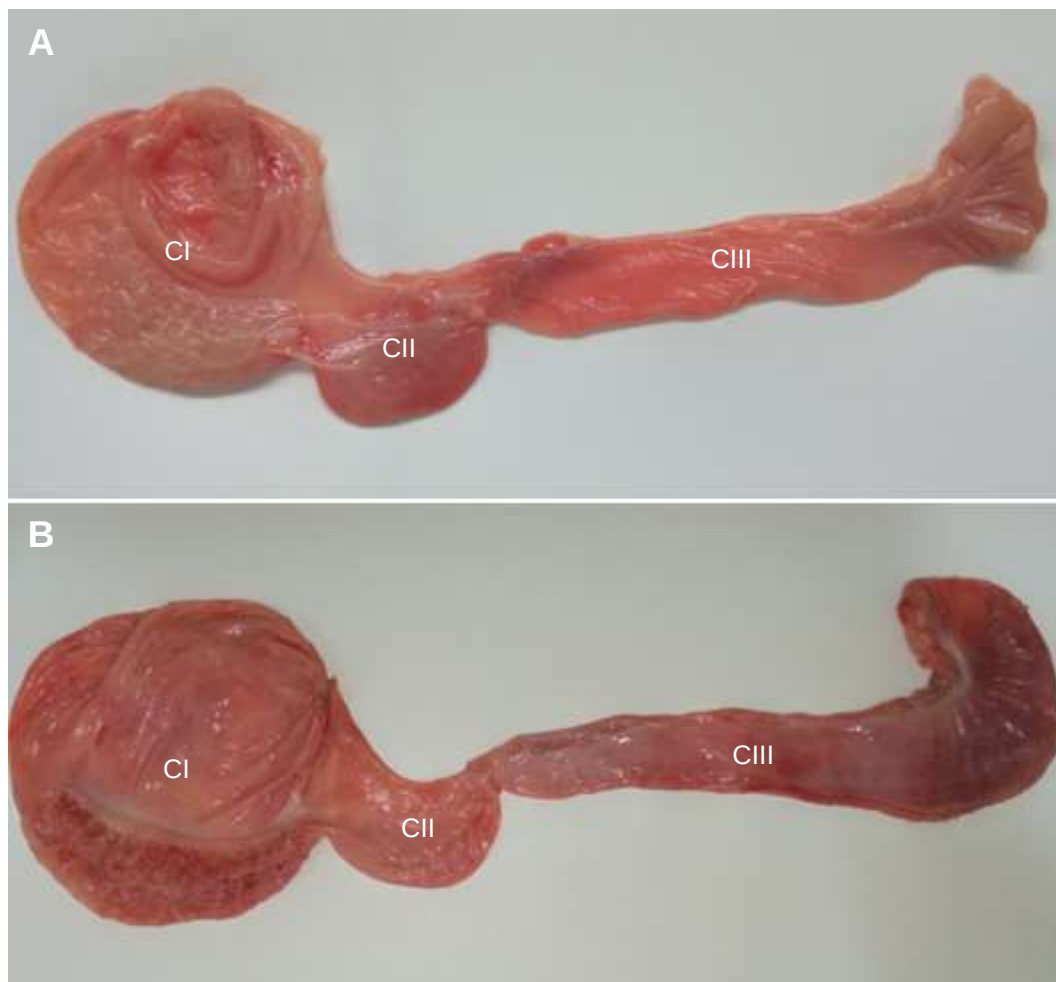
Anexo 2. Recolección de muestras *post mortem*. (A) Feto del último tercio de gestación de *Vicugna pacos* “alpaca” del Camal Municipal de Huancavelica. (B) Cría lactante de *Vicugna pacos* “alpaca” del Centro Poblado de Choccoro, Ayacucho, 2024.



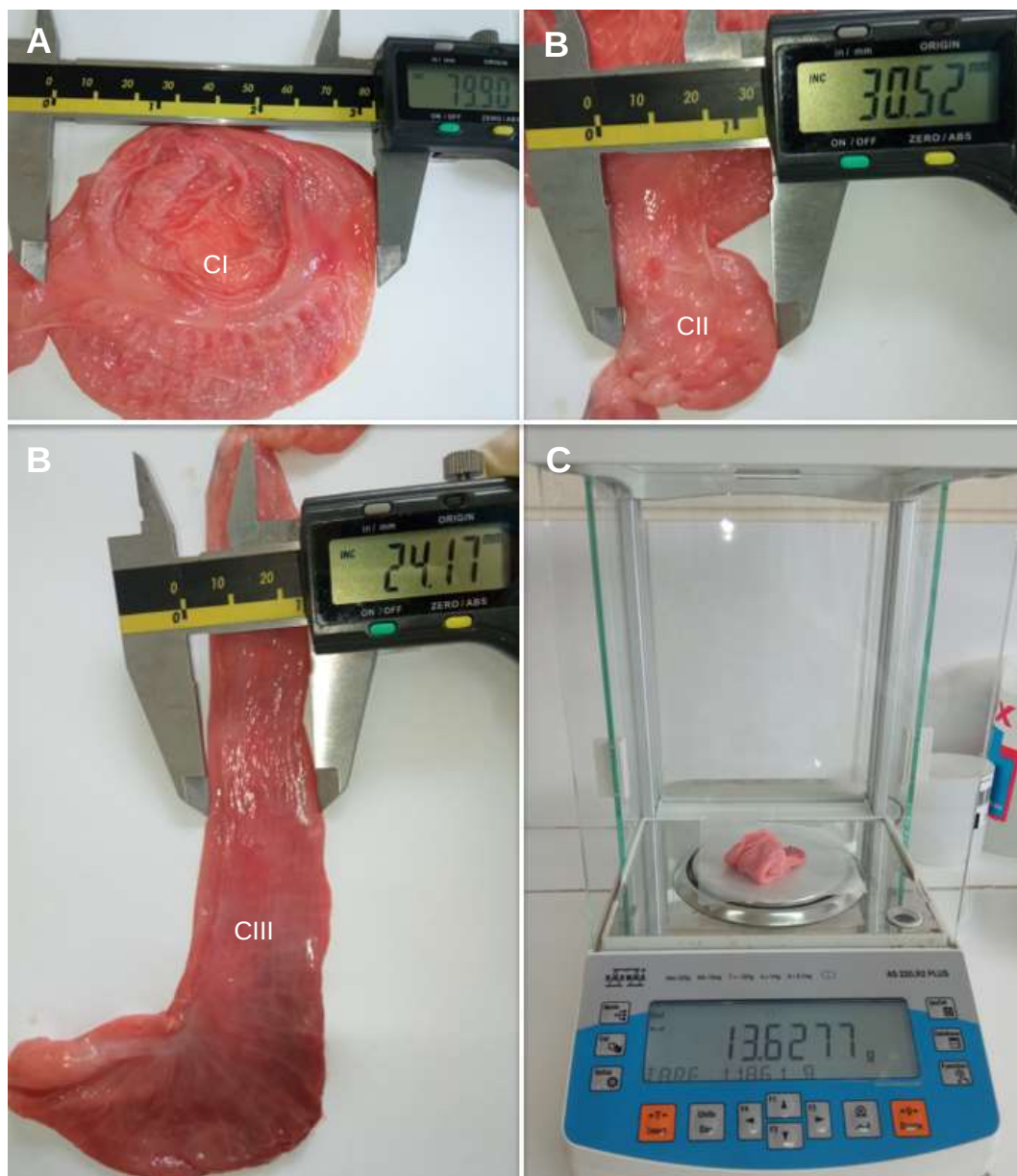
Anexo 3. Medición del diámetro biparietal (DBP) para estimar la edad gestacional del feto, 2024.



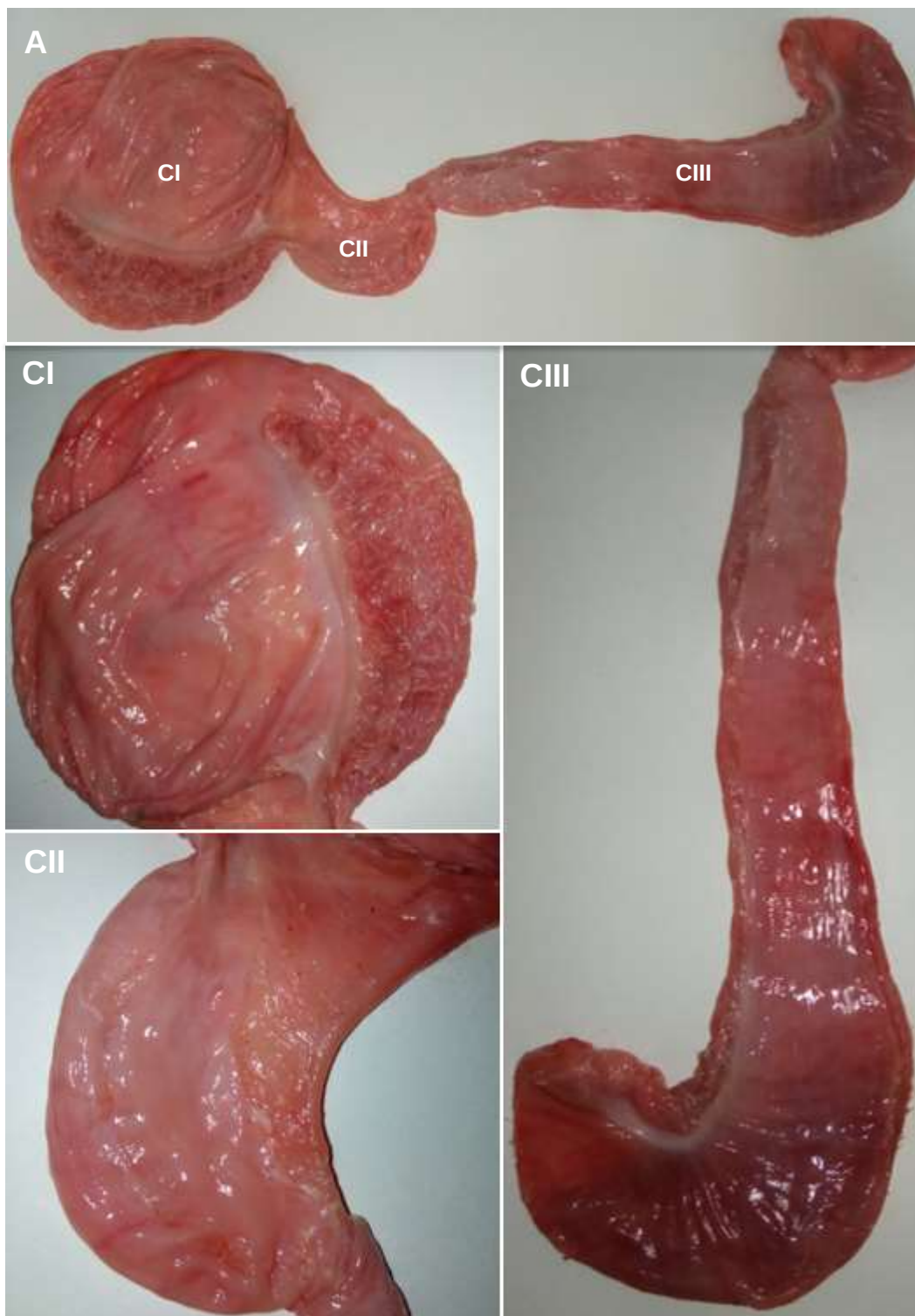
Anexo 4. Vista completa de los compartimentos I, II y III del estómago. (A) Estómago de feto del último tercio de gestación de *Vicugna pacos* “alpaca”. (B) Estómago de cría lactante de *Vicugna pacos* “alpaca”, 2024.



Anexo 5. Medición de las dimensiones (A) largo (mm), (B) ancho (mm) y (C) peso (g) de los compartimentos I (CI), compartimento II (CII) y compartimento (CIII) del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactante de *Vicugna pacos* “alpaca”, 2024.



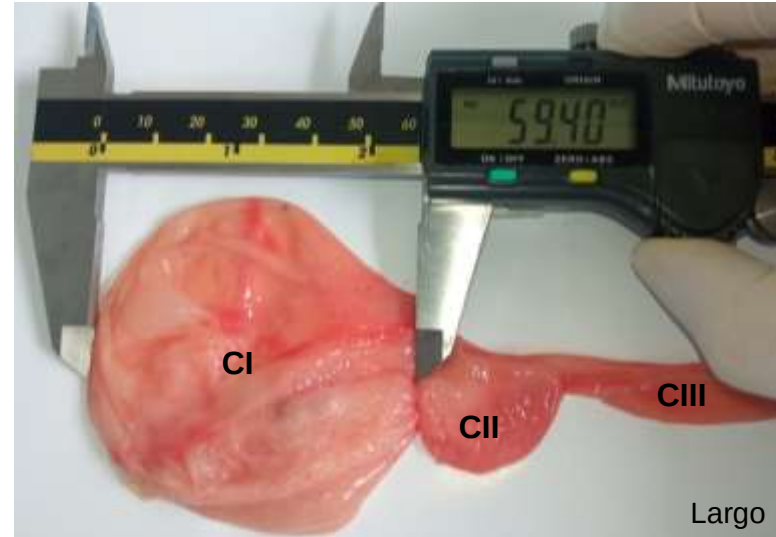
Anexo 6. Estómago de cría lactante de *Vicugna pacos* “alpaca”. (A) Vista completa del estómago. CI: Compartimento I, CII: Compartimento II, CIII: Compartimento III, 2024.



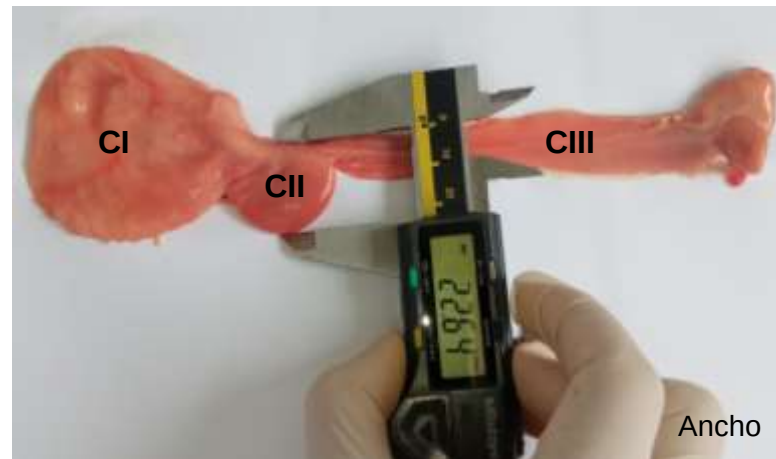
Anexo 7. Flujograma de mediciones morfométricas del estómago, 2024.



Estómagos de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes

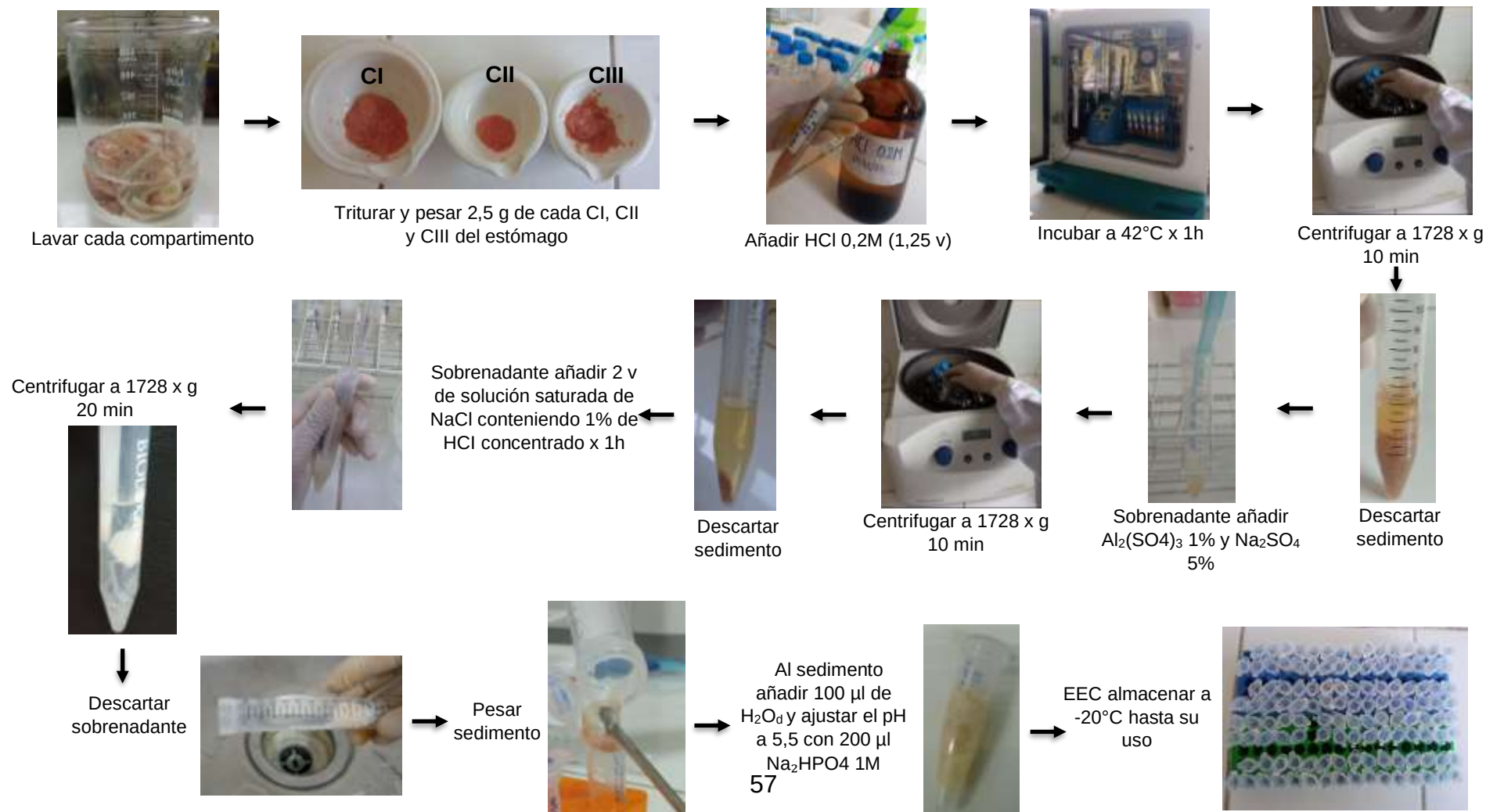


Peso (g) de los compartimentos I, II y III del estómago



56 Medición del estómago: largo (mm), ancho (mm) del compartimento I (CI), compartimento II (CII) y compartimento III (CIII)

Anexo 8. Flujograma de la obtención del extracto enzimático crudo del estómago de feto del último tercio de gestación y cría lactante de alpaca, 2024.

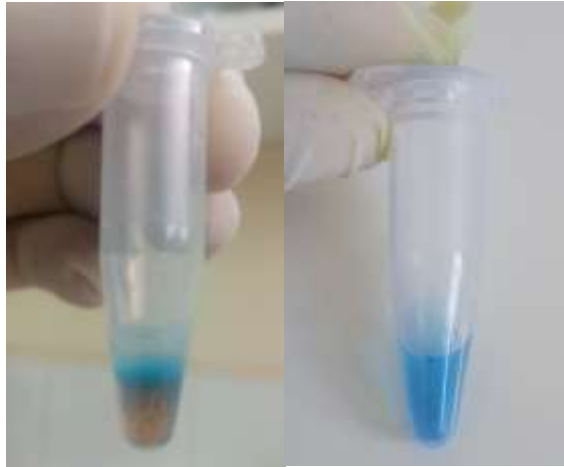


Anexo 9. Flujoograma de cuantificación de proteínas por el método Bradford, 2024.



Curva de calibración

Preparar estándares con concentración de BSA a 0, 2, 4, 8, 10, 12, 16 y 20 $\mu\text{g/ml}$ + Bradford diluido 1:2,5



Lectura de muestras

Añadir 100 μl de EEC diluido 1:800 + 100 μl Bradford diluido 1:2,5 veces y se dejó reaccionar.



Las lecturas de A595 nm se realizaron después de los 5 min y antes de los 60 min.



Se calculó la concentración proteínas de las muestras de EEC en base a la ecuación lineal de la curva de calibración.

Anexo 10. Flujograma de la determinación de fuerza de cuajo, 2024.



Leche fresca



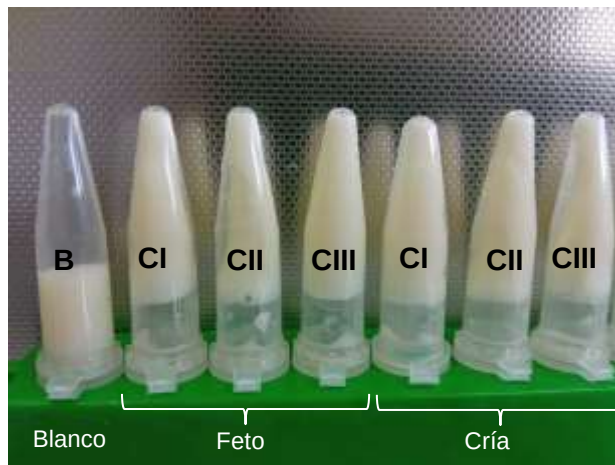
Extracto Enzimático
Crudo (EEC) diluido 1:3



1000 μ l de leche



Atemperar 1000 μ l de leche en
baño María a 37°C x 15 min



Medir el tiempo de coagulación en segundos

Agitar, y luego
atemperar en baño
María a 37°C



Añadir 10 μ l del Extracto
Enzimático Crudo (EEC)



Añadir 137,5 μ l CaCl_2 0,1M

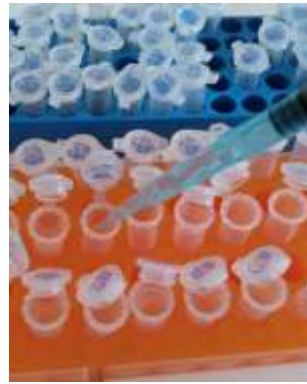
Anexo 11. Flujograma de la determinación de actividad proteolítica, 2024.



Sustrato (caseína al 0,2% en buffer Tris-HCl 0,2 M a pH 8,5)



Extracto Enzimático Crudo (EEC) diluido 1:3



Mezclar 500 μ l de sustrato + 50 μ l de EEC



Agitar 30 s



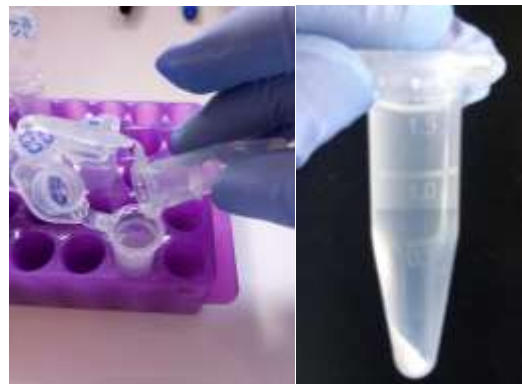
Incubar en baño María a 35°C por 30 min



Detener la reacción con 1 ml de ATC al 5%



Centrifugar 972 x g 30 min a 4°C



Eliminar sedimento



Leer en el espectrofotómetro el sobrenadante a 280 nm

Anexo 12. Flujograma de la determinación de actividad lipolítica, 2024.



Extracto Enzimático
Crudo (EEC) diluido 1:3



Mezclar 5 ml de sustrato emulsionado
con 250 μ l de EEC diluido 1:3



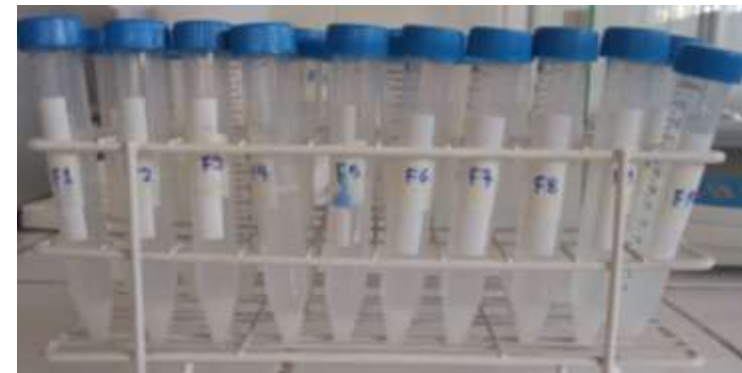
Dejar reaccionar a 35°C por
30 min en baño María



Detener la reacción con 2,5 ml de
etanol absoluto.



Anotar el volumen gastado de
NaOH 0,01 M



Titular con NaOH 0,01 M utilizando como
indicador fenolftaleína al 0,5%.

Anexo 13. Ficha de determinaciones morfométricas del estómago de *Vicugna pacos* “alpaca” en fetos del último tercio de gestación, 2024.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS N°...											
Muestra N°	Diámetro biparietal (cm)	Edad (días)	Medidas y peso de los compartimentos del estómago								
			Compartimento (I)			Compartimento (II)			Compartimento (III)		
			Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)

Anexo 14. Ficha de determinaciones morfométricas del estómago de *Vicugna pacos* “alpaca” en crías lactantes, 2024.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS N°...												
Muestra N°	Fecha de registro de nacimiento	Fecha de registro <i>post mortem</i>	Edad (días)	Medidas y peso de los compartimentos del estómago								
				Compartimento (I)			Compartimento (II)			Compartimento (III)		
				Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso (g)

Anexo 15. Matriz de consistencia.

Título: Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de *Vicugna pacos* “alpaca” en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes.

Autor: Yanet Rosmery Tenorio Bautista

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo varían las dimensiones del estómago y la actividad enzimática en los compartimentos I, II y III en fetos del último tercio de gestación y en crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”?	Objetivo general Determinar la morfometría y caracterizar bioquímicamente los compartimentos del estómago de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. Objetivos específicos 1.Determinar las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. 2.Determinar la concentración de proteínas totales en el Extracto Enzimático Crudo (EEC) obtenidos de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. 3.Evaluar la fuerza de cuajo del EEC obtenidos de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. 4.Determinar la actividad proteolítica y lipolítica del EEC obtenidos de los compartimentos I, II y III de fetos durante el último tercio de gestación y crías lactantes de alpaca. 5.Comparar los resultados de morfometría y caracterización bioquímica, a fin de establecer el compartimento donde se concentra la actividad coagulante.	Las dimensiones de los compartimentos I, II y III del estómago de fetos en el último tercio de gestación y en crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” aumenta gradualmente según la edad. La mayor actividad coagulante se concentra en el compartimento III de fetos del último tercio de gestación, que es funcionalmente análogo al abomaso de los rumiantes.	Variables independientes 1.Fetos de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” del último tercio de gestación Indicador: Diámetro biparietal en centímetros (cm). 2.Crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” Indicador: Fecha de registro de nacimientos. Variables dependientes 1.Morfometría del estómago fetal del último tercio de gestación y cría lactante de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca”. Indicador: longitud (cm), ancho (cm) y peso (gr) de los compartimentos I, II y III. 2.Concentración de proteínas del Extracto Enzimático Crudo de los compartimentos I, II y III. Indicador: µg proteína mL⁻¹ 3.Fuerza de coagulación del Extracto Enzimático Crudo de los compartimentos I, II y III. Indicador: Unidades Soxlet (US) 4.Actividad proteolítica del Extracto Enzimático Crudo de los compartimentos I, II y III. Indicador: Unidades de Actividad Enzimática (UAE). 5.Actividad lipolítica del Extracto Enzimático Crudo de los compartimentos I, II y III. Indicador: Unidades de Actividad Enzimática	Tipo de investigación Básica Nivel de la Investigación Básica Diseño de investigación Descriptivo Población Estómagos de fetos del último tercio de gestación y crías lactantes de <i>Vicugna pacos</i> “alpaca” <i>post mortem</i>. Muestra 22 estómagos de fetos de alpaca del último tercio de gestación y 30 estómagos de crías lactantes <i>post mortem</i>. Metodología 1.Estimación de la edad gestacional del feto Se determinó según establecido por (Gazitúa et al., 2001). 2.Obtención del extracto enzimático crudo Se utilizó el método descrito por (Valles y Furet, 1997). 3.Determinación de proteínas por el método de Bradford Se determinó con el método de (Bradford, 1976). 4.Determinación del tiempo de coagulación Se determinó por el método descrito por (Wei et al., 2016). 5.Determinación de actividad proteolítica Se realizó según el método descrito por (Corzo et al., 2012). 6.Determinación de actividad lipolítica Se utilizó el método descrito por (Velivety et., 1992).

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Yanet Rosmery TENORIO BAUTISTA
RESOLUCIÓN DECANAL N° 547-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día jueves doce de diciembre del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA, el Dr. Pedro AYALA GÓMEZ (miembro – jurado), Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS (miembro – jurado), Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO (miembro – jurado), Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA (miembro – asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de *Vicugna pacos* "alpaca" en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes**, presentada por la Bach. Yanet Rosmery TENORIO BAUTISTA; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del jurado evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Pedro AYALA GÓMEZ	17	17	17
Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS	18	17	18
Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO	17	17	17
		PROMEDIO	17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con veinte minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente

Dr. Pedro AYALA GÓMEZ
Miembro – Jurado

Blgo. César Justo RODOLFO VARGAS
Miembro – Jurado

Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO
Miembro – Jurado

Dr. Fidel Rodolfo MUJICA LENGUA
Miembro – Asesor

Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA
Secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 005-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de *Vicugna pacos* "alpaca" en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes**, por YANET ROSMERY TENORIO BAUTISTA; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 10%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 08 de marzo de 2025.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de Vicugna pacos “alpaca” en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes

por Yanet Rosmery TENORIO BAUTISTA

Fecha de entrega: 07-mar-2025 12:47p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2608128570

Nombre del archivo: TENORIO_BAUTISTA-_Yanet_Rosmery-_pregrado-_2024_TURNITIN.pdf (407.6K)

Total de palabras: 9541

Total de caracteres: 47976

Morfometría y caracterización bioquímica del estómago de Vicugna pacos “alpaca” en fetos del último tercio de gestación y crías lactantes

INFORME DE ORIGINALIDAD

10 %

INDICE DE SIMILITUD

10 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

1 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unamba.edu.pe

Fuente de Internet

4 %

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1 %

3

www.scielo.org.mx

Fuente de Internet

1 %

4

core.ac.uk

Fuente de Internet

1 %

5

es.scribd.com

Fuente de Internet

1 %

6

www.scielo.org.pe

Fuente de Internet

1 %

7

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

< 1 %

8

Submitted to Universidad San Francisco de
Quito

Trabajo del estudiante

< 1 %

9

sisbib.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 30 words
Excluir bibliografía	Activo		