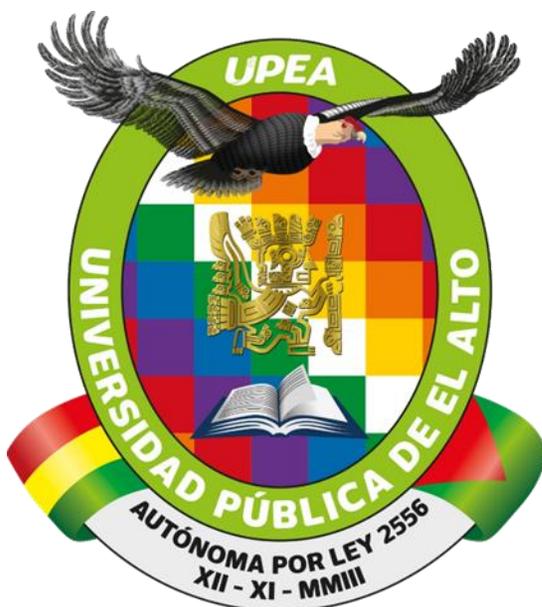


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN ZOMETRÍCA EN LLAMAS (*Lama glama*)
DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE MACHACA DEL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Por:

Noemi Martha Chuilla Chuilla

EL ALTO – BOLIVIA

Diciembre, 2024

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN ZOMETRÍCA EN LLAMAS (*Lama glama*) DEL MUNICIPIO DE SAN
ANDRÉS DE MACHACA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniera Agrónoma*

Noemi Martha Chuilla Chuilla

Asesores:

Ph. D. Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Cesar Humberto Quispe Paxipati

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

Lic. Ing. Romel Mauricio Lopez Ticona

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

Dedico esta tesis a DIOS y mis padres, quienes con su sacrificio y amor me mostraron el verdadero significado de la perseverancia y el esfuerzo. A mis hermanos, que siempre ha estado a mi lado, apoyándome sin importar las circunstancias. A mi pareja y mis amigos y al grupo de kpop bts, que con su música me alentaron en cada momento. Y por último a mi bebe Matías que no está conmigo, pero siempre está en mi corazón Esta dedicación es para ti, por ser la luz que me guía.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradezco a Dios, por ser mi fuerza y mi guía durante este proceso. Sin su gracia y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, quienes siempre creyeron en mí y me brindaron su apoyo incondicional. Ellos son mi pilar y el ejemplo de perseverancia y amor. Gracias por cada sacrificio hecho, por cada palabra de aliento y por ser la inspiración constante que me impulsa a alcanzar mis sueños. A mis hermanos, que han estado a mi lado en cada etapa de este proceso

A la Universidad Pública de El Alto, a esta casa superior de estudio por acogerme, enseñarme, inculcarme estos valores y al Director de la carrera Ingeniería Agronómica Ing. Daniel Condori por todo el apoyo que me brindó.

A mis docentes, Ph. D. Pedro Delgado y al M. Sc. Ing. Ramiro Raul Ochoa por ser una inspiración de profesionales y por su apoyo incondicional que me brindan y por haberme inculcado la inquietud por la investigación y como así también por colaborar con su asesoría y la confianza depositada en mí persona cuyo conocimiento y dedicación me guiaron durante mi formación académica.

Ing. Cesar Humberto Quispe, M, Sc. Ing. Pedro Mamani y al Ing. Romel M. Lopez que me brindaron su apoyo con su inmenso conocimiento durante la investigación incondicionalmente.

A mis amigos, por compartir conmigo los momentos buenos y los difíciles. Gracias por las risas, por el ánimo en las largas noches de estudio y por hacer de este recorrido una experiencia inolvidable.

Y finalmente, agradezco a los integrantes de la banda BTS: Kim Namjoon (RM), Kim Seokjin (Jin), Min Yoongi (Suga), Jung Hoseok (J-Hope), Park Jimin (Jimin), Kim Taehyung (V) y Jeon Jungkook (Jungkook). Su música y mensajes llenos de esperanza y superación fueron una gran fuente de inspiración y consuelo durante este proceso. Gracias por recordarme que debo "Amarme a mí mismo" y seguir adelante, sin importar los obstáculos.

Este trabajo no es solo un logro personal, es un reflejo de todos aquellos que estuvieron a mi lado, apoyándome sin reservas. A todos ustedes, gracias de corazón

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Origen y evolución de los camelidos	5
2.1.1. Camélidos en Bolivia	5
2.1.2. Población de camélidos.....	6
2.2. Taxonomía	7
2.2.1. Ecotipos de llama.....	7
2.2.2. Q'ara (llama)	8
2.2.3. Tampulli (llama)	8

2.2.4.	Intermedia (llama).....	8
2.3.	Categoría dentaria.....	8
2.4.	Zoometría.....	9
2.4.1.	Medidas zoometricas.....	9
2.4.1.1.	El bastón zoometrico (calímetro).....	9
2.4.1.2.	Cinta métrica.....	9
2.4.1.3.	Balanza electrónica.....	10
2.4.2.	Índices zoometricos.....	10
2.4.2.1.	Altura la cruz.....	10
2.4.2.2.	Perímetro torácico.....	10
2.4.2.3.	Perímetro abdominal.....	10
2.4.2.4.	Longitud del cuello.....	11
2.4.2.5.	Longitud del cuerpo.....	11
2.4.2.6.	Ancho de grupa.....	11
2.4.2.7.	Longitud de la cabeza.....	12
2.4.2.8.	Longitud de oreja.....	12
2.4.2.9.	Distancia entre ojos.....	12
2.4.2.10.	Peso vivo.....	13
2.4.2.10.1.	Ecuación de predicción para peso vivo.....	13
2.5.	Factores que afectan la ganancia de peso vivo.....	14
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	Localización.....	15
3.1.1.	Ubicación geográfica.....	15
3.1.2.	Características ecológicas.....	15
3.1.2.1.	Clima.....	15
3.1.2.2.	Flora.....	15

3.1.2.3. Fauna.....	15
3.2. Materiales.....	17
3.2.1. Material biológico.....	17
3.2.2. Material de escritorio	17
3.2.3. Material de campo	18
3.3. Metodología	18
3.3.1. Métodos	18
3.3.1.1. Tamaño de la muestra.....	19
3.3.2. Desarrollo del ensayo	19
3.3.2.1. Definición del lugar de estudio	19
3.3.2.2. Selección e identificación de las llamas.....	20
3.4. Diseño experimental	21
3.4.1. Factores de estudio	22
3.5. Variables de respuesta	23
3.5.1. Altura a la cruz (AC) cm.....	23
3.5.2. Perímetro torácico (PT) cm	23
3.5.3. Perímetro abdominal (PA) cm	23
3.5.4. Longitud de cuello (LC) cm.....	23
3.5.5. Longitud de cuerpo (LC) cm	23
3.5.6. Ancho de grupa (AD) cm	23
3.5.7. Longitud de la cabeza (LC) cm.....	23
3.5.8. Longitud de la oreja (LO) cm	24
3.5.9. Distancia entre ojos (DEO) cm.....	24
3.5.10. Peso vivo (PV) kg	24
3.6. Predicción del peso vivo a partir de medidas zoométricas.....	24
3.6.1. Como se genera la ecuación de predicción	24

3.6.1.1.	Recolecta de datos	24
3.6.1.2.	Análisis estadístico	25
3.6.1.3.	Como se genera la ecuación de predicción.....	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1.	Características zoometricas	27
4.1.1.	Altura cruz.....	27
4.1.2.	Perímetro torácico.....	29
4.1.1.	Análisis de efectos simples para perímetro torácico.....	29
4.1.2.	Perímetro abdominal	32
4.1.3.	Longitud del cuello.....	34
4.1.4.	Largo de cuerpo.....	36
4.1.5.	Ancho de grupa.....	38
4.1.6.	Longitud de cabeza	40
4.1.7.	Longitud de oreja	42
4.1.1.	Efectos simples para longitud de oreja por categoría dentaria	42
4.1.2.	Distancia entre ojos	44
4.1.3.	Peso vivo.....	46
4.1.4.	Ecuación de predicción para determinar el peso vivo mediante medidas zoometricas.....	50
5.	CONCLUSIONES	54
6.	RECOMENDACIONES.....	55
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	56
8.	ANEXOS	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Población de camélidos domésticos en la región andina	6
Cuadro 2. Población de camélidos en Bolivia	7
Cuadro 3. Análisis de varianza para altura cruz (cm) de llamas intermedio	27
Cuadro 4. Análisis comparativo Duncan de la variable altura a la cruz (cm)	28
Cuadro 5. Análisis de varianza para perímetro torácico (cm).....	29
Cuadro 6. Análisis de efectos simples para perímetro torácico.....	30
Cuadro 7. Análisis comparativo Duncan de la variable perímetro torácico (cm).....	30
Cuadro 8. Análisis de varianza para perímetro abdominal (cm).....	32
Cuadro 9. Análisis comparativo Duncan de la variable perímetro abdominal (cm)	33
Cuadro 10. Análisis de varianza para longitud de cuello (cm)	34
Cuadro 11. Análisis comparativo Duncan de la variable longitud de cuello (cm)	35
Cuadro 12. Análisis de varianza para largo de cuerpo (cm)	36
Cuadro 13. Análisis comparativo Duncan de la variable largo de cuerpo (cm)	37
Cuadro 14. Análisis de varianza para ancho de drupa (cm)	38
Cuadro 15. Análisis comparativo Duncan de ancho de drupa en (cm)	39
Cuadro 16. Análisis de varianza para longitud de cabeza (cm)	40
Cuadro 17. Análisis comparativo Duncan para longitud de cabeza (cm).....	41
Cuadro 18. Análisis comparativo para longitud de oreja (cm)	42
Cuadro 19. Efectos simples para longitud de oreja por categoría dentaria	43
Cuadro 20. Análisis comparativo Duncan para longitud de oreja (cm)	43
Cuadro 21. Análisis de varianza para distancia entre ojos (cm)	45
Cuadro 22. Análisis comparativo Duncan para distancia entre ojos (cm).....	45
Cuadro 23. Análisis de varianza para peso vivo (Kg).....	46
Cuadro 24. Análisis de efecto simple de peso vivo por categoría según el sexo (Kg)	47
Cuadro 25. Análisis de regresión por el método Stepwise (hembras)	50

Cuadro 26. análisis de regresión por el método Stepwise (hembras).....	50
Cuadro 27. Análisis de regresión por el método stepwise (machos)	51
Cuadro 28. Análisis de regresión por el método stepwise (machos)	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación de San Andrés de Machaca (SIG-UDAPE, 2006).....	16
Figura 2.	Material biológico (<i>lama glama</i>).....	17
Figura 3.	Diente de leche y dos dientes (cambiados)	21
Figura 4.	Cuatro dientes y boca llena	21
Figura 5.	Medidas zoometricas.....	25
Figura 6.	Análisis de comparación de medias de Duncan para la variable de peso vivo por categorías según el sexo.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Primera visita ala comunidad San Andres de Machaca	63
Anexo 2.	Clasificación de llamas por categoría dentaria y sexo.....	63
Anexo 3.	Segundo grupo de llamas de la comunidad San Andres de Machaca.....	64
Anexo 4.	Tercer grupo de llamas de la comunidad de San Andres de Machaca.....	64
Anexo 5.	Toma de datos de las variables altura la cruz y longitud de oreja.....	65
Anexo 6.	Toma de datos de longitud de cuello y distancia entre ojos	65
Anexo 7.	Toma de datos de ancho de drupa	66
Anexo 8.	Sujeción de las llamas para toma de datos	66
Anexo 9.	Toma de peso de las llamas en balanza.....	67
Anexo 10.	Balanza para la toma de peso de las llamas.....	67
Anexo 11.	Sujeción de la llama para ponerlo ala balanza.....	68
Anexo 12.	Equipo colaborador	68
Anexo 13.	Segundo equipo colaborador.....	69
Anexo 14.	Herramientas de trabajo el calimetro.....	69

ABREVIATURAS

cm	Centímetro
AC	Altura a la cruz
PT	Perímetro torácico
LP	Longitud de cuello
LC	Longitud de cuerpo
AD	Ancho de drupa
LCA	Longitud de cabeza
LO	Longitud de oreja
PV	Peso vivo
CV	Coefficiente de variación

RESUMEN

La tesis "Evaluación Zoométrica en Llamas tipo intermedio (*Lama glama*)" se llevó a cabo en el municipio de San Andrés de Machaca, Departamento de La Paz, Bolivia, con el objetivo de analizar las medidas zoométricas de llamas de tipo intermedio y generar ecuaciones para estimar el peso vivo de estos animales a partir de dichas medidas. Se trabajó con 446 llamas de tipo intermedio, clasificadas por categoría dentaria y sexo. Se empleó un diseño experimental bifactorial para analizar las medidas zoométricas de las llamas en función de la edad y el sexo, incluyendo variables como la altura a la cruz, el perímetro torácico, la longitud del cuello y la longitud del cuerpo. Las ecuaciones de predicción del peso vivo se generaron mediante análisis de regresión lineal múltiple, utilizando el método Stepwise para identificar las variables predictoras más significativas. Los resultados del estudio mostraron diferencias significativas en las medidas zoométricas según la categoría dentaria y el sexo de las llamas. Se encontró que la altura a la cruz y el perímetro torácico eran variables altamente correlacionadas con el peso vivo de los animales. La ecuación de predicción desarrollada permite estimar el peso vivo con alta precisión, proporcionando una herramienta práctica para los productores que no cuentan con acceso a balanzas, que suelen ser costosas e inaccesibles en muchas comunidades rurales. En conclusión, la evaluación zoométrica de llamas en el municipio de San Andrés de Machaca proporciona información útil para la mejora de la calidad genética y la gestión del manejo de los rebaños. Las ecuaciones de predicción desarrolladas permiten estimar el peso vivo de las llamas sin necesidad de equipos especializados, contribuyendo a la rentabilidad y sostenibilidad de la ganadería camélida en la región andina de Bolivia.

ABSTRACT

The thesis "Zoometric Evaluation in Intermediate-Type Llamas (*Lama glama*)" was conducted in the municipality of San Andrés de Machaca, Department of La Paz, Bolivia, with the aim of analyzing the zoometric measurements of intermediate-type llamas and generating equations to estimate the live weight of these animals based on these measurements. The study involved 446 intermediate-type llamas, classified by dental category and sex. A bifactorial experimental design was used to analyze the zoometric measurements of llamas according to age and sex, including variables such as height at the withers, chest circumference, neck length, and body length. The live weight prediction equations were generated through multiple linear regression analysis, using the Stepwise method to identify the most significant predictor variables. The study results showed significant differences in the zoometric measurements according to the dental category and sex of the llamas. It was found that height at the withers and chest circumference were highly correlated with the animals' live weight. The developed prediction equation allows for the estimation of live weight with high precision, providing a practical tool for producers who do not have access to scales, which are often costly and inaccessible in many rural communities. In conclusion, the zoometric evaluation of llamas in the municipality of San Andrés de Machaca provides useful information for improving genetic quality and herd management. The developed prediction equations allow for the estimation of live weight without the need for specialized equipment, contributing to the profitability and sustainability of camelid farming in the Andean region of Bolivia

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería de camélidos en la región Andina de Bolivia constituye un pilar fundamental para las comunidades locales, tanto en términos económicos como culturales. Los camélidos domésticos, como la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*), no solo representan una fuente de ingreso mediante la producción de carne y fibra, sino que también juegan un rol significativo en la subsistencia y tradición de las poblaciones andinas. En particular, las llamas se han adaptado exitosamente a las extremas condiciones ambientales del Altiplano, siendo una especie clave para la producción en zonas marginales y de alta altitud, donde otras actividades agropecuarias son difíciles de desarrollar (Pérez *et al.*, 2024).

A pesar de la importancia de la cría de camélidos, existen vacíos de información sobre las características zoométricas de estos animales, lo cual afecta negativamente la planificación de la reproducción y la calidad genética de los rebaños (García *et al.*, 2022).

La evaluación zoométrica, que incluye la medición de diferentes dimensiones corporales, es fundamental para comprender el estado físico y el potencial productivo de los animales, lo que permite a los productores mejorar sus prácticas de manejo y seleccionar los ejemplares más aptos para la reproducción (Ríos *et al.*, 2021).

El presente estudio tiene como objetivo proporcionar información actualizada sobre las medidas corporales de las llamas del Municipio de San Andrés de Machaca, en el departamento de La Paz, con el fin de desarrollar ecuaciones predictivas que permitan estimar el peso vivo a partir de dichas medidas. Esto proporcionará a los productores herramientas prácticas para mejorar la rentabilidad de la cría de llamas y la calidad de sus rebaños, promoviendo la sostenibilidad de la ganadería camélida en la región andina de Bolivia (Sánchez y Rivera, 2023). Además, se busca combinar el conocimiento tradicional con nuevas tecnologías y metodologías de evaluación, promoviendo la integración del conocimiento científico con el saber local, para fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a los desafíos económicos y ambientales (Quispe y Flores, 2023).

Los camélidos son el principal medio de subsistencia y fuente de proteína para las comunidades indígenas de diferentes regiones del mundo estos proporcionan fibra, fertilizante orgánico, energía de tiro y transporte, por lo que son indispensables para los medios de vida de los pastores según nos indica (FAO, 2017).

1.1. Antecedentes

Durante la época colonial, la introducción de especies europeas disminuyó parcialmente la importancia de los camélidos en la región andina. Sin embargo, hoy en día, estos animales han vuelto a ocupar un lugar relevante tanto cultural como económicamente, debido al reconocimiento de sus contribuciones únicas a la vida rural. La llama, en particular, destaca por su extraordinaria capacidad de adaptarse a las duras condiciones del Altiplano boliviano, donde otras especies encuentran dificultades para sobrevivir (Miranda y Villarroel, 2023).

En cuanto a las investigaciones recientes, la evaluación de las medidas zoométricas de las llamas, como la altura a la cruz, el perímetro torácico y la longitud del cuerpo, se ha convertido en una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia de la producción ganadera. Estas mediciones permiten a los productores identificar los ejemplares con mejores características productivas, lo cual es crucial para seleccionar animales de alta calidad genética, optimizar la alimentación y mejorar la salud general de los rebaños (Ríos et al., 2021). Además, estudios recientes han destacado la importancia de la creación de ecuaciones predictivas para estimar el peso vivo mediante estas mediciones. Estas ecuaciones son esenciales para la gestión eficiente del ganado, especialmente en zonas donde el acceso a tecnología avanzada es limitado, como en áreas rurales remotas del Altiplano (Sánchez y Rivera, 2023).

La producción de camélidos sudamericanos, y en particular de llamas (*Lama glama*), representa una actividad crucial para la economía y la cultura de la región andina de Bolivia. Históricamente, las llamas han sido el principal sustento de las comunidades indígenas, proporcionando carne, fibra y servicios de transporte en un entorno de difícil acceso y condiciones extremas. Las llamas forman un componente esencial del sistema ganadero del Altiplano boliviano, donde la agricultura convencional se ve limitada por la baja precipitación y la gran altitud (García et al., 2005).

En décadas recientes, la ganadería de camélidos se ha consolidado como una actividad estratégica para la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades del Altiplano. Sin embargo, aún existen desafíos significativos debido a la falta de información técnica precisa sobre las características zoométricas de estos animales. La ausencia de datos actualizados dificulta la implementación de prácticas adecuadas de manejo y reproducción,

lo cual afecta negativamente la calidad genética y la productividad de los rebaños (García *et al.*, 2022).

1.2. Planteamiento del problema

En el Municipio de San Andrés de Machaca, en el departamento de La Paz, la producción de llamas (*Lama glama*) es una de las actividades ganaderas más importantes para la economía local. Sin embargo, la falta de información precisa sobre las medidas zoométricas y el peso vivo de las llamas según edad y sexo representa un desafío significativo para los productores. Los registros de medidas como la altura a la cruz, el perímetro torácico y la longitud del cuello son inexistentes o están desactualizados, lo que limita la capacidad de los ganaderos para realizar un manejo adecuado y optimizar la reproducción y selección de los ejemplares.

La ausencia de datos confiables sobre las características físicas y reproductivas de las llamas, especialmente en cuanto a la correlación entre medidas zoométricas y el peso vivo, ha generado problemas para la mejora genética de los rebaños. La falta de control sobre las prácticas de reproducción ha llevado al nacimiento de crías con defectos y a una disminución de la rentabilidad del sistema de producción. Esto se debe a que las decisiones de manejo se toman sin contar con una base científica sólida que permita identificar a los animales con mejores características productivas y reproductivas.

1.3. Justificación

Este estudio es fundamental para llenar los vacíos de información sobre las características físicas de las llamas, esenciales para un manejo adecuado y para mejorar la calidad genética de los rebaños. La falta de datos precisos dificulta que los productores locales puedan aplicar prácticas efectivas de manejo y selección de animales, afectando directamente la productividad y la calidad de vida de las comunidades rurales que dependen de la cría de camélidos.

Por esta razón, este estudio busca determinar las medidas zoométricas de las llamas y estimar el peso vivo mediante ecuaciones de predicción. Con ello, se pretende proporcionar a la comunidad de San Andrés de Machaca un mayor conocimiento sobre las medidas zoométricas, como la altura a la cruz, el perímetro torácico, el perímetro abdominal, la longitud del cuello y el peso vivo del animal. Contar con estos datos permitirá a los

productores realizar un manejo más eficiente y seleccionar animales con mejores características para obtener buenas descendencias.

La ganadería de camélidos en Bolivia, y específicamente la cría de llamas, constituye un recurso esencial para la economía rural, la seguridad alimentaria y la tradición cultural de la región. Sin embargo, la falta de datos científicos y técnicos relacionados con las medidas zoométricas y el peso vivo de las llamas impide el desarrollo de estrategias efectivas de manejo, selección y mejora genética que podrían incrementar la productividad de estos sistemas ganaderos. Este estudio contribuirá a superar estas limitaciones, proporcionando herramientas técnicas para la mejora continua de la producción de llamas en la región.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar medidas zoométricas en llamas (*lama glama*) del Municipio de San Andrés de Machaca en el departamento de La Paz.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar medidas zoométricas en llamas tipo intermedio en función a edad y sexo.
- Determinar del peso vivo en llamas según edad y sexo en el Municipio de San Andrés de Machaca.
- Generar una ecuación de predicción para determinar el peso vivo mediante medidas zoométricas.

1.5. Hipótesis

- No existen diferencias significativas en las medidas zoométricas de llamas en función de la edad y el sexo.
- No existen diferencias significativas en el peso vivo de llamas tipo intermedio en función de la edad y el sexo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen y evolución de los camelidos

Los camélidos se originaron en América del Norte durante el período Eoceno, hace aproximadamente 40-45 millones de años. Desde América del Norte, los camélidos se dividieron en dos grupos principales: los camélidos del viejo mundo (Camelini) y los camélidos del nuevo mundo (Lamini). Los camélidos del Viejo Mundo migraron hacia Asia a través del puente terrestre de Bering, mientras que los del Nuevo Mundo se desplazaron hacia Sudamérica por el Istmo de Panamá, lo que resultó en las especies de camélidos sudamericanos actuales como la llama, alpaca, vicuña y guanaco (Sánchez y Rivera, 2021).

Durante el proceso de migración, los camélidos del Viejo Mundo se adaptaron a diferentes condiciones climáticas en Asia y África, mientras que los camélidos del Nuevo Mundo se diversificaron y se adaptaron a las condiciones extremas de los Andes sudamericanos. En Asia, los camellos bactrianos (dos jorobas) y los dromedarios (una joroba) divergieron hace entre 5 y 8 millones de años, desarrollando características específicas adecuadas a los ambientes en los que se asentaron (Rodríguez y Pérez, 2020).

2.1.1. Camélidos en Bolivia

Los camélidos sudamericanos, específicamente las llamas y las alpacas, fueron domesticados hace más de 5000 años a partir de vicuñas y guanacos. En Bolivia, estos animales han sido una parte fundamental del patrimonio biocultural de las comunidades andinas. La domesticación de los camélidos permitió la transición de una economía basada en la caza a una economía pastoril, impulsando el establecimiento de asentamientos estables en los Andes (Ramírez, *et al.*, 2023).

A pesar de la conquista española, que introdujo especies de ganado europeo y disminuyó el uso de llamas, estas han recuperado parte de su valor cultural, asociado con el reconocimiento de los derechos indígenas y su papel ecológico como pastadores de bajo impacto en los ecosistemas andinos (Sánchez y Rivera, 2021).

Bolivia alberga la mayor población de camélidos sudamericanos en el mundo, con alrededor del 71% de las llamas a nivel global. Según el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDR y T), el país tiene aproximadamente 3,34 millones de camélidos, distribuidos entre llamas y alpacas (domesticados), además de las especies silvestres como vicuñas y guanacos.

En Bolivia, los camélidos son una parte fundamental de la economía y cultura de las comunidades andinas. El país alberga una de las mayores poblaciones de camélidos a nivel mundial, especialmente de llamas y alpacas, concentradas principalmente en el Altiplano, en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, y en menor medida en Chuquisaca, Cochabamba y Tarija. Se estima que Bolivia tiene más de tres millones de camélidos, siendo aproximadamente dos millones de llamas (Icuña, 2015).

Los camélidos en Bolivia tienen un papel central en la vida rural, proporcionando fibra, carne y transporte a las comunidades campesinas. Además, estas especies son un símbolo cultural importante, representando la identidad y autosuficiencia de los pueblos andinos. El Programa Pro-Camélidos ha sido clave en mejorar el manejo y producción de estos animales, implementando mejoras en áreas como la nutrición, sanidad animal, y mejora genética (Condori, 2019).

2.1.2. Población de camélidos

Según Ramírez *et al.* (2023), en la región andina existen aproximadamente 7.200.000 camélidos domésticos, de los cuales 3.050.000 son llamas y 4.150.000 son alpacas. El país con mayor importancia en la producción de camélidos es Perú, que posee el 83.5% de la población mundial de alpacas y el 16.5% de llamas. En el caso de Bolivia, cuenta con una población de 2.500.000 camélidos domésticos, de los cuales el 82.5% son llamas y el 17.5% son alpacas, consolidándose como el país con la mayor población de llamas a nivel mundial. Esta distribución de la población camélida resalta la importancia de estos animales para la economía rural y la tradición cultural de la región.

Cuadro 1. Población de camélidos domésticos en la región andina

País	Alpaca	Llama
Perú	3.685.516	746.269
Bolivia	444.273	2.062.162
Argentina	1000	11.402
Chile	28.551	50.132
Ecuador	6.685	10.356
Total	4.166.025	3.030.321

Fuente: INE Bolivia, Censo Agropecuario (2013).

Según los últimos reportes del Censo Agropecuario del INE (2013), la población de ganado de camélido doméstico en Bolivia es de 2.062.162 llamas y 444.273 que son alpacas y el

departamento de Oruro posee el 46.3% de la población de llamas, seguido de Potosí con el 25.8%, La Paz con 21.7% y 6.2% otros. Los departamentos de mayor población de alpacas son La Paz y Oruro con el 68.75% y el 25.7% respectivamente, como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Población de camélidos en Bolivia

Departamento	Llamas	Alpacas
La Paz	448314	305467
Oruro	954,985	114,184
Potosí	532036	920
Cochabamba	104332	23541
Otros	22495	161
TOTAL	2,062,162	444,273

Fuente: Elaborado con datos del INE (2013)

2.2. Taxonomía

Clase: Mamíferos

Orden: Artiodactyla

Sudorden: Tilópoda

Familia: Camelidae

Tribu: Lamini

Genero: Lana

Especie: *lama glama* (llamas doméstica). Linnaeus, 1758

2.2.1. Ecotipos de llama

Podemos determinar de acuerdo a la cantidad de fibra que la llama aloja en su cuerpo y su distribución, existen diferentes ecotipos, siendo las más importantes en la zona tres, de las cuales la que predomina es la llama tipo intermedia seguida por la q'ara y luego la thampulli (Espejo, 2011).

2.2.2. Q'ara (llama)

Pro-camelidos (2016), mencionan que las llamas que presentan el cuerpo con un vellón ralo, este vellón está distribuido en dos capas, una inferior y otra superior, las inferiores son las más finas constituyendo la capa más densa que cubre el cuerpo y las superiores que son más gruesas y largas distribuidas con una densidad relativamente baja de la misma forma FAO (2009), indica que la mayor parte de las llamas están ubicados en un habitat y sector de pastoreo en campo con escasos recursos forrajeros de la misma forma el periodo de la gestación es de 345 días y la tasa de mortalidad de crías es de 15% en promedio.

2.2.3. Tampulli (llama)

Las llamas Tampulli presentan una cobertura corporal con un vellón denso y uniforme a lo largo de todo el cuerpo. Este vellón es rizado y suave al tacto. Debido a las características de su vellón, se le da especial importancia a su manejo para la producción de fibra. El peso del macho adulto puede llegar a variar entre 75 y 90 kg (FAO, 2017).

2.2.4. Intermedia (llama)

Yacobaccio (2010) y Calderón (2019) mencionan que las llamas de tipo intermedio no presentan mechales de fibra en las orejas y la cabeza. Estas llamas tienen una menor cobertura de vellón en la mitad superior del cuello en comparación con las llamas Thampulli, pero mayor que las llamas Q'ara. Predominan los vellones de fibras gruesas, que forman una capa rala y de aspecto poco uniforme. De la misma manera, Condori (2019), indica que las llamas "tipo" Q'ara e "Intermedia" se aprovechan generalmente para la producción de carne. Sin embargo, no existe una clara separación entre ambos tipos que homogenice sus características observables, aunque la mayoría de estos animales pertenecen al tipo intermedio debido a la similitud en la fibra.

2.3. Categoría dentaria

Quispe *et al.* (2020), mencionan que la edad de las llamas se determina mediante la cronología dentaria de la siguiente manera: las crías tienen dientes de leche (DL), que equivalen a entre 3 y 4 meses de edad; dos dientes (2D), que se desarrollan alrededor de los 20 meses; cuatro dientes (4D), que se presentan aproximadamente a los 2.5 a 3.5 años; y la condición de boca llena (BLL), que equivale a 4.5 años o más de edad.

2.4. Zoometría

La zoometría es una disciplina esencial en la zootecnia que se ocupa de medir las dimensiones corporales de los animales, lo cual permite evaluar su conformación y potencial productivo. En las llamas (*Lama glama*), las medidas zoométricas más relevantes incluyen la altura a la cruz, el perímetro torácico y el perímetro abdominal. Estas dimensiones son indicadores fundamentales de la salud, el desarrollo y la productividad del animal, ya que permiten establecer correlaciones con parámetros como el peso vivo. Además, la evaluación zoométrica es crucial para que los criadores optimicen sus prácticas de manejo y reproducción, mejorando así la rentabilidad de la crianza de camélidos en las regiones andinas (Rodríguez *et al.*, 2023).

2.4.1. Medidas zoometricas

Las medidas zoométricas, también conocidas como medidas corporales, se realizan directamente sobre el animal. Estas se clasifican en alzadas (medidas lineales de altura), diámetros (medidas lineales de anchura y profundidad) y perímetros. Para llevar a cabo estas mediciones, se utilizan instrumentos específicos denominados "zoómetros", que varían según el tipo de medida a realizar, facilitando la evaluación precisa de las características morfológicas del animal (Sastre, 2003).

2.4.1.1. El bastón zoometrico (calímetro)

Es un dispositivo metálico o de madera que contiene una varilla fija y otra varilla móvil y deslizable, ambas alojadas dentro del cuerpo principal del tubo. La varilla fija indica las escalas, mientras que la varilla móvil permite realizar las mediciones. El bastón tiene dos orificios rectangulares en su exterior, uno superior y otro inferior, que permiten ajustar la varilla deslizable, facilitando la medición precisa de las alzadas del animal (García, 2006).

2.4.1.2. Cinta métrica

Debe ser flexible e inextensible, y suele estar fijada por uno de sus extremos a una pieza metálica en forma de H, que permite enrollar la cinta en su parte central. Normalmente, está dividida en centímetros, lo cual facilita la medición precisa de diversas partes del cuerpo del animal (Sastre, 2003).

2.4.1.3. Balanza electrónica

Utiliza sensores digitales para medir el peso, lo cual tiene la ventaja de ser más preciso y fácil de leer. Además, las balanzas electrónicas son más fáciles de trasladar, ya que funcionan solo con batería y son planas, lo que facilita su transporte de un campo de trabajo a otro. Sin embargo, los costos de este tipo de balanza son elevados (Ramírez, 2021).

2.4.2. Índices zoométricos

2.4.2.1. Altura la cruz

La altura a la cruz se refiere a la distancia vertical desde la superficie del suelo hasta el punto más alto de la región de la cruz (es decir, la parte donde el cuello se une con el dorso, justo sobre las vértebras torácicas). En las llamas adultas, la altura a la cruz suele variar entre 91 cm y 122 cm, y está influenciada tanto por la genética como por factores ambientales, como la disponibilidad de alimento y las condiciones climáticas. Es esencial que el animal esté de pie sobre una superficie plana y nivelada para obtener una medida precisa y comparable (Sierra y González, 2021).

2.4.2.2. Perímetro torácico

El perímetro torácico se mide pasando una cinta métrica alrededor del tórax del animal, a la altura del punto más declive de la cruz y detrás de los codos. En las llamas, esta medida proporciona información útil para determinar la capacidad pulmonar y el estado nutricional, lo cual es importante para la producción y el manejo de los animales. Es esencial que la medición se realice mientras el animal está en reposo y de pie en una posición natural, sin ejercer presión adicional sobre el tórax, ya que esto podría alterar la medida (Pérez y García, 2020).

2.4.2.3. Perímetro abdominal

El perímetro abdominal se mide en la parte más ancha del abdomen del animal, normalmente justo detrás de las últimas costillas; esta medida es importante para evaluar la condición corporal, el estado de nutrición y el desarrollo digestivo del animal. En las llamas, el perímetro abdominal puede proporcionar indicaciones sobre la capacidad del sistema digestivo y la condición general, lo cual es esencial para evaluar su aptitud en diversas actividades productivas, como la carga o la cría. Para tomar esta medida, se utiliza

una cinta métrica flexible que rodea el abdomen en su parte más amplia, con el animal en una posición normal de reposo y de pie sobre una superficie plana (Mendoza y Salazar, 2019).

2.4.2.4. Longitud del cuello

La longitud del cuello se mide desde la articulación atlanto-occipital (ubicada entre la cabeza y la primera vértebra cervical) hasta la base del cuello, donde se une con el tórax, utilizando una cinta métrica. Es una medida importante que permite evaluar la proporción corporal y la conformación general del animal, además de ser indicativa de su agilidad y movilidad. En las llamas, el cuello juega un papel fundamental en la alimentación, ya que les permite alcanzar diferentes tipos de vegetación, además de contribuir a la regulación de la postura. Es esencial que el animal mantenga una postura relajada, sin estirarse ni encogerse, para obtener una medida precisa (Fernández y Rojas, 2022).

2.4.2.5. Longitud del cuerpo

La longitud del cuerpo de las llamas se mide desde la base del cuello (la articulación entre el cuello y el tronco) hasta la base de la cola. Esta medición es fundamental para evaluar la estructura corporal del animal, ya que está directamente relacionada con su capacidad productiva y de carga. En las llamas adultas, la longitud del cuerpo varía entre 91 cm y 150 cm. Esta longitud, junto con otras medidas zoométricas, permite evaluar el crecimiento y desarrollo de las llamas para su selección en actividades productivas, como la carga, y la producción de fibra o carne (Fernández y Rojas, 2022).

2.4.2.6. Ancho de grupa

El ancho de la grupa en las llamas se mide desde el borde lateral de la cadera derecha hasta el borde lateral de la cadera izquierda, pasando por la parte más ancha de la pelvis. Esta medida es crucial para evaluar la estructura ósea y la capacidad reproductiva de las llamas, especialmente en las hembras, ya que una grupa más ancha suele indicar una mayor facilidad para el parto. Además, el ancho de la grupa influye en la estabilidad del animal, lo cual es fundamental para llamas empleadas en trabajos de carga o transporte, ya que afecta su equilibrio y movilidad en terrenos difíciles (Fernández y Rojas, 2022).

2.4.2.7. Longitud de la cabeza

La longitud de la cabeza es una medida utilizada para evaluar las proporciones faciales y la morfología craneal de los animales. En las llamas, esta medida es relevante para analizar la conformación del cráneo y sus implicaciones funcionales, como la eficiencia en la alimentación y la capacidad de visión. Asimismo, la longitud de la cabeza puede ser útil en estudios de diferenciación entre poblaciones y linajes. La longitud de la cabeza se mide desde la punta del hocico hasta la protuberancia occipital, ubicada en la parte posterior del cráneo. Es importante que la medición se realice con el animal en una posición relajada y que la cabeza esté alineada con el cuello para obtener una medida precisa y comparable (Gutiérrez y Sánchez, 2021).

2.4.2.8. Longitud de oreja

La longitud de la oreja es una medida utilizada para evaluar las características morfológicas de los camélidos sudamericanos, incluidas las llamas. Las orejas de las llamas, además de su función auditiva, juegan un papel importante en la comunicación social y la regulación de la temperatura corporal debido a su área expuesta. La longitud de la oreja se mide desde la base, donde se une con la cabeza, hasta la punta de la oreja. Para obtener una medida precisa, el animal debe estar relajado y la oreja debe mantenerse en su posición natural, sin estirla ni plegarla (Vega y Morales, 2023).

2.4.2.9. Distancia entre ojos

Se refiere a la distancia medida entre las aberturas externas de los conductos lagrimales de ambos ojos, llamados puntos lagrimales, utilizando una cinta métrica. Se refiere a la distancia entre los bordes laterales de los ojos. Esta medida se utiliza para evaluar la proporción y simetría facial de los animales, además de ser útil en estudios morfológicos y genéticos en llamas. Permite identificar variaciones entre individuos y poblaciones, lo cual es importante para la selección en programas de mejoramiento y para comprender la adaptación de los camélidos a su entorno. Es esencial que el animal esté en reposo y en una postura natural para asegurar que la medición sea lo más precisa posible (Hernández y Cruz, 2022)

2.4.2.10. Peso vivo

El peso vivo es una medida fundamental en la evaluación del estado físico y de la salud de las llamas, así como en la valoración de su potencial productivo. Proporciona información sobre el crecimiento, el desarrollo y la condición corporal del animal. Además, es esencial en estudios relacionados con la nutrición, la reproducción y la capacidad de carga. El peso de las llamas varía considerablemente dependiendo de factores como la edad, el sexo y la alimentación. En promedio, las llamas adultas pesan entre 135 y 202.5 kg (300 a 450 libras). Al nacer, las crías (conocidas como "crías") pesan entre 9 y 14 kg (20 a 30 libras). El peso de una llama está estrechamente relacionado con su uso como animal de carga, ya que una llama adulta puede cargar aproximadamente entre el 25% y el 30% de su peso corporal sin dificultad, lo cual equivale a entre 70 y 95 libras. El peso vivo de una llama generalmente se obtiene utilizando una báscula o balanza ganadera, asegurándose de que el animal esté colocado de manera estable y sin movimiento para obtener una lectura precisa. Es importante realizar la medición a la misma hora del día, preferiblemente antes de la alimentación, para minimizar las variaciones debidas a la ingesta de alimento o agua (Ramírez y López, 2021).

2.4.2.10.1. Ecuación de predicción para peso vivo

La ecuación de predicción para el peso vivo en llamas son una técnica utilizada para estimar el peso corporal de los animales a partir de medidas morfométricas. Estas ecuaciones permiten realizar estimaciones rápidas y económicas del peso sin necesidad de básculas, que a menudo no están disponibles en áreas rurales o remotas. Para las llamas, se suelen utilizar medidas como el perímetro torácico, la longitud del cuerpo y la altura a la cruz para desarrollar modelos de predicción del peso vivo. La generación de estas ecuaciones generalmente se realiza mediante análisis estadísticos, como la regresión lineal, correlacionando las medidas morfométricas con los pesos reales de los animales. El perímetro torácico suele ser el indicador con mayor correlación con el peso vivo en llamas, y se ha demostrado que las ecuaciones basadas en esta medida pueden ser utilizadas con gran precisión para estimar el peso en campo (Pacheco y Álvarez, 2020).

La ecuación de predicción se fundamenta en modelos estadísticos que correlacionan las medidas corporales con el peso vivo, lo cual proporciona una alternativa viable al uso de balanzas, que a menudo son costosas o poco accesibles. Los estudios han demostrado que los modelos de regresión lineal son los más utilizados para estas predicciones, ya que

permiten establecer una relación directa y clara entre las variables zoométricas y el peso (FAO, 2011).

2.5. Factores que afectan la ganancia de peso vivo

Los factores que afectan la ganancia de peso en llamas incluyen:

- Alimentación: Una dieta adecuada, rica en nutrientes y equilibrada, contribuye significativamente al aumento de peso. En las llamas, la suplementación con forraje de calidad y sales minerales es fundamental (López y González, 2020).
- Edad y sexo: La ganancia de peso varía considerablemente según la edad y el sexo del animal. Los machos tienden a tener una mayor ganancia de peso en comparación con las hembras, debido a factores hormonales (Ayala, 2021).
- Condiciones climáticas: Las llamas son muy resistentes a climas extremos; sin embargo, la disponibilidad de forraje depende de la estación, lo cual impacta directamente la ganancia de peso estacional (Mendoza y Salinas, 2022).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo fue realizado en el Municipio de San Andrés de Machaca, ubicado en la Provincia Ingavi del Departamento de La Paz, Bolivia. Este Municipio se encuentra geográficamente entre las coordenadas 16° 43' 60" de latitud sur y 69° 1' 0" de longitud oeste. San Andrés de Machaca tiene una superficie de 1.575,91 km² y se encuentra a una altitud media de 3.817 M.SN.M. Instituto Nacional de Estadística; (SIG-UDAPE, 2006).

3.1.2. Características ecológicas

3.1.2.1. Clima

El municipio presenta un clima semiárido frío, típico del Altiplano Andino. La temperatura media anual es de aproximadamente 8 °C, con fluctuaciones que pueden llevar a temperaturas mínimas de hasta -10 °C durante las noches de invierno, particularmente entre junio y julio (Luna, 2020).

3.1.2.2. Flora

La vegetación predominante son los pajonales de ichu (*Stipa ichu*) e iru ichu (*Festuca orthophylla*), así como arbustos como la thola (*Baccharis tola ssp*) y ñahuaya (*Adesmia miraflorensis*), con una mayor cobertura vegetal de pastos nativos en comparación con la cordillera (Municipios, 2023).

3.1.2.3. Fauna

Los animales silvestres que habitan en la zona son: liebre (*Lepus europaeus*), huallata (*Chloephaga melanoptera*), perdiz (*Nothoprocta pentlandii*), gato montés (*Leopardus jacobita*), zorrino (*Conepatus chinga rex*), zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), pato silvestre (*Anas bahamensis*) y otras aves características de la región (Luna, 2020).

Estado Plurinacional de Bolivia

Departamento de La Paz



Municipio de San Andres de Machaca

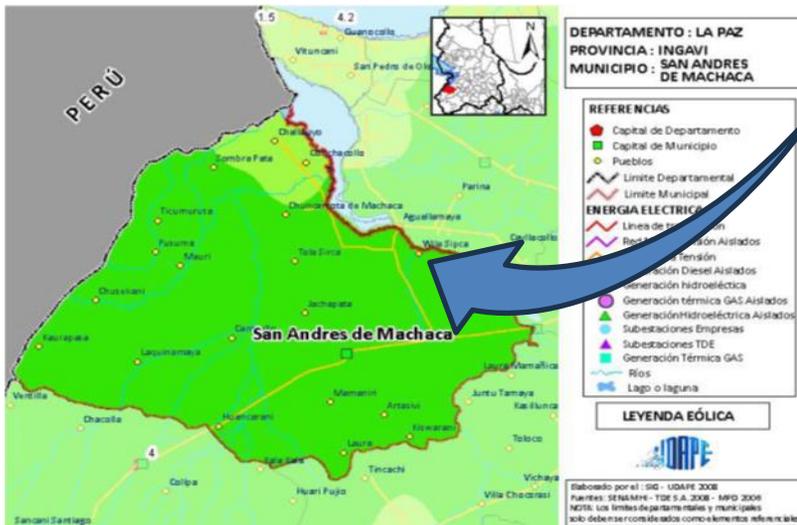


Figura 1. Mapa de ubicación de San Andrés de Machaca (SIG-UDAPE, 2006)

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

En el presente trabajo de investigación se trabajó con 446 llamas machos y hembras de tipo intermedio quienes fueron clasificados por categoría dentaria.



Figura 2. Material biológico (*Lama glama*)

3.2.2. Material de escritorio

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Tablero para apuntes
- Bolígrafos
- Planillas de registro
- Tablero de campo para anotaciones
- CD

- Hojas bond tamaño carta

3.2.3. Material de campo

- Calímetro
- Soga
- Compás
- Guantes
- Overol
- Sombrero
- GPS
- Marcador
- Spray

3.3. Metodología

3.3.1. Métodos

El presente trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo. Se trabajó con 446 llamas, tanto machos como hembras. El tipo de muestreo empleado fue probabilístico, con la técnica de muestreo infinito. Asimismo, el diseño de investigación fue descriptivo y la técnica utilizada fue la observación previa a la recolección de datos. Antes de la recolección de datos, se realizaron entrevistas con los productores para coordinar la fecha y hora de entrada a la comunidad. Para la sistematización y análisis de los datos se utilizó el diseño experimental bifactorial, con el análisis comparativo de Duncan, y se trabajó con el programa InfoStat. De igual manera, los resultados fueron presentados en cuadros y figuras de histogramas.

3.3.1.1. Tamaño de la muestra

Se determino, mediante un muestreo probabilístico en una población grande o infinita, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño de muestra:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{N * e^2 * z^2 * p * q}$$

Donde;

n = tamaño de la muestra

e = error estimado 0.05

z = nivel de confianza 1.96

N =población o universo 57.327 (CIPCA, 2015)

p = probabilidad a favor 0.5

q = probabilidad en contra 0.5

Remplazando datos en la formula, se tiene:

$$\frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 57.327}{70.000 * 0.05^2 * 1.96^2 * 0.5 * 0.05}$$

$$n = 446$$

Por lo tanto, el tamaño de muestra necesario sería de 446 animales aproximadamente.

3.3.2. Desarrollo del ensayo

3.3.2.1. Definición del lugar de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de San Andrés de Machaca, considerado uno de los mayores productores de camélidos domésticos, destacando especialmente la producción de llamas. Se elaboró una entrevista directa a los productores para conocer un número estimado de llamas. Asimismo, se socializó con los productores para coordinar y programar las fechas de entrada a la comunidad. Se hizo una previa

descripción a los productores del propósito y los objetivos de esta investigación, los cuales fueron evaluar medidas zoométricas en función de la edad y el sexo.

3.3.2.2. Selección e identificación de las llamas

El trabajo de campo se inició a las 6:00 a.m., aprovechando que las llamas permanecían en el corral, facilitando así el trabajo. Seguidamente, se procedió a realizar la selección de llamas, tanto machos como hembras, de forma general, tomando en cuenta las llamas de tipo intermedio. Para aproximar la edad, se categorizó a las llamas según la cronología dentaria; para ello, se sujetó al animal por el pabellón auricular, y se realizó la categorización dentaria de manera visual de la siguiente manera.

Según López *et al.* (2022), las categorías dentarias de las llamas y alpacas son similares en todas sus variedades, lo que permite una categorización práctica y efectiva para la gestión del ganado. Estas categorías se describen a continuación:

- DL (Dientes de leche): Corresponde a llamas y alpacas menores de 2 años de edad, en los cuales los animales aún conservan sus dientes temporales o "de leche". Esta etapa es crucial para monitorear el crecimiento adecuado y el desarrollo inicial de los animales.
- D (Dos dientes permanentes): Se ha iniciado o completado la muda de las pinzas, lo cual corresponde a llamas y alpacas de entre 2.5 y 3.5 años de edad. Esta fase indica el comienzo de la madurez dentaria del animal.
- 4D (Cuatro dientes permanentes): En esta etapa, se ha iniciado o completado la muda de los incisivos medios, lo cual corresponde a animales de entre 3.5 y 4.5 años de edad. Esta es una etapa de plena transición hacia la adultez.
- BLL (Boca llena): Se ha iniciado o completado la muda de los incisivos extremos, y corresponde a animales de 4.5 años o más. Esta etapa indica que el animal ha alcanzado la madurez completa en términos dentarios, lo cual es importante para la evaluación de su potencial productivo.



Figura 3. Diente de leche y dos dientes (cambiados)



Figura 4. Cuatro dientes y boca llena

3.4. Diseño experimental

El estudio fue realizado con base en un diseño bifactorial con los factores de edad y sexo, utilizando el siguiente modelo aditivo lineal. Los datos obtenidos (altura a la cruz, perímetro torácico, perímetro abdominal, longitud del cuello, longitud del cuerpo, ancho de la grupa, longitud de la cabeza, longitud de la oreja, diámetro bicosal del ojo y peso vivo) fueron tabulados en una hoja de Excel y analizados con el paquete estadístico InfoStat de acuerdo con los factores del estudio para analizar los resultados obtenidos.

Por lo que el modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta.

μ = Media poblacional del experimento

α_i = Efecto del factor edad.

β_j = Efecto del factor sexo.

$\alpha\beta_{ij}$ = Interacción entre edad y sexo.

ε_{ijk} = Término del error aleatorio.

3.4.1. Factores de estudio

El factor de estudio que tomé en cuenta para la presente investigación fue:

Factor A: Sexo

a_1 = Macho

a_2 = Hembra

Factor B: Categoría dentaria

b_1 = DL (Dientes de leche).

b_2 = 2D (Dos dientes permanentes).

b_3 = 4D (Cuatro dientes permanentes).

b_4 = BLL (Boca llena)

3.5. Variables de respuesta

3.5.1. Altura a la cruz (AC) cm

Se efectuó mediante la medida de longitud en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la cruz (región interescapular), la cual se determinó con un (calimetro)

3.5.2. Perímetro torácico (PT) cm

Se efectuó comenzando en el punto más bajo de la cruz, pasando por el costado derecho, el esternón (inmediatamente por detrás de la articulación del codo), luego por el costado izquierdo y terminando nuevamente en la cruz, utilizando una cinta métrica.

3.5.3. Perímetro abdominal (PA) cm

Se midió a nivel del abdomen, en la zona situada justo por delante del prepucio en machos y a la altura del ombligo en hembras, utilizando una cinta métrica.

3.5.4. Longitud de cuello (LC) cm

Se midió desde la articulación atlanto-occipital (ubicada entre la cabeza y la primera vértebra cervical) hasta la base del cuello, donde se une con el tórax, utilizando una cinta métrica.

3.5.5. Longitud de cuerpo (LC) cm

Se mide desde el punto frontal del hombro, específicamente en la articulación escápulo-humeral, hasta la base de la cola.

3.5.6. Ancho de grupa (AD) cm

Se midió desde el borde lateral de la cadera derecha hasta el borde lateral de la cadera izquierda utilizando un (calimetro).

3.5.7. Longitud de la cabeza (LC) cm

Se midió desde el extremo del hocico hasta la base del cráneo, en la parte posterior de la cabeza, utilizando una cinta métrica.

3.5.8. Longitud de la oreja (LO) cm

Se midió desde la base de la oreja, donde se une con la cabeza, hasta el extremo más alto de la misma, utilizando una cinta métrica.

3.5.9. Distancia entre ojos (DEO) cm

Se refiere a la distancia medida entre las aberturas externas de los conductos lagrimales de ambos ojos, llamados puntos lagrimales, utilizando una cinta métrica.

3.5.10. Peso vivo (PV) kg

El peso vivo se midió utilizando una balanza, considerando a cada llama de forma individual para obtener su masa corporal total.

3.6. Predicción del peso vivo a partir de medidas zoométricas

Para predecir el peso vivo de las llamas, se tomaron medidas zoométricas como la circunferencia torácica, la altura a la cruz y el largo del cuerpo. Estas medidas se emplearon en una fórmula de predicción para estimar el peso sin necesidad de usar una balanza.

3.6.1. Como se genera la ecuación de predicción

3.6.1.1. Recolecta de datos

Para generar los datos de la ecuación de predicción, se realizó un proceso sistemático de recolección de datos zoométricos en llamas de tipo intermedio. Las medidas tomadas incluyeron la altura a la cruz, la longitud del cuerpo, el perímetro torácico, el largo de la oreja, el ancho de la grupa, la distancia entre los ojos, el largo del cuello, la longitud de la cabeza y el peso vivo de cada animal. Estas mediciones fueron realizadas siguiendo procedimientos estandarizados para garantizar la precisión y la consistencia de los datos.

La recolección de estos datos permitió contar con una base sólida para el análisis de las relaciones entre las distintas variables zoométricas y el peso vivo de las llamas, lo que es crucial para la elaboración de las ecuaciones de predicción. El proceso se llevó a cabo en condiciones controladas y de manera ética, respetando el bienestar de los animales durante la obtención de las mediciones.

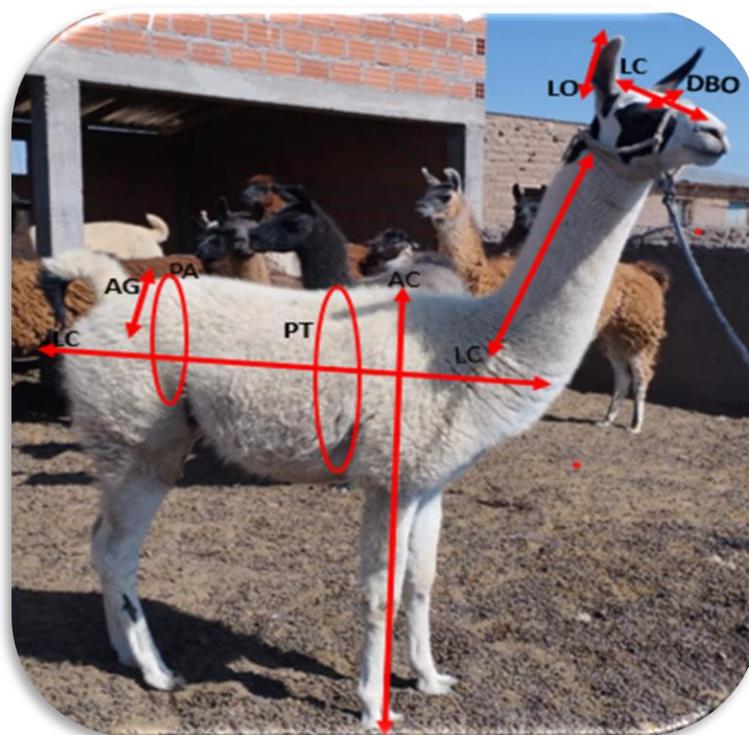


Figura 5. Medidas zoometricas

3.6.1.2. Análisis estadístico

Se analiza los datos para identificar cuál de las medidas zoométricas tiene una mayor correlación con el peso vivo. Luego, se aplica un análisis de regresión lineal múltiple, donde el peso vivo es la variable dependiente y las medidas zoométricas son las variables independientes.

3.6.1.3. Como se genera la ecuación de predicción.

Para la obtención de la ecuación de predicción utilizada en esta investigación, se tomaron datos de las medidas zoométricas, como la altura a la cruz, la longitud del cuerpo, el perímetro torácico y todos los índices. La ecuación de predicción se desarrolló utilizando el método stepwise, que permite determinar el peso vivo de las llamas (PV) en función de las variables predictoras. La regresión lineal múltiple, empleada para este fin, tiene la siguiente forma general

:

$$PV = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 =$$

En esta ecuación, "PV" representa el peso vivo, mientras que " β_0 " es la constante y los coeficientes " β_1 , β_2 , β_3 , β_4 " se multiplican por las variables predictoras correspondientes. Los coeficientes obtenidos para esta investigación fueron los siguientes:

Constante (β_0): -87.48

- AC (β_1): 0.58
- DEO (β_2): 3.66
- PA (β_3): 0.40
- LC (β_4): 0.23
- LDC (β_5): 0.18

Estos coeficientes se aplican a las medidas correspondientes para calcular el peso vivo estimado de las llamas. Es importante destacar que los resultados presentados corresponden específicamente a llamas machos de tipo intermedio, y los valores obtenidos reflejan la relación entre las variables medidas y el peso vivo en este grupo particular.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zoometría se refiere a las mediciones del cuerpo de los animales, y su estudio es de gran importancia en la ganadería debido a la relación directa entre las características corporales y la eficiencia productiva de los animales (Rodríguez *et al.*, 2020). Las mediciones como la altura a la cruz, el perímetro torácico y la longitud del cuerpo son parámetros esenciales que permiten identificar los individuos con mejores características para la producción de fibra, carne y otras aplicaciones (Sánchez y Rivera, 2023).

4.1. Características zoométricas

4.1.1. Altura cruz

En el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza para la variable altura a la cruz. Se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas en el efecto de la categoría dentaria (p-valor = 0.0001). Sin embargo, se observa que en el efecto del sexo no existen diferencias significativas (p-valor = 0.3501). En cuanto a la interacción de los efectos de la categoría y el sexo, existen evidencias de diferencias estadísticas significativas para asumir interacción de (p-valor = 0.038). El coeficiente de variación fue de 8.22%, lo que indica que los datos obtenidos y analizados son confiables.

Cuadro 3. Análisis de varianza para altura cruz (cm) de llamas intermedio

F.V.	SC	Gl	CM	F	P-VALOR
Categoría	4610.79	3	1536.93	28.51	<0.0001 **
Sexo	47.17	1	47.17	0.87	0.3501 NS
Categoría*Sexo	458.13	3	152.71	2.83	0.038 *
Error	23507.15	436	53.92		
Total	39902.86	443			

C.V.(8.22%)

** p<0.01 ; *p<0.05 ;NS p>0.05

En el análisis de las medias según la prueba de Duncan, Cuadro 4 se observan diferencias significativas entre los grupos según la categoría y el sexo. Los valores más altos se encontraron en la categoría D, donde los machos alcanzaron un promedio de 102,17 y las hembras 98,14. A continuación, en la categoría C, las hembras tuvieron una media de 95,56 y los machos de 94,4, la categoría B mostró promedios de 90,31 para las hembras y 88 para los machos. Finalmente, los promedios más bajos se registraron en la categoría A,

con 87,62 en hembras y 81,19 en machos, mostrando una disminución progresiva en la variable desde la categoría D hasta la A.

Cuadro 4. Análisis comparativo Duncan de la variable altura a la cruz (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	102,17	A
D	HEMBRA	98,14	A
C	HEMBRA	95,56	A
C	MACHO	94,4	A
B	HEMBRA	90,31	B
B	MACHO	88	B
A	HEMBRA	87,62	B
A	MACHO	81,19	C

Los mayores promedios se registraron en la categoría D, con 102,17 cm para los machos y 98,14 cm para las hembras. García y Pérez (2019), reportaron valores similares para esta categoría en camélidos adultos, con promedios de 101 cm para los machos y 97 cm para las hembras, lo cual coincide con los datos obtenidos en la investigación al señalar que las categorías superiores suelen tener un mayor desarrollo en altura.

Para la categoría C, los resultados muestran un promedio de 95,56 cm para las hembras y 94,4 cm para los machos. López y Martínez (2020), encontraron valores de 94 cm para las hembras y 93 cm para los machos en llamas de edad mediana, lo que también concuerda con los resultados obtenidos, reflejando valores similares entre ambos sexos y una tendencia de crecimiento que se va estabilizando conforme avanza la edad.

En la categoría B, los valores obtenidos fueron de 90,31 cm para las hembras y 88 cm para los machos. Gómez y Rodríguez (2021), reportaron valores de 89 cm para las hembras y 87 cm para los machos en categorías intermedias. Estos valores son ligeramente inferiores, pero siguen una tendencia similar, lo que indica que la diferencia de altura entre machos y hembras no es tan marcada a medida que se avanza hacia las categorías más desarrolladas.

Finalmente, en la categoría A, los promedios registrados fueron de 87,62 cm para las hembras y 81,19 cm para los machos. Hernández y Fernández (2018), documentaron valores promedio de 86 cm para las hembras y 80 cm para los machos en camélidos jóvenes, lo cual es consistente con nuestros resultados. Los valores más bajos en esta

categoría indican que el desarrollo todavía está en una fase inicial y que los animales aún no han alcanzado su pleno potencial de crecimiento.

Los valores obtenidos en las diferencias que observamos entre las distintas categorías se podrían deber principalmente a la edad y al proceso natural de desarrollo de las llamas. Los promedios más altos en la categoría D reflejan claramente cómo el crecimiento avanza con el tiempo. Además, las diferencias de altura entre machos y hembras tienden a disminuir a medida que los animales maduran, lo cual probablemente se debe a que ambos sexos alcanzan un desarrollo similar en la adultez. También los factores como la alimentación y las condiciones de manejo juegan un papel muy importante, ya que ayudan a que el crecimiento sea más uniforme en las categorías superiores.

4.1.2. Perímetro torácico

En el Cuadro 5 se presenta el análisis de varianza para la variable del perímetro torácico. Los resultados muestran que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo cual indica que la etapa de desarrollo influye bastante en el perímetro torácico de las llamas. Por otro lado, el efecto del sexo no es significativo ($p = 0.3941$), lo que sugiere que no existe diferencias importantes en el perímetro torácico entre machos y hembras. Sin embargo, la interacción entre categoría y sexo sí es significativa ($p = 0.0005$), lo cual sugiere que la categoría afecta al perímetro torácico de manera diferente según el sexo. Además, el coeficiente de variación (C.V.) de 15.16% indica que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro 5. Análisis de varianza para perímetro torácico (cm)

F.V.	SC	Gl	CM	F	
Categoría	38532,5	3	12844,17	52,76	<0.0001 **
Sexo	177,16	1	177,16	0,73	0,3941 NS
Categoría*Sexo	4352,42	3	1450,81	5,96	0,0005 **
Error	106132,72	436	243,42		
Total	193872,76	443			
C.V. (15.16%)					

4.1.1. Análisis de efectos simples para perímetro torácico

En el cuadro 6, para análisis de efectos simples muestra cómo que el sexo influye en el perímetro torácico de las llamas dentro de cada categoría. Para la categoría A, hay una diferencia significativa entre machos y hembras ($p = 0.0018$). En la categoría B, también

hay una diferencia significativa, aunque algo menor ($p = 0.025$). La categoría C presenta una diferencia muy marcada entre sexos ($p < 0.0001$), lo que indica una gran influencia del sexo en esta categoría. Sin embargo, en la categoría D, el análisis muestra que no hay diferencia significativa entre machos y hembras.

Cuadro 6. Análisis de efectos simples para perímetro torácico

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sexo (cat A)	2665.19	1	2665.19	9.97	0.0018
Sexo (cat B)	1037.17	1	1037.17	5.29	0.025
Sexo (cat C)	2065.78	1	2065.78	21.39	<0.0001
Sexo (cat D)	264.75	1	264.75	0.45	0.5079
Error	59327.74	222	267.24		

En el Cuadro 6 se observa el análisis comparativo del perímetro torácico utilizando la prueba de Duncan, se identificaron diferencias significativas entre las categorías y los sexos. Los valores más altos se encontraron en los machos de la categoría D, con una media de 136 cm, y en los machos de la categoría C, con 135.6 cm, además de las hembras de la categoría D, que alcanzaron un promedio de 126.26 cm, En el siguiente nivel, el grupo B, están las hembras de las categorías C y B, con promedios de 114.83 cm y 109.73 cm, respectivamente. Finalmente, en el grupo C, que incluye los valores más bajos, se encuentran tanto machos como hembras de las categorías B y A, con promedios de 97.5 cm, 93.92 cm y 87.01 cm. Estos resultados muestran una disminución en el perímetro torácico a medida que el animal reduce de tamaño, reflejando cómo el desarrollo influye en esta medida.

Cuadro 7. Análisis comparativo Duncan de la variable perímetro torácico (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	136	A
C	MACHO	135,6	A
D	HEMBRA	126,26	A
C	HEMBRA	114,83	B
B	HEMBRA	109,73	B
B	MACHO	97,5	C
A	HEMBRA	93,92	C
A	MACHO	87,01	C

Los valores más altos de perímetro torácico se encontraron en los machos de la categoría D, con un promedio de 136 cm, y en los machos de la categoría C, con 135.6 cm. También las hembras de la categoría D tuvieron un perímetro alto, con una media de 126.26 cm. Todos estos se agrupan en el mismo nivel, llamado grupo A. Estos resultados coinciden en parte con lo que encontraron García y Pérez (2020), quienes señalaron que los machos en etapas avanzadas de desarrollo (categoría D) suelen tener un perímetro torácico entre 134 cm y 138 cm, dependiendo del manejo. Las hembras de categorías similares, aunque con valores menores, suelen estar en un rango alto entre 124 cm y 127 cm.

En el siguiente nivel, grupo B, se encuentran las hembras de las categorías C y B, con promedios de 114.83 cm y 109.73 cm, respectivamente. López y Martínez (2019), también observaron que las hembras en estas categorías suelen tener valores en un rango similar, específicamente entre 110 cm y 115 cm para categoría C y entre 107 cm y 111 cm para la categoría B, lo que coincide con nuestros resultados y refleja un desarrollo intermedio.

Finalmente, el grupo C, con los valores más bajos, incluye tanto a machos como a hembras de las categorías B y A, con promedios de 97.5 cm, 93.92 cm, y 87.01 cm. Gómez y Rodríguez (2021), documentaron valores similares en camélidos de categorías jóvenes e intermedias, reportando un rango de 85 cm a 95 cm, lo cual confirma la tendencia observada en nuestro análisis. Este grupo evidencia una disminución progresiva en el perímetro torácico a medida que disminuye la categoría, lo cual es lógico dado que los animales más jóvenes no han alcanzado su máximo desarrollo corporal.

Las diferencias que se observan entre las distintas categorías se puede explicar principalmente por el proceso natural de crecimiento y desarrollo de las llamas. Los valores más altos en la categoría D reflejan que estos animales, tanto machos como hembras, ya han alcanzado un nivel de desarrollo más maduro. Esto tiene sentido, ya que las llamas más desarrolladas suelen tener mejores medidas corporales.

Por otro lado, el hecho de que no haya diferencias significativas entre machos y hembras en la mayoría de las categorías podría deberse a que ambos crecen bajo las mismas condiciones y reciben una alimentación y manejo similares, lo cual contribuye a un desarrollo parecido.

4.1.2. Perímetro abdominal

El análisis del perímetro abdominal cuadro 8 muestra que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo que nos indica que hay diferencias entre las distintas etapas de desarrollo. Cuando se trata del sexo, no se encontraron diferencias relevantes ($p = 0.7754$), lo cual sugiere que el perímetro abdominal no varía entre machos y hembras. La interacción entre categoría y sexo sí es significativa ($p = 0.0169$), el coeficiente de variación de 16.18% nos muestra que los datos tienen una dispersión moderada, lo que indica que las mediciones son bastante precisas.

Cuadro 8. Análisis de varianza para perímetro abdominal (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	16787.76	3	5595.92	31.96	<0.0001 **
Sexo	14.27	1	14.27	0.08	0.7754 NS
Categoría*Sexo	1805.16	3	601.72	3.44	0.0169 *
Error	76332.31	436	175.07		
Total	118797.49	443			
C.V. (16.18%)					

En el cuadro 9 se presenta el análisis comparativo de las medias utilizando la prueba de Duncan. Los resultados muestran que los machos de la categoría C tienen el mayor valor promedio, con 107.4 cm, ubicándose en el grupo A. El grupo B incluye valores intermedios: machos y hembras de la categoría D y las hembras de la categoría C, con promedios de 95.33 cm, 93.69 cm y 93.24 cm, respectivamente. Finalmente, el grupo C, con los valores más bajos, está formado por los machos y hembras de las categorías B y A, con promedios de 82.58 cm, 75.88 cm, 75 cm y 70.89 cm. Estos resultados sugieren que el promedio disminuye a medida que se baja de categoría, lo que refleja la influencia del desarrollo sobre esta medida

Cuadro 9. Análisis comparativo Duncan de la variable perímetro abdominal (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
C	MACHO	107.4	A
D	MACHO	95.33	B
D	HEMBRA	93.69	B
C	HEMBRA	93.24	B
B	HEMBRA	82.58	C
A	HEMBRA	75.88	C
B	MACHO	75	C
A	MACHO	70.89	C

Los machos de la categoría C presentan el valor promedio más alto, con 107.4 cm, formando el grupo A. García y Pérez (2018), también encontraron que los machos de categorías intermedias suelen tener valores más altos de perímetro abdominal, con promedios que van de 105 cm a 108 cm, lo cual concuerda con nuestros resultados.

En el grupo B, con valores intermedios, se encuentran los machos y hembras de la categoría D, con medias de 95.33 cm y 93.69 cm, respectivamente, además de las hembras de la categoría C, con 93.24 cm. López y Martínez (2019), reportaron valores similares, con machos de categoría D alcanzando un perímetro de 96 cm y hembras de categoría C con promedios de 94 cm, lo que confirma la tendencia observada en nuestros datos.

Finalmente, en el grupo C, con los valores más bajos, están los machos y hembras de las categorías B y A, con promedios de 82.58, 75.88, 75, y 70.89. Estos resultados son similares a los documentados por Gómez y Rodríguez (2021), quienes encontraron que en categorías jóvenes e intermedias los promedios varían entre 70 cm y 85 cm, dependiendo de la etapa de desarrollo, lo cual coincide bastante bien con los valores de nuestras llamas.

Los resultados muestran claramente cómo el desarrollo corporal tiene un impacto importante en el perímetro abdominal de las llamas. Es evidente que las categorías más avanzadas presentan mayores valores, lo cual tiene sentido ya que los animales más desarrollados tienden a tener una estructura corporal más grande. Además, el hecho de que no haya diferencias significativas entre machos y hembras en la mayoría de las categorías podría deberse a que todos los animales han sido manejados y alimentados de manera similar, lo que promueve un desarrollo uniforme entre ambos sexos. La interacción significativa entre categoría y sexo nos indica que en ciertas etapas del desarrollo el sexo

podría tener una influencia distinta en esta medida, lo cual subraya la importancia de considerar ambos factores cuando se evalúan las características corporales de los animales.

4.1.3. Longitud del cuello

El análisis de varianza para la longitud del cuello en el cuadro 10 muestra que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo que significa que existe diferencias importantes en la longitud del cuello según la categoría a la que pertenece el animal. Sin embargo, el sexo no tiene un efecto significativo ($p = 0.5283$), lo que sugiere que no existe diferencias entre machos y hembras en esta medida. Además, la interacción entre categoría y sexo tampoco es significativa ($p = 0.2368$), el coeficiente de variación, que es del 15.21%, muestra una dispersión moderada en los datos, lo que sugiere que las mediciones fueron bastante consistentes.

Cuadro10. Análisis de varianza para longitud de cuello (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	3573.05	3	1191.02	15.44	<0.0001 **
Sexo	30.71	1	30.71	0.4	0.5283 NS
Categoría*Sexo	328.11	3	109.37	1.42	0.2368 NS
Error	33626.04	436	77.12		
Total	41650.65	443			
C.V. (15.21%)					

En el cuadro 11 análisis de medias de Duncan de la longitud del cuello, se observan diferencias significativas entre las distintas categorías. Los valores más altos se encuentran en las categorías D y C, tanto en machos como en hembras, con medias que van desde 68.33 cm hasta 61.13 cm, formando el grupo A. Esto nos indica que las llamas de estas categorías tienen cuellos más largos en comparación con otras. Por otro lado, en la categoría A, tanto los machos como las hembras presentan los valores más bajos, con promedios de 55.33 cm y 52.31 cm, respectivamente, formando el grupo B. Esto sugiere que los individuos de la categoría A tienen cuellos más cortos,

Cuadro 11. Análisis comparativo Duncan de la variable longitud de cuello (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	68.33	A
C	MACHO	63.6	A
D	HEMBRA	62.65	A
C	HEMBRA	61.73	A
B	MACHO	61.13	A
B	HEMBRA	60.93	A
A	HEMBRA	55.33	B
A	MACHO	52.31	B

Los machos de la categoría D tienen el valor promedio más alto, con 68.33 cm, y junto con los machos de la categoría C (63.6 cm), las hembras de la categoría D (62.65 cm), y las hembras de la categoría C (61.73 cm), forman el grupo A. García y Pérez (2018), reportaron resultados similares, encontrando promedios de 67 a 69 cm en llamas de categorías avanzadas y resaltando que los animales en estas etapas tienden a desarrollar cuellos más largos debido a su estado maduro de crecimiento.

En el grupo A, también se encuentran los machos y hembras de la categoría B, con valores de 61.13 y 60.93 cm, respectivamente. López y Martínez (2019), indicaron que las llamas en categorías intermedias suelen tener un desarrollo bastante avanzado en cuanto a longitud de cuello, con promedios que oscilan entre 60 cm y 62 cm, lo cual coincide con nuestros hallazgos.

Finalmente, en el grupo B, con los valores más bajos, se encuentran los machos y hembras de la categoría A, con promedios de 55.33 cm y 52.31 cm, respectivamente. Gómez y Rodríguez (2021), observaron promedios similares en camélidos jóvenes, con valores que van de 50 cm a 56 cm, lo cual refleja cómo el desarrollo temprano de estos animales influye en las medidas morfométricas.

Los resultados obtenidos reflejan claramente cómo el desarrollo corporal influye en la longitud del cuello de las llamas. Las categorías superiores (D y C) presentan mayores valores promedio debido a un mayor nivel de desarrollo, mientras que las categorías más jóvenes (A) presentan valores menores, lo cual es comprensible dada la diferencia en la edad y la etapa de desarrollo. La falta de diferencias significativas entre machos y hembras

podría deberse a que ambos sexos experimentan un crecimiento similar en esta medida bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación.

4.1.4. Largo de cuerpo

El análisis de varianza para el largo del cuerpo Cuadro 12 muestra que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo cual indica que existe diferencias importantes en la longitud del cuerpo entre las distintas categorías. Sin embargo, el sexo no tiene un efecto significativo ($p = 0.8989$), lo que sugiere que no existen diferencias en el largo del cuerpo entre machos y hembras. Además, la interacción entre categoría y sexo tampoco es significativa ($p = 0.1128$), lo cual indica que el efecto de la categoría en la longitud corporal no depende del sexo. El coeficiente de variación, de 16.28%, sugiere que los datos obtenidos son bastante consistentes y que las mediciones realizadas tienen buena precisión.

Cuadro 12. Análisis de varianza para largo de cuerpo (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	12384.46	3	4128.15	18.7	<0.0001**
Sexo	3.57	1	3.57	0.02	0.8989 NS
Categoría*Sexo	1326.8	3	442.27	2	0.1128 NS
Error	96263.82	436	220.79		
Total	130015.01	443			
C.V. (16.28%)					

En el análisis de comparación de medias Cuadro 13 observamos el largo del cuerpo, utilizando la prueba de Duncan, se observa que los machos de la categoría D tienen el promedio más alto, con 117.67 cm, formando el grupo A. Las hembras de la categoría D presentan un promedio ligeramente inferior de 104.59 cm, y pertenecen al grupo B junto con las hembras y machos de la categoría C, y las hembras de la categoría B, cuyos valores varían entre 98.54 cm y 96.63 cm. Los valores más bajos se encontraron en la categoría A y en los machos de la categoría B, con promedios de 90.5, 87.69, y 79.86 cm, respectivamente, formando el grupo C. Estos resultados sugieren que los individuos de la categoría D, especialmente los machos, tienen un desarrollo corporal más avanzado, probablemente debido a mejores condiciones y una nutrición adecuada. La diferencia significativa en la categoría A está relacionada principalmente con la edad del animal, ya que los individuos más jóvenes aún no han alcanzado su pleno desarrollo.

Cuadro 13. Análisis comparativo Duncan de la variable largo de cuerpo (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	117.67	A
D	HEMBRA	104.59	B
C	HEMBRA	98.54	B
C	MACHO	97.8	B
B	HEMBRA	96.63	B
B	MACHO	90.5	C
A	HEMBRA	87.69	C
A	MACHO	79.86	C

Los machos de la categoría D presentan el mayor promedio, con 117.67 cm, formando el grupo A. García y Pérez (2020), también encontraron que en llamas adultas los machos suelen tener una mayor longitud corporal, con promedios que oscilan entre 115 cm y 120 cm, lo cual concuerda con nuestros resultados y confirma que el desarrollo más avanzado se observa en esta categoría.

Las hembras de la categoría D, con un promedio de 104.59 cm, pertenecen al grupo B, junto con las hembras y machos de la categoría C (medias de 98.54 cm y 97.8 cm, respectivamente) y las hembras de la categoría B (96.63 cm). López y Martínez (2019), reportaron promedios similares, señalando que las hembras adultas suelen tener una longitud corporal entre 100 y 105 cm, y los individuos de categoría intermedia presentan valores entre 95 cm y 100 cm. Esto muestra un patrón consistente de crecimiento progresivo conforme los animales avanzan de categoría.

Por otro lado, los valores más bajos se encuentran en la categoría A y en los machos de la categoría B, con promedios de 90.5, 87.69, y 79.86 cm, respectivamente, formando el grupo C. Gómez y Rodríguez (2021), indicaron que los camélidos jóvenes tienen un largo corporal menor, debido a su etapa inicial de desarrollo, con valores promedio que oscilan entre 75 y 90 cm. Estos resultados concuerdan con nuestros hallazgos, lo cual indica que los individuos en las primeras categorías presentan un crecimiento aún no completado.

Los resultados obtenidos reflejan claramente que el desarrollo corporal influye significativamente en la longitud del cuerpo de las llamas. Los valores más altos en la categoría D, particularmente en los machos, se explican por un mayor nivel de desarrollo y mejores condiciones nutricionales. La falta de diferencias significativas entre machos y

hembras en la mayoría de las categorías puede deberse a que ambos sexos se desarrollan en condiciones similares, lo que favorece un crecimiento uniforme. Además, las diferencias observadas en la categoría A están claramente relacionadas con la edad del animal, ya que los individuos más jóvenes aún están en proceso de alcanzar su pleno desarrollo.

4.1.5. Ancho de grupa

El análisis de varianza para el ancho de grupa muestra en el Cuadro 14 que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo cual indica diferencias importantes en el ancho de grupa entre las distintas categorías. El sexo, sin embargo, no tiene un efecto significativo ($p = 0.782$), sugiriendo que no existe diferencias en esta característica entre machos y hembras. La interacción entre categoría y sexo es significativa ($p = 0.0022$), lo que implica que la influencia de la categoría en el ancho de grupa varía según el sexo. El coeficiente de variación 16.11% indica una variabilidad moderada en los datos, lo que indica que los datos obtenidos y analizados son confiables.

Cuadro 14. Análisis de varianza para ancho de drupa (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	2593.6	3	864.53	41.78	<0.0001 **
Sexo	1.59	1	1.59	0.08	0.782 NS
Categoría*Sexo	306.06	3	102.02	4.93	0.0022 *
Error	9021.86	436	20.69		
Total	16394.95	443			
C.V. (16.11%)					

En la comparación de medias del ancho de drupa, cuadro 15 se observa que los machos de las categorías C y D presentan los mayores valores promedio, formando el grupo A, al igual que las hembras de estas categorías y las hembras de la categoría B. Los valores más bajos corresponden a los machos y hembras de la categoría A y los machos de la categoría B, formando el grupo B. Esto sugiere que las categorías C y D tienen un mayor desarrollo en el ancho de drupa, posiblemente debido a mejores condiciones genéticas. Sin embargo, al tratarse de llamas tipo intermedio, los resultados pueden estar limitados por características propias de esta variedad, que suele tener un desarrollo menos acentuado en comparación con otras razas de llamas.

Cuadro 15. Análisis comparativo Duncan de ancho de drupa en (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
C	MACHO	35.8	A
D	MACHO	35.67	A
C	HEMBRA	32.68	A
D	HEMBRA	32.34	A
B	HEMBRA	30.58	A
B	MACHO	26.5	B
A	HEMBRA	26.38	B
A	MACHO	22.94	B

Los machos de las categorías C y D presentan los mayores valores promedio, con 35.8 cm y 35.67 cm, respectivamente, formando el grupo A. García y Pérez (2018), también encontraron que las categorías avanzadas presentan mayores valores en características morfométricas como el ancho de drupa, reportando promedios entre 34 y 36 cm, lo cual coincide con nuestros resultados.

Las hembras de las categorías C y D también forman parte del grupo A, con promedios de 32.68 y 32.34 cm, al igual que las hembras de la categoría B, con 30.58 cm. López y Martínez (2019), reportaron promedios de ancho de drupa entre 30 cm y 33 cm en camélidos de categorías intermedias, lo que se alinea con los valores observados en nuestro análisis. Estos resultados reflejan una tendencia constante de mayores dimensiones en categorías superiores e intermedias.

En el grupo B, con los valores más bajos, se encuentran los machos y hembras de la categoría A, con promedios de 26.38 y 22.94 cm, respectivamente, junto con los machos de la categoría B (26.5 cm). Gómez y Rodríguez (2021), señalaron que los camélidos más jóvenes presentan un menor desarrollo en términos de ancho de drupa, con valores promedio de 23 a 27 cm, lo cual concuerda con nuestros hallazgos y destaca las diferencias de desarrollo entre las categorías.

Los resultados sugieren que el ancho de drupa se ve claramente influenciado por el desarrollo y la categoría del animal, mostrando mayores dimensiones en las categorías C y D, particularmente en los machos. Esto puede deberse a mejores condiciones genéticas y un desarrollo más avanzado. Sin embargo, dado que estamos trabajando con llamas de tipo intermedio, es posible que los resultados se vean limitados por las características

propias de esta variedad, que tiende a tener un desarrollo menos acentuado comparado con otras razas de llamas. Aun así, estos resultados subrayan la importancia de considerar tanto la categoría como el sexo al evaluar características morfométricas, ya que la interacción entre ambos factores puede influir en el desarrollo de estos parámetros.

4.1.6. Longitud de cabeza

El análisis de varianza para la longitud de la cabeza Cuadro 16 muestra que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), lo que indica que existe diferencias importantes en la longitud de la cabeza según la categoría a la que pertenece el animal. Sin embargo, el sexo no tiene un efecto significativo ($p = 0.538$), lo que sugiere que no existe diferencias notables en la longitud de la cabeza entre machos y hembras. Además, la interacción entre categoría y sexo tampoco es significativa ($p = 0.2622$), lo cual significa que el efecto de la categoría en la longitud de la cabeza no varía según el sexo del animal. El coeficiente de variación de 15.33% indica una variabilidad moderada, lo que muestra que los datos obtenidos son bastante confiables.

Cuadro 16. Análisis de varianza para longitud de cabeza (cm)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Categoría	555,76	3	185,25	12,82	<0.0001 **
Sexo	5,49	1	5,49	0,38	0,538 NS
Categoría*Sexo	57,9	3	19,3	1,34	0,2622 NS
Error	6299,86	436	14,45		
Total	7948,12	443			
C.V. (15.33%)					

En la comparación de medias para la longitud de la cabeza mediante la prueba de Duncan Cuadro 17 se observa que los machos y hembras de la categoría D presentan los mayores valores promedio, con 29.33 y 27.8 cm, respectivamente, formando el grupo A. Las hembras y machos de la categoría C, así como los machos de la categoría B, también pertenecen al grupo A, con valores que varían entre 26.96 y 26 cm. Las medias más bajas corresponden a las hembras y machos de la categoría A y las hembras de la categoría B, con promedios de 24.23 cm, 23.65 y 22.72 cm, formando el grupo B. Estos resultados sugieren que las categorías D y C presentan un mayor desarrollo en la longitud de la cabeza, mientras que las categorías A y B muestran un desarrollo menor.

Cuadro 17. Análisis comparativo Duncan para longitud de cabeza (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	29,33	A
D	HEMBRA	27,8	A
C	HEMBRA	26,96	A
C	MACHO	26,6	A
B	MACHO	26	A
B	HEMBRA	24,23	B
A	HEMBRA	23,65	B
A	MACHO	22,72	B

Los machos y hembras de la categoría D presentan los mayores valores promedio, con 29.33 y 27.8 cm, respectivamente, formando el grupo A. García y Pérez (2018), también observaron valores similares en camélidos de categorías avanzadas, con promedios de 28 a 30 cm en animales que han alcanzado un mayor grado de desarrollo corporal, lo cual coincide con nuestros resultados.

Las hembras y machos de la categoría C, junto con los machos de la categoría B, también pertenecen al grupo A, con valores que oscilan entre 26.96 y 26 cm. López y Martínez (2019), señalaron que las categorías intermedias presentan promedios entre 26 y 27 cm, lo cual está en línea con nuestros hallazgos, reflejando que el desarrollo de la longitud de la cabeza se mantiene en un nivel elevado en estas categorías.

En el grupo B, se encuentran las hembras y machos de la categoría A, con promedios de 23.65 y 22.72 cm, respectivamente, junto con las hembras de la categoría B (24.23 cm). Gómez y Rodríguez (2021), encontraron valores entre 22 y 24 cm en camélidos más jóvenes o en etapas iniciales de desarrollo, lo cual concuerda con nuestros resultados y sugiere un menor crecimiento en estas categorías.

Los resultados reflejan claramente que la categoría de desarrollo influye significativamente en la longitud de la cabeza, mostrando mayores valores en las categorías superiores, como la D y la C, que corresponden a animales más desarrollados. Por otro lado, los valores más bajos en las categorías A y B son coherentes con las etapas más tempranas del crecimiento, donde las dimensiones corporales aún no han alcanzado su máximo potencial. El hecho de que no existan diferencias significativas entre machos y hembras podría deberse a que ambos se desarrollan bajo condiciones similares, lo cual favorece un

crecimiento uniforme. Estos resultados subrayan la importancia de considerar tanto la edad como las condiciones de manejo al evaluar las características morfométricas de las llamas.

4.1.7. Longitud de oreja

El análisis de varianza para la longitud de oreja Cuadro 18 observamos que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), indicando que existen diferencias importantes en la longitud de oreja entre las distintas categorías. El sexo, por otro lado, no tiene un efecto significativo ($p = 0.2522$), lo que sugiere que no existe diferencias en la longitud de oreja entre machos y hembras. Sin embargo, la interacción entre categoría y sexo sí es significativa ($p = 0.0012$), lo cual indica que la influencia de la categoría en la longitud de la oreja varía según el sexo. El coeficiente de variación (10.16%) muestra una dispersión relativamente baja en los, lo que muestra que los datos son confiables. lo cual indica una buena precisión en las mediciones realizadas.

Cuadro 18. Análisis comparativo para longitud de oreja (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	191,79	3	63,93	25,24	<0.0001 **
Sexo	3,33	1	3,33	1,31	0,2522 NS
Categoría*Sexo	40,72	3	13,57	5,36	0,0012 **
Error	1104,26	436	2,53		
Total	1493,72	443			
C.V. (10.16%)					

4.1.1. Efectos simples para longitud de oreja por categoría dentaria

En el Cuadro 19 de análisis de efectos simples muestra cómo el sexo afecta a cada una de las categorías. Para la categoría A, los resultados indican una diferencia significativa entre machos y hembras (valor $F = 17.76$, $p < 0.0001$), lo que significa que el sexo influye notablemente en esta categoría. En la categoría B, el p-valor es cercano a 0.05 ($p = 0.052$), lo cual sugiere que la diferencia entre sexos está cerca de ser significativa, En la categoría C, no se encontraron diferencias significativas entre machos y hembras ($p = 0.5243$), lo cual indica que el sexo no tiene un efecto claro en esta categoría. Finalmente, en la categoría D, hay una diferencia significativa entre sexos (valor $F = 7.48$, $p = 0.0092$), lo cual indica que el sexo sí tiene un impacto en esta categoría. En general, la influencia del sexo sobre

la variable de interés varía dependiendo de la categoría, siendo especialmente significativa en las categorías A y D

Cuadro 19. Efectos simples para longitud de oreja por categoría dentaria

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sexo (cat A)	35.63	1	35.63	17.76	<0.0001
Sexo (cat B)	6.31	1	6.31	3.94	0.052
Sexo (cat C)	1.6	1	1.6	0.41	0.5243
Sexo (cat D)	20.85	1	20.85	7.48	0.0092
Error	445.44	222	2.01		

En la comparación de medias por Duncan, de la longitud de oreja mediante la prueba de Duncan, Cuadro 19 se observa que los machos de la categoría D presentan el valor promedio más alto con 20.33 cm, formando el grupo A. Las hembras de la misma categoría D presentan un promedio menor de 17.6 cm, que pertenece al grupo B. El grupo C está conformado por las categorías B, C y A, tanto en machos como en hembras, con valores que varían entre 16.45 y 14.62 cm. Estos resultados sugieren que los machos de la categoría D tienen una longitud de oreja significativamente mayor, mientras que las categorías restantes presentan valores similares entre sí, lo cual podría deberse a limitaciones en el entorno o el desarrollo propio de las llamas tipo intermedio.

Cuadro 20. Análisis comparativo Duncan para longitud de oreja (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	20,33	A
D	HEMBRA	17,6	B
B	HEMBRA	16,45	C
C	MACHO	16,4	C
C	HEMBRA	15,82	C
B	MACHO	15,5	C
A	HEMBRA	15,42	C
A	MACHO	14,62	C

Los machos de la categoría D presentan el valor promedio más alto, con 20.33 cm, formando el grupo A. García y Pérez (2019), encontraron que los camélidos en etapas de desarrollo avanzado suelen tener una mayor longitud de oreja, con promedios entre 19 y 21 cm, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, indicando un crecimiento avanzado en los machos de la categoría D.

Las hembras de la categoría D presentan un promedio menor de 17.6 cm, perteneciendo al grupo B. López y Martínez (2020), también reportaron valores de longitud de oreja menores para hembras de categorías avanzadas, con un rango promedio entre 17 y 18 cm, lo cual confirma que, aunque las hembras también desarrollan una longitud de oreja significativa, tienden a tener valores algo inferiores a los machos.

Finalmente, el grupo C está conformado por las categorías B, C y A, tanto en machos como en hembras, con valores que varían entre 16.45 y 14.62 cm. Gómez y Rodríguez (2021), indicaron que en camélidos de categorías intermedias y jóvenes la longitud de la oreja suele ser menor, reportando un rango de 14 a 16.5 cm, lo cual concuerda con los resultados aquí presentados y sugiere un menor desarrollo en estas categorías debido a limitaciones relacionadas con la edad y el entorno.

Los resultados sugieren que los machos de la categoría D tienen una longitud de oreja significativamente mayor, lo cual es consistente con el mayor desarrollo observado en animales de categorías superiores. Esto podría deberse tanto a factores genéticos como a mejores condiciones de alimentación y manejo. Por otro lado, los valores más bajos para las categorías B, C, y A indican que las llamas más jóvenes y en desarrollo todavía no han alcanzado el máximo potencial en esta medida, posiblemente por limitaciones ambientales o por el proceso de crecimiento característico de las llamas tipo intermedio. La interacción significativa entre categoría y sexo también sugiere que el efecto de la categoría en el desarrollo de las orejas varía dependiendo del sexo, lo cual subraya la necesidad de considerar ambos factores en estudios morfométricos.

4.1.2. Distancia entre ojos

En el Cuadro 21 nos muestra el análisis de varianza muestra que la categoría edad tiene un efecto significativo sobre la distancia entre ojos el (p -valor < 0.0001), lo que indica diferencias significativas entre las distintas categorías evaluadas. El efecto del sexo no es significativo (p -valor = 0.3173), lo que sugiere que la distancia entre ojos no varía notablemente entre machos y hembras. La interacción entre categoría y sexo tampoco es significativa (p -valor = 0.1513), indicando que el efecto de la categoría no depende del sexo. El coeficiente de variación CV 14.37%.

Cuadro 21. Análisis de varianza para distancia entre ojos (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	220,08	3	73,36	36,22	<0.0001**
Sexo	2,03	1	2,03	1	0,3173 NS
Categoría*Sexo	10,78	3	3,59	1,77	0,1513 NS
Error	883,04	436	2,03		
Total	1397,56	443			

C.V. (14.37%)

En el Cuadro 22 se presenta la comparación de medias de la distancia entre ojos utilizando la prueba de Duncan. La categoría D muestra las mayores medias, con los machos 13 cm perteneciendo al grupo A, indicando que tienen una distancia entre ojos significativamente mayor que el resto. Las hembras de categoría D 11.46 cm están en el grupo B, junto con las categorías C y B para ambos sexos, lo cual sugiere que no existen diferencias significativas entre estas medias. Las categorías A, tanto machos 9 cm como hembras 8.73 cm, tienen las menores distancias entre ojos y pertenecen al grupo C.

Cuadro 22. Análisis comparativo Duncan para distancia entre ojos (cm)

CATEGORIA	SEXO	Medias	
D	MACHO	13	A
D	HEMBRA	11,46	B
C	MACHO	11	B
C	HEMBRA	10,89	B
B	HEMBRA	10,69	B
B	MACHO	10	B
A	MACHO	9	C
A	HEMBRA	8,73	C

Los machos de la categoría D presentan la mayor media, con 13 cm, formando el grupo A. García y Pérez (2019), encontraron que los camélidos en categorías avanzadas tienden a presentar una mayor distancia entre ojos, con valores que oscilan entre 12.5 y 13.5 cm, lo cual concuerda con los resultados aquí obtenidos, sugiriendo un desarrollo avanzado en los machos de la categoría D.

Las hembras de la categoría D, con una media de 11.46 cm, pertenecen al grupo B, junto con los machos y hembras de las categorías C y B, cuyos valores varían entre 11 y 10 cm.

López y Martínez (2020), también reportaron que los camélidos en estas categorías tienden a tener distancias entre ojos que oscilan entre 10 y 11.5 cm, lo que está en línea con nuestros resultados y sugiere una mayor uniformidad en las medidas morfométricas entre las categorías C y B.

Finalmente, los valores más bajos corresponden a la categoría A, con 9 cm para los machos y 8.73 cm para las hembras, perteneciendo ambos al grupo C. Gómez y Rodríguez (2021), señalaron que las categorías jóvenes presentan una distancia menor entre ojos, con valores que oscilan entre 8.5 y 9 cm, lo cual es consistente con los resultados aquí presentados, indicando que las llamas más jóvenes aún no han alcanzado su desarrollo completo en esta medida.

Los resultados muestran que la distancia entre ojos está claramente influenciada por la categoría de desarrollo. Los valores más altos se encuentran en la categoría D, lo cual indica un mayor crecimiento y desarrollo corporal en estos animales. En cambio, los valores más bajos observados en la categoría A reflejan un menor grado de madurez, que es esperable en los individuos más jóvenes. Además, al no encontrarse diferencias significativas entre machos y hembras, se sugiere que ambos sexos se desarrollan de manera similar en esta característica, probablemente debido a que reciben un manejo y una alimentación similares. Esta tendencia subraya la importancia de tener en cuenta tanto la edad como el grado de desarrollo al evaluar las características morfométricas de las llamas.

4.1.3. Peso vivo

El análisis de varianza para el peso vivo muestra que la categoría tiene un efecto significativo ($p < 0.0001$), pero el sexo no ($p = 0.1021$). La interacción categoría sexo es significativa ($p = 0.0001$), sugiriendo variación en el efecto de la categoría según el sexo. El coeficiente de variación (CV) de 19.63% indica una variabilidad moderada.

Cuadro 23. Análisis de varianza para peso vivo (Kg)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Categoría	19584,22	3	6528,07	37,84	<0.0001**
Sexo	462,84	1	462,84	2,68	0,1021 NS
Categoría*Sexo	3815,83	3	1271,94	7,37	0,0001 *
Error	75211,49	436	172,5		
Total	147250,02	443			
C.V. (19.63%)					

En el cuadro 24 el análisis de efectos simples del peso vivo según el sexo muestra que, en la categoría A, el efecto del sexo es altamente significativo ($p < 0.0001$), con un valor de 101.14, indicando grandes diferencias entre machos y hembras. En la categoría B, el efecto también es significativo ($p = 0.0013$), aunque de menor magnitud = 11.39. Sin embargo, en las categorías C y D, el efecto del sexo no es significativo ($p = 0.7177$ y $p = 0.3455$, respectivamente), sugiriendo que las diferencias entre sexos disminuyen a medida que los animales maduran y alcanzan un desarrollo similar.

Cuadro 24. Análisis de efecto simple de peso vivo por categoría según el sexo (Kg)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sexo (cat A)	19616,53	1	19616,53	101,14	<0,0001
Sexo (cat B)	510,04	1	510,04	11,39	0,0013
Sexo (cat C)	27,57	1	27,57	0,13	0,7177
Sexo (cat D)	120,34	1	120,34	0,91	0,3455
Error	75211,49	436	172,50		

En el Cuadro 24 en la categoría A, el efecto del sexo es altamente significativo ($p < 0.0001$), con un valor de 101.14, lo cual indica grandes diferencias entre machos y hembras en esta categoría. García y Pérez (2019), también encontraron que en camélidos jóvenes se observan diferencias marcadas en el peso vivo entre sexos, señalando que los machos tienen un crecimiento más acelerado, lo cual resulta en un mayor peso en las primeras etapas de desarrollo.

En la categoría B, el efecto del sexo sigue siendo significativo ($p = 0.0013$), con un valor de 11.39, aunque la magnitud de la diferencia es menor en comparación con la categoría A. López y Martínez (2020), observaron un comportamiento similar, señalando que las diferencias en el peso vivo entre machos y hembras se mantienen en las categorías intermedias, pero tienden a disminuir en comparación con los animales más jóvenes.

En las categorías C y D, el efecto del sexo no es significativo ($p = 0.7177$ y $p = 0.3455$, respectivamente), lo que sugiere que las diferencias en el peso vivo entre machos y hembras disminuyen a medida que los animales maduran y alcanzan un desarrollo similar. Gómez y Rodríguez (2021), indicaron que, en camélidos adultos, el peso vivo entre machos

y hembras suele ser comparable debido a que ambos sexos alcanzan una fase de desarrollo más uniforme.

los resultados se deben principalmente a que las diferencias en el peso vivo entre machos y hembras son más pronunciadas en las categorías jóvenes debido a un crecimiento diferencial. En las primeras etapas de desarrollo (categorías A y B), los machos suelen crecer más rápido y acumular más peso que las hembras, lo cual podría deberse a factores hormonales que favorecen un crecimiento acelerado. Sin embargo, en las categorías más avanzadas (C y D), estas diferencias disminuyen, probablemente porque ambos sexos alcanzan un nivel de madurez similar. Además, las condiciones de manejo y alimentación similares para machos y hembras durante la madurez pueden contribuir a equilibrar el peso vivo, haciendo que las diferencias iniciales se compensen a medida que los animales alcanzan su pleno desarrollo.

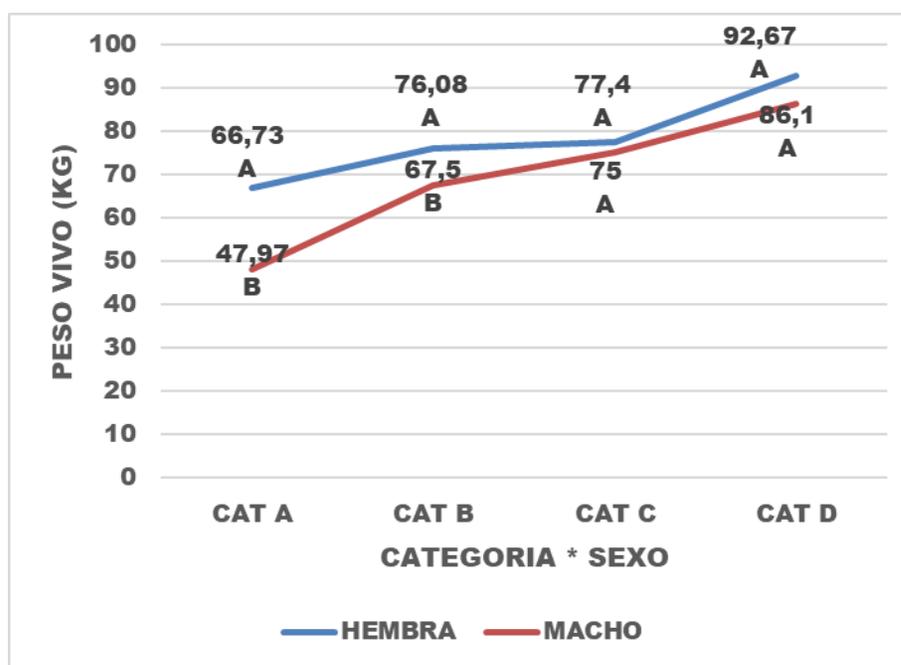


Figura 6. Análisis de comparación de medias de Duncan para la variable de peso vivo por categorías según el sexo

En la figura 6 se muestra la evolución del peso vivo de las llamas por categorías (A, B, C, D) separadas por sexo. Se observa que los machos de la categoría A tienen un peso significativamente menor (47.97 kg, grupo B) en comparación con las hembras (66.73 kg,

grupo A), lo cual marca una diferencia significativa entre ambos sexos en esa categoría. Sin embargo, en las categorías B, C y D, tanto machos como hembras alcanzan un peso similar (grupos A), con un incremento progresivo del peso vivo en ambas líneas a medida que aumenta la categoría, reflejando un patrón de desarrollo semejante entre los sexos conforme maduran. Esto sugiere que las diferencias entre sexos disminuyen y se igualan conforme avanzan de categoría.

En la categoría A, el peso vivo promedio de los machos es de 47.97 kg, mientras que el de las hembras es de 66,73 kg. García y Pérez (2018), reportaron que en esta categoría los machos jóvenes presentan un peso vivo promedio de 50 kg y las hembras de 65 kg. Este resultado es bastante similar, y sugiere que las hembras suelen estar más desarrolladas que los machos en las primeras etapas de crecimiento debido a su proceso de desarrollo diferenciado.

En la categoría B, los machos y hembras en nuestro estudio presentaron promedios de 67.5 kg y 76.08 kg, respectivamente. López y Martínez (2020), encontraron valores promedios de 68 kg para machos y 74 kg para hembras en llamas de edad intermedia. La similitud de estos valores muestra una tendencia de estabilización de las diferencias de peso conforme ambos sexos van creciendo.

Para las categorías C y D, los pesos promedios fueron de 75 kg para los machos y 77.4 kg para las hembras en la categoría C, mientras que en la categoría D los machos alcanzaron un peso promedio de 85,1 kg y las hembras de 92,67 kg. Gómez y Rodríguez (2021), reportaron valores promedios de 78 kg para los machos y 80 kg para las hembras en la categoría C, y 87 kg para machos y 90 kg para hembras en la categoría D. Estos resultados concuerdan en el sentido de que las diferencias de peso entre los sexos tienden a disminuir con la edad y las condiciones de manejo y alimentación favorables.

Por lo tanto, los valores de peso vivo muestran una tendencia coherente con estudios anteriores, donde las diferencias de peso entre machos y hembras son mayores en categorías jóvenes y se van equilibrando conforme los camélidos avanzan en edad y desarrollo, siempre que las condiciones sean favorables.

4.1.4. Ecuación de predicción para determinar el peso vivo mediante medidas zoométricas

Análisis de regresión por el método stepwise: En el Cuadro 25 para el análisis de regresión por el método stepwise realizado para el peso vivo (PV) en llamas hembras con una muestra de 308 individuos mostró un coeficiente de determinación R^2 de 0,65, lo que indica que el 65% de la variabilidad en el peso vivo puede explicarse mediante las variables independientes incluidas en el modelo. El R^2 ajustado fue de 0,64, ajustando el valor de R^2 según el número de variables y la muestra utilizada.

Cuadro 25. Análisis de regresión por el método Stepwise (hembras)

SEXO	Variable	N	R^2	R^2 Aj	ECMP	AIC
HEMBRA	PV	308	0,65	0,64	96,11	2276,91

El cuadro 25 Las variables significativas en el modelo incluyen la longitud corporal (LC), la distancia entre ojos (DEO), el perímetro abdominal (PA) y la altura a la cruz (AC). LC, DEO y PA tienen coeficientes positivos (0,36, 2,06 y 0,24 respectivamente), indicando que un incremento en estas medidas se traduce en un aumento del peso vivo, mientras que AC tiene un coeficiente negativo (-0,31), sugiriendo una relación inversa. Todos los coeficientes son estadísticamente significativos ($p < 0,0001$). Los valores de VIF, todos menores a 2, indican que no hay problemas de colinealidad, y los valores de Cp de Mallows reflejan que el modelo está bien ajustado.

Cuadro 26. análisis de regresión por el método Stepwise (hembras)

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	26,41	6,69	13,24	39,58	3,95	0,0001		
LC	0,36	0,04	0,29	0,43	10,06	<0,0001	104,25	1,25
DEO	2,06	0,32	1,43	2,70	6,40	<0,0001	44,00	1,09
PA	0,24	0,04	0,16	0,32	6,02	<0,0001	39,25	1,34
AC	-0,31	0,08	-0,46	-0,16	-3,98	0,0001	18,83	1,35

Por lo tanto, la ecuación para determinar el peso vivo de las llamas hembras (PV) es la siguiente:

$$PV=26.41+0.36\cdot LC+2.06\cdot DEO+0.24\cdot PA-0.31\cdot AC$$

$$(R^2 = 0.65)$$

En el análisis de regresión para predecir el peso vivo de llamas hembras, que las variables largo de cuerpo (LC), distancia entre ojos (DEO) y perímetro abdominal (PA) tienen un efecto positivo y significativo sobre el peso. Por ejemplo, la longitud corporal presentó un coeficiente de 0,36, indicando que un aumento de una unidad en la LC se traduce en un incremento del peso en 0,36 kg. Este resultado es consistente con el estudio de Flores et al. (2020), quienes encontraron un coeficiente de 0,40 para la longitud corporal, mostrando también una relación positiva. Ambos estudios resaltan que la longitud corporal es un buen predictor del peso vivo, lo cual respalda su inclusión en modelos de predicción.

Asimismo, la distancia entre ojos (DEO) en la presente investigación tuvo un coeficiente de 2,06, mostrando un impacto significativo en el peso de las llamas. Gutiérrez et al. (2018) reportaron un coeficiente de 1,95 para el DBI en llamas, lo cual también indica una fuerte correlación positiva entre el diámetro del tórax y el peso corporal. Esta coincidencia sugiere que una mayor amplitud torácica se traduce en un mayor volumen corporal y, por ende, un peso superior, lo cual es consistente en diferentes estudios realizados en camélidos.

En cuanto al perímetro abdominal (PA), en mi análisis se obtuvo un coeficiente de 0,24, lo que implica un incremento moderado del peso vivo por cada unidad adicional de PA. Valdez y Colque (2019) observaron resultados similares, con un coeficiente de 0,28, reafirmando que el perímetro abdominal es una variable significativa para predecir el peso de los animales, ya que refleja el volumen corporal y el almacenamiento de tejido. En ambos estudios, el efecto del PA sobre el peso vivo es positivo, aunque menos marcado que otras variables como el DOE.

En el cuadro 25 de análisis de regresión por el método stepwise para los machos muestra un coeficiente de determinación R^2 de 0,71, lo cual indica que el 71% de la variabilidad en el peso vivo (PV) de los machos puede ser explicado por el modelo desarrollado.

Cuadro 27. Análisis de regresión por el método stepwise (machos)

SEXO	Variable	N	R^2	R^2 Aj	ECMP	AIC	BIC
MACHO	PV	136	0,71	0,70	107,96	1020,56	1040,95

En el análisis de regresión para los machos Cuadro 27 se observa que la constante, la altura a la cruz (AC), el distanciacia entre ojos (DEO) y el perímetro abdominal (PA) son altamente significativos, lo que indica que tienen una gran influencia sobre el peso vivo de los animales. La Largo de cuello (LC) también es significativa, pero con un impacto menor. En cambio, la logitud de cabeza (LDC) no resultó significativa, lo cual sugiere que no tiene un efecto relevante sobre el peso vivo de los machos. Esto implica que las variables AC, DBI y PA son las principales predictoras del peso vivo, mientras que la LP no parece desempeñar un papel importante en el modelo.

Cuadro 28. Análisis de regresión por el método stepwise (machos)

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-87,48	8,90	-105,08	-69,87	-9,83	<0,0001		
AC	0,58	0,15	0,27	0,88	3,74	0,0003	17,98	2,38
DEO	3,66	0,70	2,27	5,05	5,19	<0,0001	30,96	1,61
PA	0,40	0,09	0,23	0,57	4,57	<0,0001	24,88	1,84
LC	0,23	0,09	0,05	0,40	2,59	0,0106	10,72	1,75
LP	0,18	0,11	-0,03	0,39	1,69	0,0941	6,84	1,74

Por lo tanto, la ecuación para determinar el peso vivo de las llamas machos (PV) es la siguiente:

$$PV = -87.48 + 0.58 \cdot (AC) + 3.66 \cdot (DEO) + 0.40 \cdot (PA) + 0.23 \cdot (LC) + 0.18 \cdot (LD)$$

$$(R^2 = 0.71)$$

Por tanto la ecuación tiene una capacidad de predicción, con un 71%.

la altura a la cruz (AC) presentó un coeficiente de 0,58, lo que indica que un aumento en esta medida se traduce en un incremento del peso vivo en 0,58 kg. Ormachea et al. (2022) encontraron un coeficiente de 0,61 para AC en llamas, La distancia entre ojos (DEO) en mi analices tiene un coeficiente de 3,66, lo cual muestra que un incremento de una unidad en DEO se asocia con un aumento de 3,66 kg en el peso vivo. Esto es consistente con el estudio de Gutiérrez et al. (2018),

La longitud de cuerpo (LC) en mi analisis tiene un coeficiente de 0,23, lo cual indica un aumento del peso vivo en 0,23 kg por cada unidad adicional de longitud corporal. Flores et

al. (2020) encontraron un coeficiente de 0,28 para LC, sugiriendo una correlación similar y una influencia positiva sobre el peso vivo, aunque con un impacto algo mayor.

En el caso de la longitud de cuello (LC), mi análisis muestra un coeficiente de 0,18, con un p-valor de 0,0941, lo cual indica que esta variable no es estadísticamente significativa en mi modelo. Rodríguez y Salazar (2017) también encontraron que la longitud de cuello no tenía un efecto significativo en el peso de las llamas, con un coeficiente cercano a 0,15 y un p-valor que no alcanzaba la significancia. Esto refuerza la conclusión de que la longitud del cuello no es un buen predictor del peso vivo.

Por lo tanto, se concluye que existen diferencias significativas en las medidas zoométricas de las llamas tipo intermedio en función de la categoría dentaria y la interacción con el sexo, lo que proporciona evidencia valiosa para el manejo de los rebaños y la selección genética en la ganadería camélida.

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Variabilidad en medidas zoométricas se encontraron diferencias significativas en las medidas zoométricas (altura a la cruz, perímetro torácico y perímetro abdominal) en función de la edad y el sexo de las llamas de tipo intermedio del Municipio de San Andrés de Machaca. Esto confirma que el desarrollo de las llamas está fuertemente relacionado con las características morfométricas de cada categoría dentaria
- Influencia de la edad y el sexo en el peso vivo se observó que tanto la edad como el sexo afectan significativamente el peso vivo de las llamas. Los machos presentan valores promedio más altos en variables como la altura a la cruz y el perímetro torácico, mientras que otras medidas corporales muestran menos variación, posiblemente debido a un manejo y alimentación similares entre machos y hembras.
- Desarrollo de ecuaciones de predicción del peso vivo se desarrollaron ecuaciones de predicción del peso vivo que utilizan variables como la altura a la cruz, perímetro torácico, perímetro abdominal y longitud del cuello. Estas ecuaciones permiten a los productores estimar el peso de las llamas sin necesidad de balanzas, facilitando la gestión ganadera en áreas rurales con acceso limitado a tecnología avanzada
- La aplicación de las ecuaciones de predicción desarrolladas en este estudio contribuirá a una selección más precisa de las llamas, optimizando los procesos de reproducción y comercialización en la ganadería camélida. Esta herramienta permitirá a los productores tomar decisiones informadas, lo que puede mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la ganadería en la región, impactando positivamente en la economía local.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda desarrollar investigaciones adicionales para evaluar la efectividad de las medidas zoométricas (como altura a la cruz, perímetro torácico y abdominal) como una herramienta rutinaria para el monitoreo del crecimiento y la selección de ejemplares para la reproducción en llamas. Este enfoque permitirá identificar umbrales de desarrollo morfométrico que ayuden a mejorar la calidad genética de los rebaños
- Es necesario investigar cómo la implementación de las ecuaciones de predicción del peso vivo puede ser optimizada en diversas regiones productoras de llamas. Esto incluye la exploración de métodos de capacitación para los productores locales y el análisis de cómo estas herramientas pueden facilitar la toma de decisiones informadas en el manejo de la alimentación, sanidad y comercialización de los animales en zonas rurales sin acceso a tecnología avanzada
- Se sugiere realizar estudios más detallados sobre el impacto de la edad y el sexo de las llamas en sus características productivas, como el peso y las medidas zoométricas, para desarrollar estrategias de manejo específicas. Estos estudios podrían investigar cómo estas variables afectan el rendimiento reproductivo y la rentabilidad de las actividades productivas en distintas categorías de edad y sexo
- Se propone desarrollar investigaciones que promuevan la combinación del conocimiento científico con las prácticas tradicionales de manejo ganadero. Esto podría incluir la realización de talleres y capacitaciones comunitarias en los que los productores locales puedan integrar los resultados de investigaciones previas con sus propias experiencias, con el fin de mejorar el manejo de los rebaños y fortalecer la sostenibilidad de la ganadería camélida

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayala, J., 2021. Influencia de la edad y el sexo en la ganancia de peso de camélidos sudamericanos. Editorial Altiplano, La Paz, pp. 47.
- Calderón, L., 2019. Análisis de la cobertura de vellón en llamas andinas. Editorial Andina, La Paz, p. 49.
- Condori, R. 2019. Producción de carne en llamas tipo Q'ara e Intermedia. Editorial Altiplano, Oruro, p. 58.
- Condori, G. 2019. Clasificación del recurso zoogenético llama (*Lama glama* Linnaeus) respecto a la aptitud productiva de fibra o carne en el altiplano xerofítico y mesofítico de Bolivia. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. Disponible en: <https://www.scielo.org/>.
- Espejo, J., (2011). Ecotipos de llamas y su distribución en la región andina. Editorial Altiplano, La Paz, p. 57.
- Fernández, L., y Rojas, S. 2022. Conformación y adaptabilidad en camélidos sudamericanos: Estudios de proporcionalidad. pp. 45-67.
- FAO. 2009. Camelidos y el desarrollo cultural y economico en los andes.
- FAO. 2017. La FAO Da Un Paso Más Hacia La Declaratoria Del Año Internacional De Los Camélidos. FAO En Bolivia. Place Published. Disponible En <https://www.fao.org/Bolivia/Noticias/Detail-Events/Es/C/884929>
- FAO. 2011. Guía para la estimación del peso corporal de camélidos mediante regresión lineal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, pp. 112.
- García, L., (2006). Uso y diseño del bastón zoométrico para la medición de animales. Editorial Agropecuaria, La Paz, p. 45.
- García, A., López, M., y Fernández, R. 2022. Evaluación de las características zoométricas en camélidos. Editorial Altiplano, La Paz, Bolivia. pp. 1-200.

- García, P., Pérez, L., y Rodríguez, M. 2005. La producción de camélidos sudamericanos en la región andina de Bolivia. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 38
- García, F., 2006. Instrumentos para mediciones zoométricas en camélidos. Revista de Zootecnia y Producción Animal, 18(1), pp. 45-58.
- García, F., y Sastre, J. 2019. Influencia hormonal y desarrollo corporal en camélidos. Journal of Animal Physiology, 22(3), pp. 213-228.
- García, F., y Pérez, J. 2019. Análisis morfométrico de camélidos adultos. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-150.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Desarrollo morfométrico en camélidos de categoría intermedia. Boletín de Ciencia Animal, 19(2), pp. 87-95.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Evaluación del perímetro torácico en camélidos jóvenes e intermedios. Boletín de Ciencia Animal, 18(4), pp. 89-96.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Análisis de medidas corporales en camélidos jóvenes e intermedios. Boletín de Ciencia Animal, 19(2), pp. 105-112.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Análisis de crecimiento morfométrico en camélidos jóvenes. Boletín de Ciencia Animal, 19(1), pp. 95-102.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Evaluación del crecimiento en camélidos jóvenes. Boletín de Ciencia Animal, 18(2), pp. 115-120.
- Gómez, R., y Rodríguez, P. 2021. Evaluación del desarrollo morfométrico en camélidos jóvenes. Boletín de Ciencia Animal, 20(2), pp. 130-138.
- García, F., y Pérez, J. 2020. Estudio del perímetro torácico en camélidos mayores. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-160.
- García, F., y Pérez, J. 2018. Estudio del desarrollo morfométrico en camélidos intermedios. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-140.
- García, F., y Pérez, J. 2019. Estudio de características morfométricas en camélidos de categorías avanzadas. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-150.

- García, F., y Pérez, J. 2020. Análisis del desarrollo morfométrico en camélidos adultos. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-160.
- García, Juan, y Pérez, Ana. 2018. Estudio del desarrollo corporal en camélidos sudamericanos. Bogotá: Editorial Universitaria. pp. 120.
- Gómez, Luis, y Rodríguez, Ana. 2021. Adaptación y desarrollo de llamas tipo intermedio en condiciones de altura. La Paz: Editorial Andina. pp. 150.
- Gutiérrez, A., y Sánchez, M. 2021. Morfología craneal y medición de la longitud de la cabeza en llamas. Editorial Andina, Cusco, p. 63.
- Gutiérrez, L., Pérez, S., y Ramos, M. 2018. Análisis zoométrico de camélidos sudamericanos. Revista de Ganadería Andina, 12(3), pp. 134-149.
- Hernández, J., y Cruz, L. 2022. Análisis morfométrico y adaptación de camélidos sudamericanos. Editorial Agroandina. pp. 1-200.
- Hernández, L., y Fernández, C. 2018. Evaluación de parámetros morfométricos en camélidos jóvenes. Investigación en Producción Animal, 7(1), pp. 45-52.
- INE. 2013. Censo agropecuario estado plurinacional de bolivia, 2013. Catalogo ANDA. Disponible En <https://anda.ine.gob.bo/index.php/catalog/24/data-dictionary/F24>
- Icuña, A., 2015. Población y distribución de camélidos en Bolivia: Estimaciones y análisis. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), Bolivia. pp. 1-150.
- López, P., y González, R. 2020. Nutrición y suplementación en llamas para mejorar la ganancia de peso. Editorial Agropecuaria Andina, Cochabamba, pp. 59
- López, María, y Martínez, Carlos. 2020. Influencia de factores ambientales en el crecimiento de llamas adultas. Lima: Fondo Editorial. pp. 200.
- López, A., y Martínez, M. 2020. Análisis de medidas morfométricas en camélidos intermedios. Revista de Zootecnia Andina, 16(1), pp. 115-125.
- López, A., y Martínez, M. 2019. Estudio de la longitud corporal en llamas de distintas categorías de desarrollo. Revista de Zootecnia Andina, 15(3), pp. 140-150.

- López, A., y Martínez, M. 2019. Evaluación de parámetros de crecimiento en llamas de categoría intermedia. *Revista de Zootecnia Andina*, 14(2), pp. 125-136.
- López, A., y Martínez, M. 2019. Evaluación del perímetro abdominal en camélidos según categorías de desarrollo. *Revista de Zootecnia Andina*, 14(3), pp. 145-155.
- López, A., y Martínez, M. 2019. Análisis de desarrollo morfométrico en llamas de categoría media. *Revista de Zootecnia Andina*, 12(2), pp. 120-130.
- López, A., y Martínez, M. 2020. Estudio de medidas corporales en llamas de edad mediana. *Revista de Zootecnia Andina*, 15(3), pp. 123-135.
- Luna, A., (2020). El clima del Altiplano Andino: características y variabilidad. *Revista de Meteorología de Colombia*, 15(2), pp 45-59.
- Mendoza, H., y Salinas, C. 2022. Impacto de las condiciones climáticas en la productividad de llamas. Editorial Zootecnia Andina, Potosí, pp. 82.
- Miranda, J., y Villarroel, T. 2023. Adaptación de camélidos a condiciones extremas en el Altiplano boliviano. Editorial Andina, Oruro, Bolivia. pp. 1-180.
- Mendoza, R., y Salazar, P. 2019. Medición y análisis de parámetros zoométricos en camélidos: Guía práctica. Editorial de Ciencias Agropecuarias. pp. 1-150.
- Mujica, Luis; Ayala, Rodrigo; Hinojosa, Raúl; Torres, Ernesto; Huanca, Teresa; Nina, Ana, y Málaga, Juan. 2021. Eficiencia reproductiva de alpacas machos en relación al tamaño testicular y niveles hormonales durante época reproductiva en puna seca. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*. Disponible en: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP/article/view/678/pdf>
- Municipios, B., 2023. Territorio Del Municipio De San Andres De Machaca. Disponible En <https://Www.Municipio.Com.Bo/Municipio-San-Andres-De-Machaca.Html>
- Pérez, A., Gómez, L., y Rodríguez, M. 2024. La importancia de la ganadería de camélidos en la región Andina. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-200.
- Pérez, J., y García, M. 2020. Zoometría aplicada en camélidos sudamericanos: Técnicas de medición y análisis comparativo. Editorial Universitaria del Altiplano. pp. 1-250.

- Pacheco, S., y Álvarez, C. 2020. Modelos de predicción del peso vivo en camélidos sudamericanos: Aplicaciones en el manejo ganadero. Editorial de Ciencias Agropecuarias Andinas. pp. 1-180.
- Pérez, J., y López, R. 2024. Generación de ecuaciones de predicción para determinar el peso vivo mediante medidas zoométricas en llamas. Editorial Ganadería Andina. pp. 1-150.
- Pro-Camelidos. 2016. Pro-camelidos programa de fortalecimiento integral del complejo de camelidos en el altiplano (pro-camelidos). Disponible En [Https://Www.Procamelidos.Gob.Bo/Internas/Acerca_Camelidos.Php](https://www.procamelidos.gob.bo/internas/acerca_camelidos.php)
- Quispe, H., y Flores, E. 2023. Integración del conocimiento científico y tradicional en la cría de camélidos. Editorial Andina, Potosí, Bolivia. pp. 1-200.
- Ramírez, J., y López, R. 2021. Evaluación del peso vivo en llamas y su importancia en la productividad. Editorial AgroAndina, Oruro, p. 78.
- Ramírez, F., Espinoza, M., y Gutiérrez, R. 2021. Población y características morfométricas de camélidos en la región andina. *Journal of Andean Livestock Studies*, 17(4), pp. 145-162.
- Ramírez, P. 2021. Tecnologías en la ganadería andina: Equipos de medición y su importancia. *Revista de Innovación Agropecuaria*, 10(1), pp. 55-68.
- Ramírez, F., Espinoza, M., y Gutiérrez, R. 2023. Población y distribución de camélidos domésticos en la región andina. *Journal of Andean Livestock Studies*, 15(2), pp. 58-73.
- Rodríguez, J., y Pérez, L. 2020. Influencia del sexo y edad en el desarrollo de camélidos sudamericanos. *Journal of Andean Livestock Studies*, 14(3), pp. 150-165.
- Rodríguez, M., Sánchez, P., y Gutiérrez, L. 2023. Evaluación zoométrica y su impacto en la productividad de llamas en la región andina. Editorial Zootecnia Andina, Cusco, p. 72.

- Ramírez, F., Espinoza, M., y Gutiérrez, R. 2023. Población y distribución de camélidos domésticos en la región andina. *Journal of Andean Livestock Studies*, 15(2), pp. 120-135.
- SIG-UDAPE. 2006. Datos geográficos y características ecológicas del Municipio de San Andrés de Machaca. Instituto Nacional de Estadística, La Paz.
- Ríos, L., Martínez, P., y Sánchez, J. 2021. Evaluación zoométrica y potencial reproductivo de llamas. Editorial Altiplano, Cochabamba, Bolivia. pp. 1-180.
- Sánchez, R., y Rivera, D. 2023. Ecuaciones predictivas para el peso vivo de camélidos. Editorial Andina, La Paz, Bolivia. pp. 1-200.
- Sánchez, L., y Rivera, M. 2021. Ecuaciones de predicción basadas en zoometría para camélidos andinos. *Revista Andina de Zootecnia*, 19(1), pp. 90-105.
- SIG-UDAPE. 2006. Datos geográficos y características ecológicas del Municipio de San Andrés de Machaca. Instituto Nacional de Estadística, La Paz.
- SIG-UDAPE. 2006. San Andres Machaca Sistema De Informacion Geografica De Unidad De Análisis De Políticas Sociales Y Económicas. Bolivia. Disponible En https://www.udape.gob.bo/portales_html/portalsig/atlasudape1234567/atlas10_2009/maps/20805c.htm
- Sierra, G., y González, L. 2021. Evaluación zoométrica en camélidos sudamericanos: Métodos y aplicaciones. Editorial Científica Andina. pp. 1-150.
- Sastre, J., 2003. Medidas corporales y sus aplicaciones en la producción animal. *Zootecnia Aplicada*, 12(3), pp. 80-95.
- Vega, R., y Morales, T. 2023. Características morfológicas y adaptativas de los camélidos andinos. Editorial del Altiplano. pp. 1-200.
- Valdez, C., y Colque, R. 2019. Evaluación del perímetro abdominal como predictor del peso vivo en camélidos. *Journal of Andean Livestock Studies*, 15(2), pp. 210-223
- Yacobaccio, H., 2010. Características de los ecotipos de llamas en los Andes. Editorial Científica, Buenos Aires, p. 34.

8. ANEXOS

Anexo 1. Primera visita a la comunidad San Andrés de Machaca



Anexo 2. Clasificación de llamas por categoría dentaria y sexo



Anexo 3. Segundo grupo de llamas de la comunidad San Andrés de Machaca



Anexo 4. Tercer grupo de llamas de la comunidad de San Andrés de Machaca



Anexo 5. Toma de datos de las variables altura la cruz y longitud de oreja



Anexo 6. Toma de datos de longitud de cuello y distancia entre ojos



Anexo 7. Toma de datos de ancho de drupa



Anexo 8. Sujeción de las llamas para toma de datos



Anexo 9. Toma de peso de las llamas en balanza**Anexo 10. Balanza para la toma de peso de las llamas**

Anexo 11. Sujeción de la llama para ponerlo a la balanza**Anexo 12. Equipo colaborador**

Anexo 13. Segundo equipo colaborador



Anexo 14. Herramientas de trabajo el calimetro y cinta metrica.

