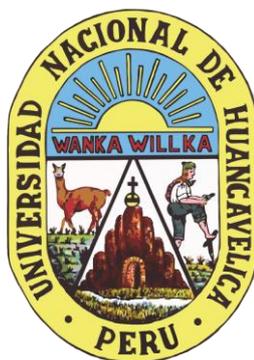


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley No 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**Correlaciones fenotípicas entre características biométricas
y predicción del peso corporal en alpacas y llamas**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

PRESENTADO POR:

Francisco Augusto, Oré Rojas

Fredy Nozar, Moran Chávez

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

HUANCAVELICA, PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En la Ciudad de Huancavelica, a los 28 días del mes de setiembre del año dos mil veintitres, a horas 3:30 p.m., se reunieron los miembros del Jurado Evaluador, designados con Resolución de Decano N° 027-2023-FCI-UNH, de fecha 13 de marzo del 2023 conformado por los siguientes:

PRESIDENTE : M.Sc. Paul Herber MAYHUA MENDOZA
<https://orcid.org/0000-0002-0837-8502>
DNI N° 40360834

SECRETARIO : Mg. José Luis CONTRERAS FERNÁNDEZ
<https://orcid.org/0000-0003-1499-8396>
DNI N° 42616757

ASESOR : Dr. Rufino PAUCAR CHANCA
<https://orcid.org/0000-0001-6820-6185>
DNI N° 41114625

Con la finalidad de desarrollarse el acto académico de sustentación de tesis titulada: "CORRELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS Y PREDICCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ALPACAS Y LLAMAS", programado mediante Resolución de Decano N° 362-2023-FCI-UNH, de fecha 19 de setiembre del 2023, donde fija hora y fecha del mencionado acto.

Sustentantes:

Fredy Nozar MORAN CHAVEZ
DNI N° 23272676

Francisco Augusto ORE ROJAS
DNI N° 23462793

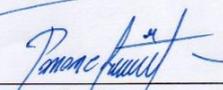
Asesor:

Dr. Rufino PAUCAR CHANCA
<https://orcid.org/0000-0001-6820-6185>
DNI N° 41114625

Luego, de haber absuelto las preguntas que fueron formulados por los Miembros del Jurado, procedemos la deliberación, siendo el resultado siguiente:

APROBADO DESAPROBADO POR..... MAYORIA.....
APROBADO DESAPROBADO POR..... MAYORIA.....

Para constancia se expide la presente Acta, en la ciudad de Huancavelica a los... 28 días del mes ... SETIEMBRE de 20... 23.....



Presidente



Asesor



Secretario

Título

Correlaciones Fenotípicas entre Características Biométricas y Predicción del Peso Corporal en Alpacas y Llamas

Autores

Francisco Augusto, Oré Rojas

Fredy Nozar, Moran Chávez

Asesor

Dr. Rufino Paucar Chanca

<https://orcid.org/0000-0001-6820-6185>

DNI N° 41114625

Agradecimiento

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros familiares, amigos y personas que de forma directa o indirectamente contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Rufino Paucar Chanca, por brindarnos su asesoría en la ejecución de la presente tesis.

De manera muy especial a la Escuela Profesional de Zootecnia, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica, responsable de nuestra formación.

Tabla de contenido

Acta de sustentación.....	ii
Título.....	iii
Autores.....	iv
Asesor.....	v
Agradecimiento.....	vi
Tabla de contenido.....	vii
Índice de tabla.....	x
Indice de gráficos.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
Introducción.....	xiv
CAPITULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción del problema.....	15
1.2 Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problemas específicos.....	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16

1.3.2. Objetivo específico	16
1.4 Justificación.....	17
1.4.1. Justificación practica.....	17
1.4.2. Justificación teórica.....	17
1.4.3. Justificación metodología	17
1.4.4. Justificación social	18
1.5 Limitaciones	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Antecedentes de la investigación	19
2.1.1. Antecedentes relacionados a las Alpacas.....	19
2.1.2. Antecedentes relacionados a las Llamas	25
2.2 Bases teóricas	32
2.2.1 Camélidos sudamericanos	32
2.3 Definición de términos.....	37
2.4. Hipótesis.....	37
2.5 Variables	37
CAPITULO III.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1 Población, muestra y muestreo	39

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.4 Descripción de la prueba de hipótesis.....	41
CAPITULO IV.....	42
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
4.1 Análisis de información	42
4.1.1. Características biométricas de la alpaca.....	42
4.1.2. Características biométricas de la llama	45
4.2. Prueba de hipótesis.....	48
4.3. Discusión de los resultados	52
Conclusiones	54
Recomendaciones.....	55
Referencias Bibliográficas	56
Anexos	61
Matriz de consistencia.....	62
Instrumento de evaluación	63
Originalidad	70
Evidencias fotográficas	71

Índice de tabla

Tabla 1. <i>Medias, error estándar e intervalos de confianza de las características biométricas de alpacas Huacaya adultas por sexo.....</i>	44
Tabla 2. <i>Medias, error estándar e intervalos de confianza de las características biométricas de llamas K'ara adultas por sexo.</i>	47
Tabla 3. <i>Ecuaciones de regresión predictoras del peso de alpacas según las distintas variables estudiadas.</i>	53
Tabla 4. <i>Ecuaciones de regresión predictoras del peso de llamas según las distintas variables estudiadas.....</i>	53

Índice de gráficos

Gráfico 1. <i>Características biométricas analizadas en la presente tesis.</i>	40
Gráfico 2. <i>Correlaciones de Pearson entre características zoométricas de alpacas Huacaya adultas.</i>	49
Gráfico 3. <i>Correlaciones de Pearson entre características zoométricas de llamas Kara adultas.</i>	51

Resumen

Con el objetivo de determinar las correlaciones fenotípicas entre características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas, se tomaron 9 medidas biométricas de 50 alpacas adultas de la raza Huacaya (25 hembras y 25 machos) y 50 llamas adultas de la raza K'ara (25 hembras y 25 machos), haciendo uso de una balanza tipo reloj, bastón zoométrico, compás de brocas y cinta métrica, las cuales fueron elegidas al azar de la provincia de Angaraes del distrito de Lircay. Todas las medidas biométricas fueron analizadas mediante estadística descriptiva, calculándose su media y error estándar. Para evaluar la relación entre las medidas biométricas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. También se utilizó la regresión lineal múltiple para predecir el peso a través de las medidas biométricas. Utilizando diferentes metodologías (Stepwise y Cp de Mallows) se seleccionó las mejores ecuaciones de predicción, teniendo como referencia el coeficiente de determinación (R^2), el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC). Existe correlación positiva significativa entre la mayoría de las características biométricas en alpacas y llamas adultas. Según estos resultados, las alpacas y las llamas presentan un modelo morfoestructural de alta armonía. Esto indica que a mayores longitudes implica mayores anchuras y perímetros. Existe correlaciones altas entre el peso y las medidas zoométricas, lo cual es útil para plantear modelos predictivos del peso. La ecuación de regresión que tiene como variables predictivas alzada a la cruz y profundidad torácica, permite predecir con buena precisión y exactitud el peso de alpacas. Asimismo, la ecuación de regresión que tiene como variables predictivas longitud de cuerpo y alzada a la cruz, permite predecir con buena precisión y exactitud el peso de llamas.

Palabras Clave: biometría, alpaca, llama, zoometría.

Abstract

In order to determine the phenotypic correlations between biometric characteristics and the prediction of body weight in alpacas and llamas, 9 biometric measurements were taken from 50 adult alpacas of the Huacaya breed (25 females and 25 males) and 50 adult llamas of the K breed. 'ara (25 females and 25 males), making use of a clock-type scale, zoometric stick, drill compass and tape measure, which were randomly chosen from the Angaraes province of the Lircay district. All biometric measurements were analyzed using descriptive statistics, calculating their mean and standard error. To evaluate the relationship between the biometric measurements, the Pearson correlation coefficient was used. Multiple linear regression was also used to predict weight through biometric measurements. Using different methodologies (Stepwise and Mallows Cp) the best prediction equations were selected, taking as reference the coefficient of determination (R^2), the Akaike information criterion (AIC) and the Bayesian information criterion (BIC). There is a significant positive correlation between most of the biometric characteristics in adult alpacas and llamas. According to these results, alpacas and llamas present a highly harmonious morphostructural model. This indicates that greater lengths imply greater widths and perimeters. There are high correlations between weight and zoometric measurements, which is useful to propose predictive models of weight. The regression equation, which has as predictive variables height at the withers and chest depth, makes it possible to predict the weight of alpacas with good precision and accuracy. Likewise, the regression equation that has body length and withers height as predictor variables, allows predicting the weight of llamas with good precision and accuracy.

Keywords: biometry, alpaca, llama, zoometry.

Introducción

La crianza de camélidos sudamericanos, desde la época prehispánica, ha sido de vital importancia para los pobladores altoandinos (Wheeler, 1995), los cuales se encuentran distribuidos en las regiones altoandinas del Perú. Los camélidos sudamericanos son las especies más desarrolladas y mejor adaptadas a las difíciles condiciones ambientales de las zonas altoandinas. En la actualidad, constituyen un recurso zoogenético de gran importancia social y económica para aproximadamente 356.827 pequeños criadores (Caballero y Flores, 2006). En Perú existen iniciativas de mejora genética en alpacas y llamas que abarcan modestos planes a nivel predial hasta programas de gran escala a nivel nacional (Quispe et al., 2008). No obstante, estos programas de mejora genética están teniendo pocos avances y reducido progreso genético, debido a muchos factores, entre ellos la falta de optimización de los criterios de selección, tanto para la producción de carne y fibra. Esta falta de optimización; hace que se requiera de más personal, equipos e instalaciones sofisticadas para registrar estos criterios. Por lo indicado, es necesario desarrollar trabajos de investigación para optimizar los criterios de selección utilizando la metodología de correlaciones, lo cual actualmente son escasos en los camélidos sudamericanos domésticos sobre todo orientados a la producción de carne (Paucar, 2011). Por otro lado, la selección que se practica en camélidos sudamericanos domésticos con miras al mejoramiento genético de la producción de carne, es muy limitada; teniendo como principal criterio de selección el peso corporal. Las unidades productivas de camélidos sudamericanos domésticos, carecen de básculas para hacer determinaciones de peso corporal. Bajo estas condiciones, la barimetría podría representar una alternativa importante para el criador de camélidos sudamericanos domésticos (Paucar-Chanca, 2018). Según Inchausti y Tagle (1982) la barimetría es aquella parte del estudio del exterior del animal, que permite estimar su peso corporal aproximado, mediante la aplicación de ciertas fórmulas basadas en medidas de diferentes regiones corporales, convirtiéndose en un instrumento útil en lugares donde no se puede acceder al uso de básculas. Por todo lo mencionado, el objetivo del presente trabajo fue determinar las correlaciones fenotípicas entre características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La crianza de los camélidos sudamericanos domésticos constituye una importante actividad económica del poblador alto andino, la cual se desarrolla por encima de los 4000 msnm; las familias están organizadas en comunidades de pastores, bajo un sistema de crianza de rebaño mixto familiar. Estos rebaños se caracterizan por carecer de sistemas de crianza adecuados, con escasos criterios de mejoramiento genético (Quispe, 2005).

En Perú existen una serie de iniciativas de mejora genética en alpacas y llamas que abarcan modestos planes a nivel predial hasta programas de gran escala a nivel nacional (Quispe et al., 2008). No obstante, estos programas de mejora genética actualmente están teniendo pocos avances y reducido progreso genético, debido a muchos factores, entre ellos la falta de optimización de los criterios de selección, tanto para la producción de carne y fibra. Esta falta de optimización; hace que se requiera de más personal, equipos e instalaciones sofisticadas para registrar estos criterios; ello se traduce en costos elevados para realizar esta actividad. Por todo lo indicado, es necesario desarrollar trabajos de investigación para optimizar los criterios de selección utilizando la metodología de correlaciones, lo cual actualmente son escasos en los camélidos sudamericanos domésticos sobre todo orientados a la producción de carne (Paucar, 2011).

Por otro lado, la selección que se practica en camélidos sudamericanos domésticos con miras al mejoramiento genético de la producción de carne, es muy limitada; teniendo como principal criterio de selección el peso corporal. Las unidades productivas de camélidos sudamericanos domésticos, carecen de elementos básicos (básculas) para hacer determinaciones de peso corporal. Bajo estas condiciones, la barimetría podría representar una alternativa importante para el criador de camélidos sudamericanos domésticos (Paucar-Chanca, 2018). Según Inchausti y Tagle (1982) la barimetría es aquella parte del estudio del exterior del animal, que permite estimar su peso corporal aproximado, mediante la aplicación de ciertas fórmulas basadas en medidas de diferentes regiones corporales, convirtiéndose en un instrumento útil en lugares donde no se puede acceder al uso de básculas. El método barimétrico, a pesar de tener ciertos errores en la estimación del peso corporal, tiene una mejor valoración que la apreciación visual y el tacto. Menéndez (1984) considera que se puede lograr el mismo nivel de progreso genético en peso vivo, sea éste medido en una báscula o predicho por una medición corporal.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo son las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿Cómo son las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas en alpacas y llamas?
- ✓ ¿Cómo es la predicción del peso corporal en alpacas y llamas?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas.

1.3.2. Objetivo específico

- ✓ Determinar las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas en alpacas y llamas.
- ✓ Determinar la predicción del peso corporal en alpacas y llamas.

1.4 Justificación

1.4.1. Justificación practica

Tiene una relevancia práctica crucial, ya que los resultados de este estudio proporcionarán herramientas prácticas para los productores de alpacas y llamas. Al comprender cómo las características biométricas se relacionan con el peso corporal, se podrán desarrollar modelos de predicción más precisos que permitan una gestión más eficiente de la nutrición, el cuidado de la salud y la toma de decisiones en la cría de estos animales. Esto se traducirá en un aumento de la productividad, una mejora en la calidad de vida de los agricultores andinos y una contribución a la sostenibilidad de estas poblaciones animales, lo que a su vez fomentará el desarrollo económico de las comunidades rurales en la región.

1.4.2. Justificación teórica

Se fundamenta en la necesidad de mejorar la gestión de estos camélidos sudamericanos, que desempeñan un papel crucial en las economías rurales de la región andina. Comprender las relaciones fenotípicas entre las características biométricas y el peso corporal es esencial no solo para la selección genética y la optimización de la producción, sino también para abordar desafíos de bienestar animal, nutrición y sostenibilidad en la cría de alpacas y llamas, esta investigación contribuirá a una toma de decisiones más informada en la cría de estos animales, promoviendo así el desarrollo socioeconómico y la conservación de especies autóctonas, al tiempo que aporta conocimientos valiosos a la ecología y la ciencia zootécnica.

1.4.3. Justificación metodología

La investigación se apoya en una justificación metodológica sólida, ya que busca aplicar enfoques estadísticos y técnicas de análisis multivariado a conjuntos de datos extensos y heterogéneos, involucrando mediciones de diversas características biométricas y pesos corporales en alpacas y llamas. La investigación permitirá desarrollar modelos de regresión y correlación precisos, lo que facilitará la identificación de las relaciones fenotípicas relevantes y brindará herramientas prácticas para la predicción del peso corporal a partir de características medibles. Esto,

a su vez, sentará las bases para una gestión más eficiente y precisa de estos camelidos, lo que es esencial para el bienestar de los animales y la sostenibilidad de la cría en las comunidades andinas. Además, la metodología utilizada podrá servir como un modelo para futuras investigaciones en zootecnia y genética animal.

1.4.4. Justificación social

Tiene una relevancia social significativa, ya que beneficia directamente a las comunidades rurales de la región andina, donde la cría de alpacas y llamas es una fuente vital de sustento, al mejorar la gestión de estos camelidos, esta investigación contribuirá a aumentar la productividad de los agricultores, garantizar un mejor acceso a recursos alimentarios y mejorar la calidad de vida en estas comunidades. Además, al fomentar prácticas más sostenibles y éticas en la cría de animales, esta tesis promoverá la conservación de las especies autóctonas y el bienestar animal, lo que es esencial para el equilibrio ecológico y la preservación de la diversidad genética en la región andina.

1.5 Limitaciones

Se encuentran la posible variabilidad ambiental y la complejidad genética de las poblaciones estudiadas, lo que podría influir en la precisión de las correlaciones encontradas. Además, la disponibilidad de datos de alta calidad y la logística para la toma de medidas en campo pueden ser desafíos en regiones remotas. Asimismo, la generalización de los resultados a otras poblaciones de alpacas y llamas debe hacerse con precaución, ya que las condiciones específicas de manejo y los factores ambientales pueden variar ampliamente en diferentes áreas geográficas, lo que podría afectar la aplicabilidad de los modelos desarrollados. Por lo tanto, se requiere un enfoque cuidadoso y contextualizado para la interpretación de los resultados y su aplicación en diferentes escenarios.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes relacionados a las Alpacas

Mallma (2020), ejecuto el estudio “*Caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica de la alpaca (Vicugna Pacos) en las provincias de Antabamba y Aymaraes, Apurímac, Perú*”. Teniendo como objetivo caracterizar morfológica, morfoestructural y fanerópticamente a las alpacas de las provincias de Antabamba y Aymaraes, región Apurímac. Se evaluaron 7 variables cualitativas, 11 variables cuantitativas y 9 índices zoométricos; los datos fueron obtenidos de 100 alpacas Huacaya mayores de dos años de edad (25 machos enteros y 25 hembras libres de preñez por cada provincia). Las medidas fueron determinadas con una cinta métrica metálica y flexible y un bastón zoométrico. De acuerdo a los resultados obtenidos, en promedio las alpacas en ambas provincias son longilíneas, dolicocefalas y tienen un perfil ortoide, predominando el color de vellón blanco en hembras (76%) y machos (90%), las alpacas estudiadas presentan 83% mucosas pigmentadas, 78% pezuñas no pigmentadas, 87% una línea dorsolumbar recta, 98% ojos negros, 69% perfil frontonasal recto y 89% buenos aplomos. En relación a las variables cuantitativas analizadas solo la anchura de cabeza presentó dimorfismo sexual ($P < 0,01$). Asimismo, ambos sexos son medianamente armónicos en el plano morfoestructural, probablemente por el inadecuado manejo zootécnico y el intercambio de reproductores entre criadores de diferentes partes del sur del Perú, sin embargo, concluimos que es posible implementar en el mediano y largo plazo, programas de mejora genética en esta especie.

Huanchi (2018), ejecuto el trabajo “*Fenotipificación de alpacas suri en el centro de investigación y producción Chuquibambilla*”. El estudio se realizó con el objetivo de determinar las características físicas de la fibra de alpaca Suri como diámetro de fibra y factor de confort; determinar las principales medidas biométricas y peso vivo. Para lo cual se utilizó 201 alpacas Suri de color blanco de 10 meses de edad, para determinar el diámetro promedio de fibra se utilizando el equipo OFDA 2000, para la comparación de medias se realizó mediante la prueba t-student. Los resultados en promedio de diámetro de fibra de la alpaca Suri fue de 20.99 micras para machos y 20.25 micras para hembras, por consiguiente el factor de confort fue de 94.38% para machos y 93.17% para hembras por lo tanto no presentan diferencia estadística, las medidas biométricas como; altura a la cabeza (ACA), altura a la cruz (ALC), altura del dorso (ALD), altura a la grupa (ALG), largo dorsal (LDO), longitud de cola (LCO), perímetro torácico (PT) presentan diferencia estadística ($p < 0.05$), donde longitud de cabeza (LC), longitud de oreja (LO), distancia interorbital (DIO), ancho de cabeza (AC), longitud de cuello (LCU) perímetro superior del cuello 1 (PSC1), perímetro inferior de cuello 2 (PIC2), perímetro abdominal (PA), en perímetro de caña anterior (PCA) y longitud de uña no presentan diferencia estadística, mientras que el peso vivo promedio en alpacas Suri fue de 29.41 kilos para machos y 31.39 kilos para hembras; muestran una diferencia significativa. En conclusión, es factible utilizar alpacas suri de 10 meses de edad para iniciar un programa de selección para la producción de fibra.

Arias (2017), ejecuto el trabajo “*Principales medidas biométricas en alpacas (Vicugna pacos) en edad adulta de la raza Huacaya en las comunidades de Huaytire y Maure de las zonas altoandinas de Tacna*”. Cuyo objetivo fue determinar las principales medidas biométricas en alpacas (*Vicugna pacos*) de edad adulta de la raza Huacaya en las comunidades de Huaytire y Maure de la zona alto andina de Tacna, se midió a un total de 134 alpacas (120 hembras y 17 machos) en ambas comunidades, las medidas biométricas evaluadas fueron: largo (LCB) y ancho (ACB) de la cabeza, perímetro torácico (PT), altura a la cruz (AX), largo del cuerpo (LCP) y altura a la grupa (AG) donde se midieron en hembras y machos y el largo (LPV) y ancho (APV) de pelvis sólo en hembras. Los resultados obtenidos en hembras fueron las siguientes

medidas $24,59 \pm 1,78$ cm (LCB); $16,89 \pm 2,13$ cm (ACB); $94,88 \pm 6,29$ cm (PT); $80,73 \pm 5,05$ cm (AX); $83,58 \pm 5,58$ cm (LCP) y $82,80 \pm 4,98$ cm (AG) y en alpacas machos $24,86 \pm 1,23$ cm (LCB); $16,21 \pm 1,67$ cm (ACB); $96,36 \pm 4,16$ cm (PT); $86,29 \pm 3,81$ cm (AX); $89,86 \pm 2,57$ cm (LCP) y $87,79 \pm 3,12$ cm (AG), donde las medidas de AX, LCP Y AG es diferente ($P < 0,001$) entre machos y hembras, pero similares ($P > 0,05$) en LCB, ACB y PT. Y en alpacas hembras las medidas del LPV Y APV son $19,99 \pm 0,80$ cm en la comunidad de Huaytire; $20,85 \pm 1,10$ cm en la comunidad de Maure; donde no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre ambas comunidades. En conclusión, las medidas biométricas determinadas son diferentes entre ambas comunidades.

Zea (2014), realizo el estudio "*Principales medidas pelvimétricas y biométricas en alpacas hembra (Vicugna pacos) de la raza Huacaya*". El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de determinar el área pélvica, medidas pelvimétricas, biométricas y determinar las correlaciones entre medidas pelvimétricas y biométricas (área pélvica/perímetro abdominal; distancia entre tuberosidades coxal e isquion/ longitud de cuerpo), para el estudio se beneficiaron 72 alpacas hembras multíparas de la raza Huacaya de 4, 5 y 6 años de edad; los datos fueron analizados mediante un diseño completo al azar, utilizando el SAS versión 9.1. Los resultados del área pélvica fueron para el diámetro sacro pubiano promedio de $11,09 \pm 0,98$ cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de $10,48 \pm 0,98$ cm, $11,50 \pm 0,84$ cm y $11,33 \pm 0,80$ cm, respectivamente ($P \leq 0,05$); para el diámetro bis-iliaco superior el promedio fue de $6,94 \pm 1,30$ cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de $6,26 \pm 1,01$ cm, $7,51 \pm 1,53$ cm y $7,04 \pm 0,92$ cm, respectivamente ($P \leq 0,05$), para el diámetro bis-iliaco inferior el promedio fue de $7,12 \pm 1,26$ cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de $6,45 \pm 1,32$ cm, $7,70 \pm 1,15$ cm y $7,21 \pm 0,91$ cm, respectivamente ($P \leq 0,05$), el diámetro medial promedio fue de $7,78 \pm 1,05$ cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de $7,17 \pm 0,78$ cm, $8,34 \pm 1,10$ cm y $7,80 \pm 0,91$ cm, respectivamente ($P \leq 0,05$). Las medidas pelvimétricas, para la distancia entre las tuberosidades coxales promedio fueron de $22,40 \pm 2,51$ cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de $21,26 \pm 1,15$ cm, $23,05 \pm 3,05$ cm y $22,96 \pm 2,58$ cm, respectivamente ($P \leq 0,05$), distancia entre los tubérculos

mediales de las tuberosidades isquiáticas promedio fue de 8.13 ± 0.76 cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron, 7.77 ± 0.66 cm, 8.43 ± 0.71 cm y 8.18 ± 0.78 cm, respectivamente ($P \leq 0.05$), distancia entre tuberosidad coxal y tuberosidad isquiática promedio fue de 23.14 ± 1.42 cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron, 22.82 ± 1.25 cm, 23.33 ± 1.68 cm y 23.27 ± 1.25 cm), respectivamente ($P > 0.05$). Las medidas biométricas, altura a la cruz promedio fue de 84.68 ± 4.74 cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron, 80.74 ± 2.95 cm, 84.17 ± 2.62 cm y 89.91 ± 3.47 cm respectivamente ($P \leq 0.05$), longitud de cuerpo promedio fue de 76.86 ± 4.67 cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron de 74.44 ± 4.71 cm, 77.83 ± 3.69 cm y 78.53 ± 4.68 cm, respectivamente, ($P \leq 0.05$), perímetro abdominal promedio fue de 94.75 ± 7.74 cm, en alpacas de cuatro, cinco y seis años de edad fueron, 91.53 ± 6.76 cm, 95.94 ± 7.86 cm y 97.09 ± 7.67 cm, respectivamente ($P \leq 0.05$). Las correlaciones, entre el área pélvica (distancia entre el sacro y pubis) con el perímetro abdominal $r = 0.10903$ ($P > 0.2852$) y la correlación entre la distancia de la tuberosidad coxal y tuberosidad isquiática con la longitud de cuerpo $r = 0.0781$ ($P > 0.4884$), indicando que no existe correlación entre las variables en estudio.

Marca (2010), desarrollo el trabajo "*Estudio biométrico y faneróptico de la alpaca raza Huacaya en el Distrito de Torata - Moquegua*"; donde evaluó 360 alpacas de la raza Huacaya de ambos sexos de 1, 2 y 3 años de edad, con el objetivo de evaluar las medidas biométricas del cuerpo del animal y algunas correlaciones entre peso vivo (kg), las medidas de la cabeza como largo y ancho de cabeza, largo y ancho de cara, el largo de orejas son mayores en hembras que en machos y no hay diferencias entre zonas de estudio; los promedios fueron de 22,35cm para largo de cabeza, 9,82cm para ancho de cara; 16,77cm y 12,19cm para largo y ancho de cara respectivamente y para largo de orejas 11,13cm. Las características biométricas a nivel del cuello son mayores en las hembras que en los machos, el promedio de largo de cuello en hembras es de 38,15cm y para machos de 36,15cm, siendo el promedio general de 37,15cm. El promedio general para perímetro superior del cuello es de 28,52cm y de 31,60cm para el perímetro inferior. Los promedios para machos y hembras de estas variables fueron: 78,03cm para perímetro torácico; 86,67cm para perímetro abdominal; 82,91cm para altura a la grupa y 71,47cm para largo de cuerpo. Los valores encontrados para

distancia entre ilions son mayores en hembras que en machos. En el caso de isquiuns los machos son superiores a las hembras. Las características biométricas de las extremidades son similares en ambos sexos. Las medidas de peso vivo son mayores en hembras (51,43 kg.) que machos (45,74) en animales de 1, 2 y 3 años. El peso vivo tiene una relación positiva con el perímetro torácico, para animales de 1 a 3 años. En animales de un año además el perímetro inferior del cuello se correlaciona en muy alto grado con el peso vivo. En alpacas de raza Huacaya de 1 año hembras, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (0,999) presenta correlación positiva muy alta. En alpacas de raza Huacaya de 1 año machos, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (1,0) y perímetro inferior del cuello (0,92) presentan correlación positiva muy alta. En animales de 2 años hembras, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (0,997) y perímetro inferior del cuello (0,927) presentan correlación positiva muy alta. En animales de 2 años machos, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (0,999), perímetro abdominal (0,982), profundidad (0,917), y largo de cuello (0,927) presentan correlación positiva muy alta. En animales de 3 años hembras, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (0,999), profundidad (0,945), y amplitud del tórax (0,931) y largo de cabeza (0,916) presentan correlación positiva muy alta. En animales de 3 años machos, la correlación del peso vivo con el perímetro torácico (1,0), perímetro abdominal (0,931), y largo del cuello (0,952) presentan correlación positiva muy alta

Quispe (2010), realizó el estudio *“Estimación de heredabilidad, correlación fenotípica y genética para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata, INIA – Puno”*. Cuyo objetivo fue estimar la heredabilidad (h^2), correlaciones fenotípicas (r_p) y genéticas (r_g) de peso vivo y peso vellón. Para estimar dichos parámetros, los datos originales previamente fueron ajustados por edad al nacimiento y luego corregidos por factores de corrección para los efectos medioambientales (año de producción, sexo de la cría y edad de la madre) por el método de Mínimos Cuadrados. La heredabilidad se estimó por el método de componentes de varianza y las correlaciones fenotípicas y genéticas fueron estimadas a partir de los componentes de covarianza, bajo un diseño completamente al azar. Los resultados muestran que las heredabilidades obtenidas para el peso vivo al nacimiento,

destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.07 ± 0.12 ; 0.11 ± 0.13 ; 0.58 ± 0.21 y 0.12 ± 0.16 , respectivamente. Las correlaciones fenotípicas (rp) para peso vivo al nacimiento con: peso vivo al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.12, 0.02 y 0.09, respectivamente; para peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.05 y 0.46, respectivamente; y para peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad es: 0.07. En tanto, las correlaciones genéticas para peso vivo al nacimiento con: peso vivo al destete, peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: -0.02 ± 1.01 ; -1.28 ± 0.36 y 1.14 ± 0.32 , respectivamente; para peso vivo al destete con peso vellón a la primera esquila y peso vivo al año de edad son: 0.43 ± 0.38 y 1.89 ± 2.28 , respectivamente; y para peso vellón a la primera esquila con peso vivo al año de edad es: 0.48 ± 0.38 . Por ende, se concluye que las características de heredabilidad, correlación fenotípica y genética, son medianamente altas y positivas, los que permitirán elegir el método de selección más adecuado en un programa de mejoramiento genético.

Muñoz (2007), desarrollo el estudio “*Caracterización morfométrica de un rebaño de Alpacas Huacaya*”. El estudio realizado tiene como finalidad caracterizar morfométricamente un rebaño de Alpacas Huacaya (*Lama pacos*), originarias de la Provincia de Parinacota, Primera Región de Chile. Se usaron 294 animales en total. Una parcialidad etaria de 22 crías de 7 meses a 11 meses de edad, 11 hembras y 11 machos. Otra parcialidad etaria de 153 tuis (juveniles) de 1 año 5 meses a 2 años 11 meses de edad, 130 hembras y 23 machos, y finalmente una última parcialidad etaria de 119 adultos de 3 años 1 mes a 10 años 7 meses de edad, 84 hembras y 35 machos. Se encontró que las variables de menor dispersión en el rebaño adulto, con CV% de un dígito, es decir < 10 , son: peso vivo, largo dorsal, altura a la cabeza, altura a la cruz, altura a la grupa, largo de cabeza, largo de las orejas, largo del cuello, perímetro del cuello, perímetro del tórax, y perímetro abdominal. El estudio tiene un fin descriptivo, no obstante, se hicieron análisis de relaciones entre variables, para evidenciar la existencia de correlaciones biométricas (análisis de correlación de Pearson) y para determinar que el peso vivo, variable de uso frecuente en ganadería, puede ser explicado por otra u otras variables biométricas (modelo de regresión lineal múltiple).

Se analizaron los datos de adultos y se establecieron altas correlaciones principalmente positivas entre variables. El análisis de regresión lineal múltiple mostró a la variable estadísticamente significativa ($p < 0,05$) perímetro del tórax, como el mejor predictor de la variable peso vivo, con $R^2 = 0,7084$.

2.1.2. Antecedentes relacionados a las Llamas

Machaca et al. (2020), ejecutaron el estudio “*Caracterización morfológica de las llamas (*Lama glama*) de la raza Ch'acu de Cusco, Perú*” El estudio se realizó en rebaños de llamas de organizaciones campesinas del distrito de Checacupe, Región Cusco, Perú, para determinar las medidas biométricas y peso vivo de las llamas Ch'acu en función al sexo y la edad. Las medidas se agruparon en cefálicas, alzadas del cuerpo y tronco, perímetro de caña y peso vivo, bajo un análisis diseño completo al azar con arreglo factorial 2×5 ($\alpha=0.5$). Las medidas cefálicas mostraron diferencias significativas a favor del macho ($p < 0.05$), pero el largo de orejas fue similar; las alzadas fueron similares; el largo del cuerpo, largo dorsal y distancia entre puntas de encuentro favorecieron a las hembras ($p < 0.05$); las medidas del cuello de las llamas macho son diferentes ($p < 0.05$), excepto el largo del cuello y su perímetro inferior; las hembras exhiben mayor amplitud torácica ($p < 0.05$), pero el perímetro torácico y la profundidad fueron similares; el grosor de la caña fue similar; y el peso vivo no evidencia diferencias, pero exhibe alta variabilidad. En cuanto a la edad, las medidas biométricas guardan relación directa con el crecimiento y desarrollo de las llamas ($p < 0.05$), alcanzando valores máximos, según la variable, en las categorías cuatro dientes y boca llena. Con base a ello se puede afirmar que la llama Ch'acu presenta aptitudes para la producción de carne y fibra, concordante con los datos históricos; asimismo se observa dimorfismo sexual y un ritmo de crecimiento relativamente rápido.

Camacho (2019), desarrollo el trabajo “*Caracterización morfológica de la llama Ecuatoriana*”. Donde se describió un total de 62 llamas adultas (59 hembras y 3 machos), se realizó un análisis descriptivo y un ANDEVA unifactorial, se tomaron en cuenta como variables independientes las zonas y el sexo para la caracterización. Las mediciones fanerópticas observadas fueron: color de capa y ojos: donde el

predominante fue el café, las mucosas tuvieron características normales y no se observaron defectos varios. Las medidas zoométricas presentaron las siguientes medias de acuerdo al lugar de procedencia (Palacio Real, La Moya y Mechahuasca) y el sexo (hembras y machos): altura a la cruz (97.59, 97, 93.01 cm) y (94.81, 90.87 cm); altura de grupa (98.78, 99.07, 96.22 cm) y (97.29, 90.43 cm); altura nacimiento de la cola (95.14, 95.47, 96.22 cm) y (93.23, 87.80 cm); altura pecho (53.07, 53.50, 48.56 cm) y (50.44, 46.20 cm); diámetro bicostal (22.72, 18.93, 23.80 cm); diámetro longitudinal (93.17, 88.80, 88.25 cm); anchura de grupa (18.36, 16 cm); distancia entre ojos (12.44, 11.75, 11.56 cm); perímetro torácico (104.02, 100.22, 108.66 cm); longitud del cuello (51.13, 51.67 cm); longitud del lomo (87.03, 95.83, 94.26 cm); y anchura palmar (3.61, 3.92, 3.86 cm) respectivamente. Mientras que los índices zoométricos permitieron identificar que las llamas tuvieron tendencia a la dolicocefalia, forma longilínea, grupa más larga que ancha, mesolíneos para las zonas de: Palacio Real, La Moya; y brevilíneos los de Mechahuasca.

Condor (2019), ejecuto el trabajo “*Caracterización fenotípica de parámetros productivos y textiles de la llama (lama glama) k'ara en función a la edad y sexo*” El presente estudio se llevó a cabo en las diferentes unidades productivas a nivel de la región de Huancavelica, con el objetivo de evaluar las características fenotípicas de los parámetros productivos y textiles de la llama (*Lama glama*) K'ara en función a la edad y sexo, se trabajó con 292 Llamas, de los cuales se tomaron medidas biométricas (Bastón zoométrico), el peso vivo (Balanza digital colgante), para las características textiles se tomaron muestras de fibra y analizados (OFDA-2000). Para el análisis de datos se utilizó un DCA con arreglo factorial 2x4 y para las variables que no cumplieron los supuestos de varianzas se utilizó pruebas estadísticas robustas basadas en medianas entrecortadas. Los resultados obtenidos sobre las medidas biométricas por el factor edad para BLL, 4D, 2D, DL y según el sexo en machos, hembras fueron; para AC; 100,41 cm, 98,01 cm, 95,42 cm, 87,26 cm y 97,34 cm, 96,55 cm; para AG; 104,34 cm, 100,93 cm, 99,73 cm, 91,25 cm y 100,12 cm, 100,66 cm; para PT; 116,03 cm, 109,58 cm, 105,62 cm, 92,45 cm y 108,50 cm, 108,63 cm; para PA; 132,60 cm, 123,72 cm, 118,80 cm, 103,26 cm y 119,67 cm, 124,21 cm; para LCo: 70,30 cm, 64,85 cm, 67,16 cm, 56,54 cm y 62,88 cm, 67,37 cm; para LCp: 98,04 cm, 94,29 cm, 91,84

cm, 79,23 cm y 93,33 cm, 92,80 cm; mientras para los parámetros productivos fueron, para PV; 101,31 kg, 87,83 kg, 80,02 kg, 54,57 kg y 87,78 kg, 85,96 kg; para DF, 36,54 μ s, 37,67 μ s, 35,24 μ s, 45,71 μ s y 39,26 μ s, 37,31 μ s; por otro lado, sobre las características textiles, para CVDF; 28,92 %, 27,62 %, 26,19 %, 27,41 % y 28,36 %, 27,53 %; para IC; 26,71 %/mm, 25,34 %/mm, 27,95 %/mm, 18,48 %/mm y 23,58 %/mm, 26,13 %/mm; para LM; 76,21 mm, 73,23 mm, 74,91 mm, 74,16 mm y 77,14 mm, 73,87 mm; para FC; 55,36 %, 52,31 %, 59,66 %, 33,04 % y 47,86 %, 53,94 %. Se concluye diciendo, que los resultados obtenidos para las medidas biométricas, parámetros productivos y características textiles en llamas K'ara, no fueron significativamente diferentes por el factor sexo, mientras sobre el perímetro abdominal y longitud del cuello existe diferencias significativas por el factor sexo, en tanto el factor edad influye sobre todas las variables biométricas y productivas, más no sobre las características textiles.

Quispe et al. (2015), ejecutaron el trabajo “*Caracterización morfológica índices corporales de llama (Lama glama) Ch'acu y K'ara de la puna húmeda de la Región Puno*”, se determinó medidas zoométricas, índices corporales y coeficientes de correlación entre las diferentes medidas, recurriendo a métodos establecidos para su determinación en otras especies de animales domésticos, para ello de uso 288 llamas del CIP distribuidos por raza sexo y edad. Obteniendo peso corporal (PECO), en promedio, por razas fueron de 76.57 ± 39.65 y 70.45 ± 34.99 kg. Para K'ara y Ch'acu respectivamente en llamas K'ara es relativamente superior respecto a la Ch'acu. En las medidas de longitud, se consideró el largo dorsal (LADOR) y del cuerpo (LACU). Para razas, las medias del LADOR fueron 72.70 ± 15.84 y 70.92 ± 16.24 cm; en tanto que LACU fue 91.67 ± 22.80 y 89.56 ± 21.18 cm, respectivamente para K'ara y Ch'acu. Medidas del tronco se ha considerado las diametrales: profundidad (PROF), altura abdominal (ALAB), amplitud (AMPLI) y perimetrales torácico (PETO) y abdominal (PEAB). Entre las primeras para raza, están la PROF DE 51.33 ± 17.23 Y 49.22 ± 15.67 cm, ALAB de 48.62 ± 15.16 y 46.58 ± 12.71 cm y la AMPLI de 68.63 ± 18.07 y 67.01 ± 18.09 cm respectivamente para K'ara y Ch'acu. Y, entre las perimetrales del tronco se hallan el PETO de 101.70 ± 26.93 y 99.29 ± 25.40 cm y el PEAB de 101.89 ± 28.21 y 98.97 ± 26.54 cm, respectivamente para K'ara y Ch'acu

muestran valores relativamente superiores respecto a las Ch'acu; aunque, solo ALAB presento diferencias estadísticas.

Mendoza (2015), realizo el trabajo “*Evaluación biométrica de llamas K'ara (lama glama) como predictores de peso vivo en los distritos de Huaylla y Tíclacayan en la provincia de Pasco*”. El objetivo del trabajo fue evaluar las medidas biométricas de llamas (*Lama glama*) de la raza K'ara con el peso vivo y su variación a diferentes edades y sexo, con el fin de utilizarlas en la selección para el mejoramiento de la producción de carne. Se evaluaron: Peso vivo (PV), Altura a la cabeza (ACa), altura a la cruz (AC), Amplitud de isquiones (AI), altura a la grupa (AG), ancho de pecho (AP), longitud de cuerpo (LCo), longitud cruz- grupa (LCG) y longitud de cuello (LC), perímetro inferior de cuello (PCJ), perímetro superior de cuello (PCS), perímetro torácico (PT), perímetro de caña (PC), tamaño de oreja (TO), volumen muscular (VM). Se trabajó con datos de 226 animales de diferentes edades y sexo de dos distritos de la Región de Paseo: el distrito de Huayllay; y el distrito de Tíclacayan pertenecientes a la provincia de Paseo. La distribución de edades fue de 20.35%, dientes de leche; 8.41%, dos dientes; 41.15%, cuatro dientes y 30.09%, boca llena y la distribución por sexos fue de 93.36% y 6.64% para hembras y machos respectivamente; el promedio general para PV fue de 101.5 ± 23.8 kg. No se hallaron efectos por zonas geográficas, sexo y las respectivas interacciones para todas las características evaluadas, solo se halló el efecto natural de la edad. Las correlaciones entre el PV y las medidas biométricas ($p < 0.0001$), en orden creciente tenemos 0.15 para AI, muy bajo; 0.28, 0.32 y 0.36 para TO, PCI y PC, bajos; 0.44, 0.49, 0.53, 0.56 y 0.57 para AP, PCS, LCo, LC y LCG, moderados y 0.61, 0.63, 0.66, 0.66 0.73 para VM, AG, AC, PT y ACa, altos. El PV se puede estimar utilizando la ecuación de regresión lineal múltiple que incluyen a ACa, PT y PSC ($R^2 = 0.60$).

Quispe (2014), realizo el trabajo “*Caracterización fenotípica de llamas del tipo Tamphulli conservadas en condición in situ en las regiones de Quetena Grande Potosí y Calientes Cochabamba*” con el objetivo de determinar el efecto de región, sexo y edad sobre medidas zoométricas y características textiles, estudió 97 llamas Tamphulli, tomaron medidas zoométricas y muestras de fibra analizadas mediante un

microscopio de proyección. Obtuvo resultados, por el factor sexo en hembras, machos; por el factor edad en crías, juveniles y adultos; para la altura a la cruz: 89,3 cm, 86,6 cm; 81 cm, 89 cm y 96,7 cm; para altura a la grupa: 91,5 cm, 88,6 cm; 82,9 cm, 91,2 cm y 99,2 cm; para el perímetro torácico: 93,6 cm, 89 cm; 78,2 cm, 93,1 cm y 107,6 cm; 50 cm, 46,8 cm; 44,4 cm, 49,2 cm y 54,5 cm; para longitud del cuerpo: 89,3 cm, 84,2 cm; 76,8 cm, 88,1 cm y 100,2 cm; para el peso vivo: 58,2 kg, 53,4 kg; 36,3 kg, 54,8 kg y 82,6 kg; para el diámetro de fibra: 20,9 μm , 20,7 μm ; 20 μm , 20,6 μm y 21,9 μm ; para la longitud de mecha: 12,9 cm, 12,6 cm; 10,5 cm, 13,9 cm y 14,6 cm; para el factor de confort: 94,5 %, 95,6 %; 95,8 %, 94,9 % y 93,6 %, respectivamente en el orden mencionado. Concluyendo, que el factor sexo tuvo un efecto significativo en las variables zoométricas: perímetro torácico, longitud de cuerpo y longitud de cuello, mientras el factor edad tuvo un efecto significativo en el diámetro de fibra y factor de confort, y todas las variables biométricas estudiadas; por otro lado, las crías presentaron valores inferiores de diámetro de fibra y superiores en factor de confort, respecto a las llamas jóvenes y adultas.

Ayabaca (2013), desarrollo el trabajo “*Caracterización fenotípica y evaluación de los sistemas de producción en las Llamas de las Provincias de Chimborazo y Tungurahua*”, con el objetivo de caracterizar fenotípicamente y evaluar los sistemas de producción, estudió 220 llamas mayores a los 2 años pertenecientes a rebaños bajo un sistema de crianza extensiva. Obtuvo resultados, por el factor sexo en hembras y machos, por el factor edad un promedio general; para la altura a la cruz: 92,9 cm y 89,9 cm, 93,4 cm; para altura a la grupa: 95,5 cm y 92,4 cm, 95,6 cm; para el perímetro torácico: 103,8 cm y 101 cm, 103,2 cm; para el perímetro abdominal: 117,5 cm y 111,5 cm, 116,5 cm; para longitud del cuello: 61,9 cm y 62 cm, 60,9 cm; para el peso vivo: 79,95 kg y 76,68 kg, 79,31 kg; para el diámetro de fibra: 25,3 μm y 23,6 μm , 25,5 μm ; correspondientemente al orden mencionado. Concluyendo que existe variación por el factor procedencia en cuanto al peso vivo y el diámetro de fibra; así mismo, animales con edad de 4 a 5 años presentan mejor condición corporal respecto a los animales mayores de 6 años.

Cano et al. (2012), desarrollaron el estudio “*Caracterización fenotípica y análisis de ADN mitocondrial de llamas de Marcapomacocha, Perú*”. Con el objetivo de documentar estas características, aparentemente únicas de esta población, se describen medidas biométricas y análisis del ADN mitocondrial en 50 llamas (5 machos y 45 hembras de uno a más de cuatro años de edad). El patrón de coloración de las llamas muestra tonalidades desde marrón amarillento hasta rojizo oscuro, con el pecho, abdomen y la parte interna de las piernas de color casi blanco y la cabeza gris a negra con blanco alrededor de los labios, ojos y bordes de las orejas. El análisis biométrico de los 30 animales mayores a 4 años fue: altura a la cruz 123.2 ± 12.2 cm; altura a la grupa 119.5 ± 8.5 cm, ancho de pecho 36.5 ± 2.7 cm, perímetro torácico 136.4 ± 5.5 cm, largo de orejas 19.6 ± 2.7 , perímetro de cuello al nivel superior 42.8 ± 2.7 cm y al nivel inferior 63.9 ± 4.7 cm, longitud corporal 118.5 ± 5.3 cm y peso promedio de 152.5 ± 12.3 kg. Al comparar estos datos con los existentes en la literatura, se constata que las llamas de Marcapomacocha son más altas, más largas y más pesadas que las llamas k´ara de otras regiones del Perú. El análisis de un segmento diagnóstico del gen de citocromo b (ADN mitocondrial) reveló que las 50 llamas tenían el haplotipo ancestral guanaco, indicando reducida posibilidad de hibridización con la alpaca.

Frank et al. (2011), ejecutaron el estudio “*Genetic parameters for fleece weight and fibre attributes in Argentinean Llamas reared outside the Altiplano*”, con el objetivo de estimar los componentes de varianza, parámetros genéticos y factores ambientales permanentes, estudiaron 816 animales criados en sistemas semi intensivos, para determinar la longitud de mecha utilizaron una regla milimétrica, en tanto para las características textiles usaron un lanómetro. En cuyos resultados muestran promedios generales para perímetro torácico, diámetro medio de fibra, coeficiente de variación y longitud de mecha, valores de 120.8 cm, 26.2 μ m, 31.6 % y 13.1 cm, respectivamente. Concluyeron diciendo que existe grandes oportunidades para mejorar el diámetro de la fibra y la variación de diámetro de fibra, como atributo de la producción de fibra, y estos a la vez elegidos como criterios de selección.

Espinoza (2010), realizó el estudio “*Caracterización zoométrica, productiva y efecto de factores ambientales en llamas (*Lama glama*) del ecotipo Tiwtiri*”. Con el objetivo de evaluar llamas del ecotipo Tiwtiri, como recurso zoogenético para su utilización en la producción de carne, las medidas zoométricas de Altura a la Cruz (AC), Longitud Corporal (LC), Perímetro Torácico (PT), Ancho de Pecho (AP) y Ancho de Ancas (AA) para determinar las características morfoestructurales y, el peso corporal (PC) para determinar las características productivas. En animales adultos la AC fue de $97,53 \pm 3,64$ cm, la LC $91,6 \pm 5,43$ cm el PT $105,15 \pm 7,95$ cm, el AP, $23,10 \pm 1,49$ cm y el AA $24,82 \pm 1,25$ cm. Los animales adultos incrementaron su peso desde el mes de noviembre de 2007 ($75,08 \pm 12,54$ Kg.), hasta junio de 2008 ($93,09 \pm 11,84$ Kg.), disminuyendo en el mes de octubre de 2008 ($88,18 \pm 9,55$ Kg.). Los incrementos de peso corporal en crías y animales jóvenes tuvieron pendientes superiores a las pendientes de los animales adultos. Asimismo, los incrementos de pesos de llamas de todas las edades fueron superiores en el periodo entre marzo a junio 2008, en relación a los periodos de noviembre de 2007 a marzo de 2008 y a los periodos de junio a octubre 2008. Pero el factor sexo no tuvo efecto significativo ($P > 0,01$). También se pudo apreciar diferencias estadísticas a niveles de $P < 0,01$ y $P < 0,05$ en la interacción edad por propietario para las variables AC, LC, PT, AA y Peso. Las correlaciones obtenidas entre el peso y las variables zoométricas, pueden considerarse elevadas, con valores en general positivos y en muchos casos superiores a $r = 0,70$.

García y Leyva (2007), realizaron el estudio “*Índices genéticos estimados para peso corporal en llamas*”. Se utilizó información de parición, destete y esquila de llamas Ch'accus y K'aras, de los registros de la Estación Experimental del Centro de Investigaciones IVITA-Maranganí del periodo 1995-2001. Se estimó la heredabilidad (h^2), repetibilidad y correlaciones genéticas de peso corporal al nacimiento, destete, y primera y segunda esquila ajustando los datos por efecto del año de producción, edad de la madre y sexo de la cría. Los valores de h^2 se estimaron a través de un diseño de hermanos enteros, de medios hermanos paternos y regresión cría madre. La h^2 para el peso al destete, tanto en llamas K'ara como en Ch'accus fue alta, mientras que para el peso al nacimiento y peso vivo a la primera y segunda esquila tuvo valores de medio a alto. Los índices de repetibilidad para el peso vivo en llamas

Ch'accus y K'aras, estimados a través del método de la correlación intraclase fueron inferiores (0.3–0.4) que aquellos estimados a través del método de la regresión (0.6–0.7, respectivamente). Las correlaciones genéticas entre peso vivo al nacimiento con peso vivo al destete y primera esquila, y entre peso vivo al destete y peso vivo a la primera esquila presentaron valores altos y positivos en ambas variedades. Estos estimados son confiables para elegir el método de selección por índices en un plan de mejoramiento genético para la producción de carne.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Camélidos sudamericanos

Los Camélidos Sudamericanos tienen una gran importancia dentro del continente sudamericano por su dominación ecológica y su relación con el hombre, tenemos dos especies en forma doméstica, la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacus*), mientras que la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*) son los representantes silvestres; estos animales constituyen el principal medio de utilización productiva de extensas áreas de pastos naturales en las zonas alto andinas donde no es posible la agricultura ni la crianza exitosa de otras especies de animales domésticos (FAO, 2005). Así mismo, convierten con inusual eficiencia los pastos pobres de estas alturas en productos de alta calidad como son la fibra y la carne, además de subproductos como las pieles y cueros que tienen múltiples usos industriales y artesanales (Bustinza, 2001).

2.2.1.1. La alpaca. Se encuentran dos variedades de alpaca claramente diferenciadas de acuerdo con las características físicas de la fibra, una llamada Huacaya y otra Suri. Esta diferenciación ha llevado a controversia sobre la clasificación de los dos grupos para constituir razas, subespecies, ecotipos, variedades o líneas, para describir las diferencias entre ambas.

El modo de herencia del fenotipo Suri/Huacaya, aún no esclarecido completamente, no permite establecer cómo debería llevarse a cabo esta clasificación. Una primera hipótesis de recesividad del Suri (Calle, 1984) ha sido abandonada en favor de una hipótesis de dominancia simple que había sido propuesta anteriormente por Velasco (1980) más ampliamente aceptada. Ponzoni et al. (1997) corroboraron la

validez de ese modelo de herencia, pero advirtieron que también era compatible con una herencia basada en grupos de genes ligados, mientras que Baychelier (2000) probó tres hipótesis de herencia, concluyendo que la más verosímil era la que consideraba dos genes ligados. Renieri et al. (2009) indican que el fenotipo Suri podría ser explicado por un solo gen con dos alelos autosómicos, con una tasa de mutación aun no explicada, mientras que Sponenberg (2010) concluye que el fenotipo Suri corresponde a un único gen autosómico dominante que está sujeto a la supresión por genes modificadores para el fenotipo Suri. El modelo aceptado en la actualidad es el propuesto por Presciuttini et al. (2010) como conclusión de sus experimentos de cruzamientos, que le llevaron a rechazar el modelo de un único gen autosómico para sugerir un modelo genético en el cual dos loci ligados deben aparecer simultáneamente en homocigosis recesiva para dar el fenotipo Huacaya. Cualquier otro genotipo daría lugar a fenotipos Suri. Estas consideraciones llevan a una denominación no resuelta. La denominación de raza quedaría descartada, ya que los cruces de dos animales de fenotipo Suri pueden segregar Huacaya, y aunque excepcionalmente, también puede darse el sentido contrario. La clasificación más utilizada en la actualidad define estos grupos como ecotipos.

Alrededor del 85% de las alpacas pertenecen al ecotipo Huacaya, caracterizado por presentar una cabeza relativamente pequeña bien unida a un cuello mediano y fuerte, con orejas pequeñas de forma triangular, ollares amplios y boca con belfos muy móviles con pigmentación oscura. Presentan un copete bien formado y la cara limpia, la línea superior convexa que continúa hasta la cola, extremidades fuertes y buenos aplomos, lo que proporcionan una fina estampa armoniosa. La fibra presenta rizos que le proporcionan una apariencia esponjosa.

El otro 15% aproximadamente corresponden al ecotipo Suri, cuyo nombre deriva del Aimara, Suri, que fue asignado inicialmente al ñandú andino (*Pterocnemia pennata*), ave silvestre local que mueve las alas al correr de tal manera que deja ver las elegantes y brillantes plumas que reflejan con el sol. Los aimaras le asignaron este nombre por similitud a la elegancia de la fibra que cae desde el lomo al suelo. La teórica mutación hace que muestre una imponente refractancia a la luz. Esta

característica podría responder al relieve de las escamas de la fibra que tiene menos de 0,08 μm en comparación al relieve de la fibra de Huacaya que tiene 0,20 a 0,35 μm (www.aplf.com; SUPRAD, 2009), mucho menor que otras especies. El ecotipo Suri es más pequeño que el Huacaya y menos resistente para soportar condiciones medio ambientales extremas, por lo que su población se desarrolla a una menor altitud. Por ello los antiguos habitantes la denominaron también “chilipaqucha” cuyo significado proviene del aimara chili que significa “lo más hondo”, mientras que paqucha proviene del quechua (otra lengua local asociada a la etnia indígena del mismo nombre) que significa “alpaca”, y cuya conjugación significaría “alpaca de zonas más bajas” u “hondonadas”. La ausencia de rizos en el Suri le da a la fibra una mayor suavidad y brillo, pero al mismo tiempo una menor aptitud para el hilado.

2.2.1.2. La llama. La llama (*Lama glama*) es el camélido doméstico de mayor tamaño; puede alcanzar un peso adulto de 100 a 120 kg. Fue desarrollado fundamentalmente para el transporte y el abastecimiento de carne. Produce fibra de menor calidad que la de alpaca y en menor cantidad. Presenta dos capas de fibra: una interior, fina, y otra exterior, gruesa. En muchos lugares remotos de los Andes, carentes de vías de comunicación, la llama sigue prestando valiosos servicios como animal de carga. Se le utiliza para el transporte de insumos para las labores agrícolas, así como de los productos a los lugares de comercialización (FAO, 2005).

En otros países se han encontrado otros usos de la llama, fuera de los mencionados. Por ejemplo, se utiliza como mascota y, en las excursiones, para el transporte del equipo de campo. También las llamas han demostrado ser excelentes guardianes para dar protección a las ovejas contra el ataque de los depredadores como el coyote y los zorros, cuyo control constituye un problema en las zonas de crianza de ovinos de los EE.UU. de Norte América (Franklin et al., 1994). En dicho país no está permitido el empleo de veneno por las implicaciones ambientales; ni las trampas, por considerarse un acto de crueldad. Frente a ello, han encontrado la solución en la llama, que, al ser mantenida en un rebaño de ovejas, se convierte en la conductora del grupo y lo protege contra la incursión de animales extraños (FAO, 2005).

Según el documento oficial de registros genealógicos de alpacas y llamas del Perú, existen dos razas: K'ara y Chaqu, conocidas también con las denominaciones pelada y lanuda, respectivamente. Se diferencia una de otra por la magnitud de cobertura del cuerpo. Mientras que Chaqu tiene mayor cobertura de fibra, incluyendo las extremidades, K'ara tiene una apariencia de mayor fortaleza corporal con poca cobertura de cuerpo y extremidades. Existen tipos intermedios que pueden confundirse con el Huarizo, producto del cruce de llama con alpaca, que ocurre frecuentemente en sistemas de crianza mixta como es el caso de la mayoría de pequeños productores (FAO, 2005).

2.2.1.3. Medidas biométricas. La zoometría permite establecer patrones raciales a partir de la obtención de diferentes medidas corporales y analizar sus relaciones. Así mismo, es una herramienta útil que contribuye a la caracterización y diferenciación racial, para ello es necesario realizar estudios sobre la conformación del animal o morfología, que aporta una idea sobre la aptitud del mismo o del biotipo que se está tratando. La zoometría, abarca una serie de medidas e índices corporales, siendo una herramienta valiosa para la clasificación de los animales en un grupo determinado (Pere-Miquel *et al.*, 2006; Robledo, 1996 citado por Calderón, 2019), Así mismo, permite ponderar los rasgos fenotípicos de los individuos y de esta forma se tiene conocimientos sobre su rendimiento individual, desarrollo y crecimiento, con fines de realizar la selección de los reproductores en los programas de mejoramiento genético (Bustinza, 2001).

Según García (2006), La zoometría reúne una serie de medidas de aquellas partes o regiones que guardan interés en la calificación del individuo como organismo capaz de rendir una productividad, en la cual se estudian pesos, volúmenes y medidas corporales para determinar los índices zoométricos, estos son útiles a efectos de su clasificación racial (índices etnológicos) o de la evaluación de su aptitud.

En conclusión, la zoometría es una herramienta útil en la caracterización y diferenciación racial, siendo imprescindible que los resultados estén avalados por el estudio estadístico correspondiente y la aplicación de una metodología técnica contrastada.

2.2.1.4. Correlación. El concepto de características correlacionadas ya fue expresado por Darwin. Es así que, si el hombre selecciona los animales por aumentar alguna de sus características tendera a modificar otras de manera inconsciente, debido a las misteriosas leyes de la correlación (Cardelino y Rovira 1988). El valor de la correlación (r) puede ser clasificado de acuerdo a la siguiente escala: De 0.0 a 0.2 muy bajo, de 0.2 a 0.4 bajo, de 0.4 a 0.6 moderado, de 0.6 a 0.8 alta y de 0.8 a 1 muy alta (Ponzoni, 1992).

Los términos relación o asociación son equivalentes y se usan para designar aquella área de la estadística en la que se evalúa la covariación entre al menos dos variables. Dentro de este grupo, la correlación lineal es un caso particular en el que tal correspondencia tiene características bien definidas y que suele medirse mediante el coeficiente R de Pearson. Originalmente desarrollado por Karl Pearson en 1895, quien se basó en las investigaciones de Sir Francis Galton publicadas diez años antes, es ampliamente utilizado en diversos campos (Lee Rodgers y Nicewander, 1988).

Lo interesante es que, a pesar de que el uso del coeficiente de correlación de Pearson es extensísimo, también lo son las incorrecciones y omisiones al momento de emplearlo, las imprecisiones cuando de verificar sus supuestos se trata, o incluso, la confusión y desinformación a la hora de interpretar los resultados (Kozak, 2012). Es habitual encontrar en la literatura académica y científica ausencia de claridad al esbozar las nociones de regresión y correlación, por ejemplo; siendo que se hace más énfasis en las semejanzas que en las puntuales e importantes diferencias (Warren, 1971). Este desconcierto aun alcanza connotaciones semánticas: el vocablo correlación suele aplicarse a cualquier tipo de asociación entre variables, cuando; en realidad, este se refiere solo a un caso particular de dicha relación. Tal vez el mayor problema surge cuando se asume erróneamente que la correlación implica causalidad. Cuando dos variables X y Y exhiben una fuerte correlación, varias situaciones podrían explicarla: (a), que X origine Y ; (b), que Y origine X ; (c), que una variable externa Z origine tanto a X como a Y ; o (d), que la relación observada se deba meramente al azar (Mukaka, 2012).

2.3 Definición de términos

Recursos zoogenéticos: Se definen los recursos zoogenéticos como aquellas especies animales que se utilizan, o se pueden utilizar, para la producción de alimentos y la agricultura, así como las poblaciones que contiene cada una (FAO, 2010).

Variación morfológica: Se refieren a la variación de los caracteres morfológicos de las distintas especies, y de las diversas razas dentro de ellas, que responden notoriamente al componente genético que a cada una sustenta, pero también se encuentran bajo la influencia de factores dependientes del individuo, como son el sexo y la edad, así como dependientes del ambiente en el cual se desenvuelven (Ginés, 2009).

Zoometría: La zoometría estudia las formas de los animales mediante mediciones corporales concretas que nos permiten cuantificar la conformación corporal del animal, al igual, permite la determinación del dimorfismo sexual (Hevia, Fuentes y Quiles, 1993). Asimismo, es una herramienta típica en la descripción y comparación morfométrica entre razas animales, que permite determinar patrones raciales a partir de la obtención de distintas medidas corporales y analizar sus relaciones (Parés, 2009).

Biometría: La biometría es la medición de ciertas regiones anatómicas en animales vivos, que permite ponderar los rasgos fenotípicos de los individuos para tener conocimiento sobre su rendimiento individual, para realizar la selección de reproductores con el fin de mejoramiento genético (Bustinza, 2001).

2.4. Hipótesis

- ✓ H0 = No existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas.
- ✓ H1 = Existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas.
- ✓ H0 = Ninguna de las variables explicativas influye en la variable peso corporal.
- ✓ H1 = Al menos una de las variables explicativas influye en la variable peso corporal.

2.5 Variables

Variable dependiente

- ✓ Peso corporal.

Independientes

- ✓ Alzada a la cruz.
- ✓ Profundidad torácica.
- ✓ Longitud de lomo.
- ✓ Longitud de cuerpo.
- ✓ Perímetro de muslo.
- ✓ Perímetro de tórax.
- ✓ Amplitud de tórax.
- ✓ Longitud de lomo.
- ✓ Anchura de lomo.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Población, muestra y muestreo

Como el objetivo estadístico del presente trabajo es relacionar variables, para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la siguiente expresión (Díaz y Fernández, 2002):

$$n = \left\{ \frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)} \right\}^2 + 3 \quad n = \left\{ \frac{1.96 + 0.95}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+0.4}{1-0.4} \right)} \right\}^2 + 3 \quad n = 50$$

Donde:

r = Valor estimado del coeficiente de correlación entre las variables de estudio

α = Nivel de Significancia

$1-\alpha$ = Nivel de Confianza

$Z_{1-\alpha/2}$ = Valor Tipificado de Z

$Z_{1-\alpha}$ = Valor Tipificado de Z

β = Error tipo II

$1 - \beta$ = Poder estadístico

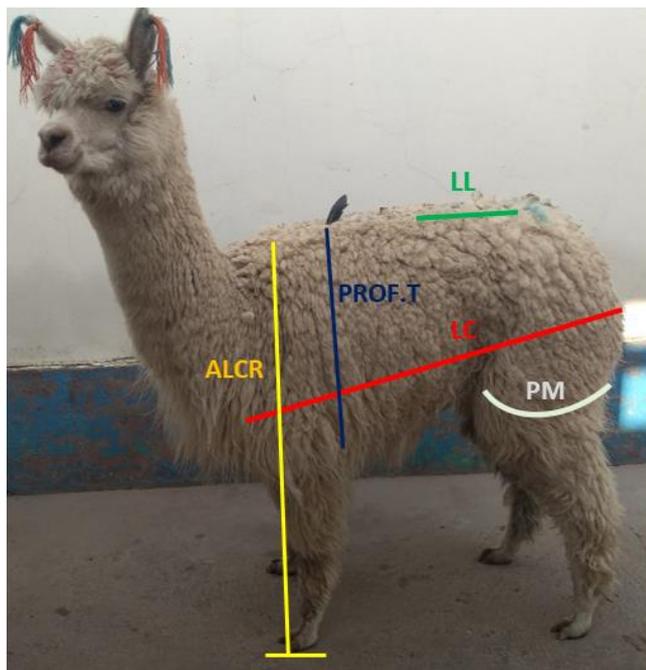
$Z_{1-\beta}$ = Valor Tipificado de Z

Obteniéndose un tamaño muestral de 50 animales (25 hembras y 25 machos) adultos para cada especie (alpaca Huacaya y llama K'ara)

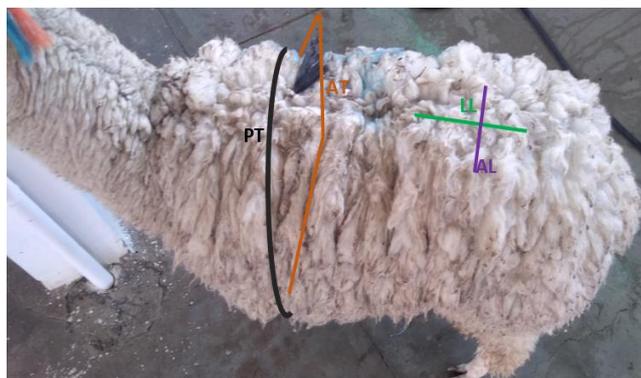
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los pesos y medidas biométricas se utilizó como técnica de recolección de datos la observación científica (Carrasco, 2005), acompañado de los siguientes instrumentos: balanza digital, compás de brocas, bastón zoométrico y cinta métrica.

Gráfico 1. Características biométricas analizadas en la presente tesis.



LCR: Alzada a la cruz
PROFT: Profundidad torácica
LL: Longitud de lomo
LC: Longitud de cuerpo
PM: Perímetro de muslo



PT: Perímetro de tórax
AT: Amplitud de tórax
LL: Longitud de lomo
AL: Anchura de lomo

3.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Todas las medidas biométricas fueron analizadas mediante estadística descriptiva, calculándose su media y error estándar.

Para evaluar la relación entre las medidas biométricas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X) \text{Var}(Y)}}$$

σ_{XY} es la covarianza de (X,Y)

σ_X es la desviación estándar de la variable X

σ_Y es la desviación estándar de la variable Y

Se utilizó la regresión lineal múltiple ($Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon$) para predecir el peso a través de las medidas biométricas. Utilizando diferentes metodologías (Stepwise y Cp de Mallows) se seleccionó las mejores ecuaciones de predicción, teniendo como referencia el coeficiente de determinación (R^2), el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC).

3.4 Descripción de la prueba de hipótesis

Correlación múltiple

H_0 = No existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas.

H_1 = Existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas.

Regresión múltiple

H_0 = Ninguna de las variables explicativas influye en la variable peso corporal.

H_1 = Al menos una de las variables explicativas influye en la variable peso corporal.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de información

4.1.1. Características biométricas de la alpaca

Se encontraron en media general para las características biométricas de alpacas adultas los siguientes valores: longitud de cuerpo = 86.2 cm, alzada a la cruz = 80.0 cm, profundidad torácica = 49.5 cm, perímetro de muslo = 53.2 cm, longitud de lomo = 19.6 cm, anchura de lomo = 22.1 cm, amplitud de tórax = 24.4 cm, perímetro del tórax = 100.9 cm y peso = 44.3 kg.

De las nueve características biométricas en alpacas adultas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos en seis de ellas; en las seis fueron superiores en promedio los machos que las hembras: profundidad torácica (54.8 cm vs 44.3 cm), perímetro de muslo (57.6 cm vs 48.8 cm), anchura de lomo (23.5 cm vs 20.6 cm), amplitud de tórax (25.1 cm vs 23.6 cm), perímetro del tórax (109.9 cm vs 91.8 cm) y peso (47.4 cm vs 41.3 kg). En resumen, los resultados encontrados en el presente trabajo muestran la existencia de dimorfismo sexual en alpacas respecto a sus características biométricas (Tabla 1).

Los valores encontrados en el presente estudio para longitud de cuerpo en alpacas hembras (84.3 cm) es similar a lo reportado (83.58 cm) por Arias (2017) y en machos (88.0 cm) es parecido (87.73 cm) al publicado por Marca (2010). Por otro lado, es superior al reportado (76.86 cm) por Zea (2014) en hembras.

Comparando nuestros resultados de alzada a la cruz (80.4 cm) de alpacas machos con los reportados (86.54 cm, 86.29 cm, 84.00 cm y 83.45 cm) por Marca

(2010), Arias (2017), Muñoz (2007) y Mallma (2020) respectivamente, se aprecia que obtuvieron valores superiores a los nuestros. Por otra parte, en el caso de alpacas hembras (79.6 cm) también reportan valores (84.86 cm, 84.68 cm, 85.39 cm y 83.25 cm) superiores Marca (2010), Zea (2014), Muñoz (2007) y Mallma (2020) respectivamente; excepto Arias (2017) quien reporta un valor similar (80.73 cm) al del presente trabajo.

El valor encontrado para perímetro del tórax (109.9 cm) en alpacas machos en el presente estudio es superior a los publicados (91.65 cm, 96.36 cm, 97.17 cm y 91.31 cm) por Marca (2010), Arias (2017), Muñoz (2007) y Mallma (2020) respectivamente. Por otro lado, en el caso de alpacas hembras reportaron valores superiores (93.69 cm, 94.88 cm, 99.70 cm, 93.56 cm) a los del presente estudio (91.8 cm).

Comparando nuestro resultado de peso (47.4 kg) de alpacas machos con los reportados (59.20 kg, 64.63 kg y 49.5 kg) por Marca (2010), Muñoz (2007) y Quispe (2012) respectivamente, se aprecia que obtuvieron valores superiores a los nuestros. Por otro lado, en el caso de alpacas hembras (41.3 kg) también reportan valores (60.42 kg, 63.10 kg y 55.6 kg) superiores Marca (2010), Muñoz (2007) y Quispe (2021) respectivamente.

El valor encontrado para amplitud de tórax tanto para machos (25.1 cm) y hembras (23.6 cm) en el presente trabajo, son inferiores al reportado (31.53 cm para machos y 32.91 para hembras) por Marca (2010).

Podemos indicar que la variabilidad encontrada para las diferentes características biométricas y el peso en el presente trabajo y de igual forma respecto a otros autores, puede indicarnos que existe una considerable variabilidad morfológica en las poblaciones de alpacas, lo cual probablemente se deba a la variabilidad genética y ambiental existente en las poblaciones. Los principales factores causantes de la variabilidad ambiental observada sería la ubicación geográfica (diferentes altitudes, temperaturas, humedad y precipitación pluvial) de los animales (lo cual condiciona el tipo y condición de los pastos naturales) y el manejo que se le da a las alpacas (algunos criadores realizan selección y otros no).

Tabla 1

Medias, error estándar e intervalos de confianza de las características biométricas de alpacas Huacaya adultas por sexo.

	Sexo	n	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
LC	M	25	88.0 ^a	2.826	78.8	89.9
	H	25	84.3 ^a	1.259	85.6	90.5
ALCR	M	25	80.4 ^a	0.766	78.1	81.1
	H	25	79.6 ^a	1.291	77.9	82.9
PROFT	M	25	54.8 ^a	1.070	42.2	46.4
	H	25	44.3 ^b	1.294	52.2	57.3
PM	M	25	57.6 ^a	1.181	46.5	51.2
	H	25	48.8 ^b	1.293	55.1	60.2
LL	M	25	20.4 ^a	1.116	18.2	22.6
	H	25	18.8 ^a	0.471	17.9	19.8
AL	M	25	23.5 ^a	0.899	21.7	25.3
	H	25	20.6 ^b	0.542	19.5	21.7
AT	M	25	25.1 ^a	0.499	22.7	24.6
	H	25	23.6 ^b	0.508	24.1	26.1
PT	M	25	109.9 ^a	1.634	88.6	95.0
	H	25	91.8 ^b	4.785	100.5	119.3
PESO	M	25	47.4 ^a	1.378	38.6	44.0
	H	25	41.3 ^b	1.843	43.8	51.0

Medias con letras diferentes dentro de filas denotan diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

LC: Longitud de cuerpo, ALCR: Alzada a la cruz, PROFT: Profundidad torácica, PM: Perímetro de muslo, LL: Longitud de lomo, AL: Anchura de lomo, AT: Amplitud de tórax y PT: Perímetro del tórax.
M: Macho y H: Hembra.

4.1.2. Características biométricas de la llama

En media general para las características biométricas de llamas se encontraron los siguientes valores: longitud de cuerpo = 99.1 cm, alzada a la cruz = 95.1 cm, profundidad torácica = 62.4 cm, perímetro de muslo = 59.9, longitud de lomo = 22.1 cm, anchura de lomo = 22.7 cm, amplitud de tórax = 27.9 cm, perímetro del tórax = 127.3 cm y peso = 72.7 kg.

En las nueve características biométricas de llamas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sexos. Los resultados encontrados en el presente trabajo muestran la no existencia de dimorfismo sexual en llamas respecto a las características biométricas (Tabla 2).

Los valores encontrados en el presente estudio para longitud de cuerpo en llamas adultas hembras (97.8 cm) es superior a los reportados (80.52 cm, 88.56 cm, 92.80 cm, 89.74 cm y 72.49 cm) por Butron (2012), Quispe (2015), Condor (2019), Machaca (2020) y Espinoza (2010) respectivamente. Por otra parte, es inferior al reportado (113.65) por Mendoza (2015). Asimismo, los valores encontrados para longitud de cuerpo en llamas adultos machos (100.4 cm) es superior a los reportados (91.65 cm, 94.83 cm, 93.33 cm, 86.43 cm y 71.23 cm) por Butron (2012), Quispe (2015), Condor (2019), Machaca (2020) y Espinoza (2010) respectivamente. Por otra parte, es similar a lo reportado (102.73 cm) por Mendoza (2015).

Comparando nuestros resultados de alzada a la cruz (95.2 cm) de llamas machos adultos con los reportados (101 cm, 97.34 cm y 146.73 cm) por Quispe (2015), Condor (2019) y Mendoza (2015) respectivamente, se aprecia que obtuvieron valores superiores a los nuestros. Asimismo, estos mismos autores también reportan valores (99 cm, 96.55 cm y 163.59 cm respectivamente) superiores a lo reportado (94.9 cm) en el presente trabajo para llamas hembras adultas. Por otra parte, Machaca (2020) y Espinoza (2010) reportan valores inferiores tanto para llamas hembras y machos adultos. Finalmente, Butron (2012) publica valores similares al del presente trabajo.

El valor encontrado para perímetro del tórax (128.8 cm) en llamas machos en el presente estudio es superior a los publicados (106.32 cm, 105.36 cm, 108.50 cm,

102.62 cm, 115.69 cm y 81.28 cm) por Butron (2012), Quispe (2015), Condor (2019), Machaca (2020), Mendoza (2015) y Espinoza (2010) respectivamente. Asimismo, en el caso de llamas hembras estos mismos autores también reportaron valores inferiores (95.62 cm, 98.08 cm, 108.63 cm, 102.04 cm, 97.27 cm y 82.76 cm) a los del presente estudio (125.8 cm).

Comparando nuestro resultado de peso (74.0 kg) de llamas machos con los reportados (97.55 kg, 87.78 kg y 86.08 kg) por Butron (2012), Condor (2019) y Mendoza (2015) respectivamente, se aprecia que obtuvieron valores superiores a los nuestros. Asimismo, en el caso de llamas hembras (71.5 kg) también reportan valores (89.2 kg, 84.82 kg, 85.96 y 102.58 kg) superiores Butron (2012), Quispe (2015), Condor (2019) y Mendoza (2015). Por otro lado, el peso encontrado en el presente trabajo tanto para llamas hembras y machos son superiores (62.27 kg para machos y 62.03 para hembras) a lo publicado por Machaca (2020).

El valor encontrado para profundidad torácica tanto para llamas machos (62.5 cm) y hembras (62.4 cm) en el presente trabajo, son superiores al reportado (53.62 cm para machos y 53.95 para hembras) por Machaca (2020).

El valor encontrado para longitud de lomo para llamas machos (22.2 cm) y hembras (22.0 cm) en el presente trabajo, son inferiores a los reportados (75.51 cm y 71.51 cm para machos – 69.93 cm y 74.96 cm para hembras) por Quispe (2015) y Machaca (2020).

Para amplitud de tórax para llamas machos Machaca (2020) reporta valores (24.23 cm) inferiores a lo encontrado (28.7 cm) en el presente trabajo. Asimismo, para hembras reporta valores similares (27.74 cm).

La variabilidad encontrada para las diferentes características biométricas y el peso en el presente trabajo y de igual forma respecto a otros autores, puede indicarnos que existe una considerable variabilidad morfológica en las poblaciones de llamas, lo cual probablemente se deba a la variabilidad genética y ambiental existente en las poblaciones.

Tabla 2

Medias, error estándar e intervalos de confianza de las características biométricas de llamas K'ara adultas por sexo.

	Sexo	N	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
LC	M	25	100.4 ^a	1.643	94.6	101.0
	H	25	97.8 ^a	1.320	97.9	103.0
ALCR	M	25	95.2 ^a	1.084	93.1	97.3
	H	25	94.9 ^a	1.100	92.8	97.1
PROFT	M	25	62.5 ^a	1.036	60.4	64.4
	H	25	62.4 ^a	1.264	60.0	64.9
PM	M	25	60.8 ^a	1.005	58.8	62.8
	H	25	58.9 ^a	1.604	55.8	62.1
LL	M	25	22.2 ^a	0.425	21.1	22.8
	H	25	22.0 ^a	0.271	21.7	22.7
AL	M	25	23.0 ^a	0.478	22.0	23.9
	H	25	22.5 ^a	0.531	21.4	23.5
AT	M	25	28.7 ^a	0.787	27.2	30.3
	H	25	27.1 ^a	0.622	25.8	28.3
PT	M	25	128.8 ^a	1.457	125.9	131.7
	H	25	125.8 ^a	2.214	121.5	130.1
PESO	M	25	74.0 ^a	2.402	69.3	78.7
	H	25	71.5 ^a	2.473	66.6	76.3

Medias con letras iguales dentro de filas denotan que no existe diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

LC: Longitud de cuerpo, ALCR: Alzada a la cruz, PROFT: Profundidad torácica, PM: Perímetro de muslo, LL: Longitud de lomo, AL: Anchura de lomo, AT: Amplitud de tórax y PT: Perímetro del tórax.

M: Macho y H: Hembra.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Correlaciones fenotípicas entre características biométricas de alpacas

En el Gráfico 2 se expresan los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre las diferentes características biométricas de alpacas adultas, donde se puede apreciar que existe correlación positiva en la mayoría de ellas y solamente no se aprecia correlación entre perímetro del tórax vs anchura de lomo y perímetro del tórax vs alzada a la cruz. Según estos resultados, las alpacas presentan un modelo morfoestructural de alta armonía, de acuerdo al criterio establecido por Herrera (2000) y Luque (2011); de las 36 posibles combinaciones entre variables, la mayoría (29) de los coeficientes de correlación resultaron estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Estos resultados muestran que las características biométricas estudiadas están correlacionadas entre sí. De igual manera se aprecia que mayores longitudes implica mayores anchuras y perímetros.

Los coeficientes de correlación para las medidas zoométricas con el peso en alpacas adultas van desde positiva baja (Perímetro del tórax $r = 0.15$) hasta positiva moderada (Longitud de cuerpo, Alzada a la cruz, Profundidad torácica y Amplitud de tórax $\rightarrow r = 0.6$), no encontrándose ninguna correlación negativa (Gráfico 2).

La correlación (0.6) del peso con la longitud de cuerpo encontrada en el presente trabajo en alpacas adultas, es inferior a lo publicado por Marca (2010), quien reportó una correlación positiva de 0.79.

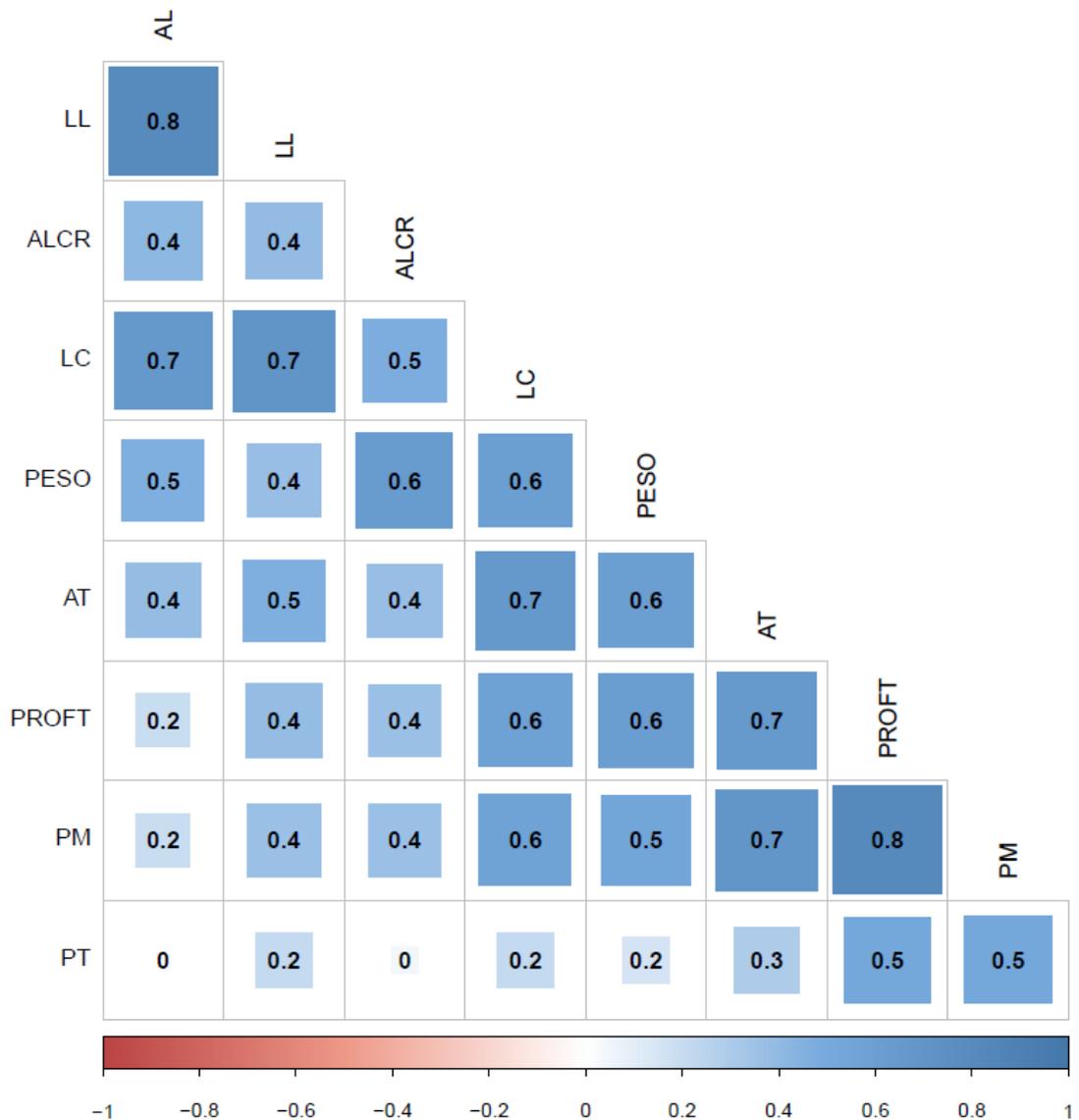
El coeficiente de correlación (0.15) para peso y perímetro del tórax encontrados en alpacas adultas, se clasifica como correlación positiva muy baja, inferior a lo indicado por Marca (2010) y Muñoz (2007), quienes reportaron un coeficiente de 0.99 y 0.36 respectivamente.

La correlación (0.63) del peso con la alzada a la cruz en alpacas adultas es similar a lo publicado por Muñoz (2007), quien reportó una correlación positiva de 0.66.

El coeficiente de correlación (0.6) para peso y amplitud de tórax encontrados en alpacas adultas, se clasifica como correlación positiva moderada, inferior a lo indicado por Marca (2010) quien reporto un coeficiente de 0.79.

Gráfico 2

Correlaciones de Pearson entre características zoométricas de alpacas Huacaya adultas.



LC: Longitud de cuerpo, ALCR: Alzada a la cruz, PROFT: Profundidad torácica, PM: Perímetro de muslo, LL: Longitud de lomo, AL: Anchura de lomo, AT: Amplitud de tórax, PT: Perímetro del tórax.

4.2.2. Correlaciones fenotípicas entre características biométricas de llamas

En el Gráfico 3 se expresan los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos entre las diferentes características biométricas de llamas adultas, donde se puede apreciar que existe correlación positiva en la mayoría, negativa en tres combinaciones (Longitud de lomo vs Perímetro de muslo, Anchura de lomo vs Profundidad torácica y Anchura de lomo vs Perímetro de muslo) y no se aprecia correlación en dos combinaciones (Perímetro de muslo vs Alzada a la cruz y Amplitud de tórax vs Longitud de cuerpo).

Según estos resultados, las llamas presentan un modelo morfoestructural de regular armonía, de acuerdo al criterio establecido por Herrera (2000) y Luque (2011); de las 36 posibles combinaciones entre variables, la mayoría (22) de los coeficientes de correlación resultaron estadísticamente significativos ($p < 0.05$). Estos resultados muestran que las características biométricas estudiadas están correlacionadas entre sí (Gráfico 3).

El coeficiente de correlación (0.593) para peso y perímetro torácico encontrados en llamas adultas se clasifica como correlación positiva moderada, similar a lo indicado por Espinoza (2010) y Mendoza (2015), quienes reportaron un coeficiente de 0.62 y 0.66 respectivamente. Por otra parte, es inferior a los reportados por Butron (2012) y Quispe (2015), quienes reportaron un coeficiente de 0.90 y 0.95 respectivamente.

El coeficiente de correlación (0.678) para peso y longitud de cuerpo encontrados en llamas adultas se clasifica como correlación positiva alta, estos resultados son similares a los reportados por Espinoza (2010) y Mendoza (2015), quienes reportaron un coeficiente de 0.56 y 0.53 respectivamente. Por otro lado, es inferior al publicado por Butron (2012), quien reporto un coeficiente de 0.87.

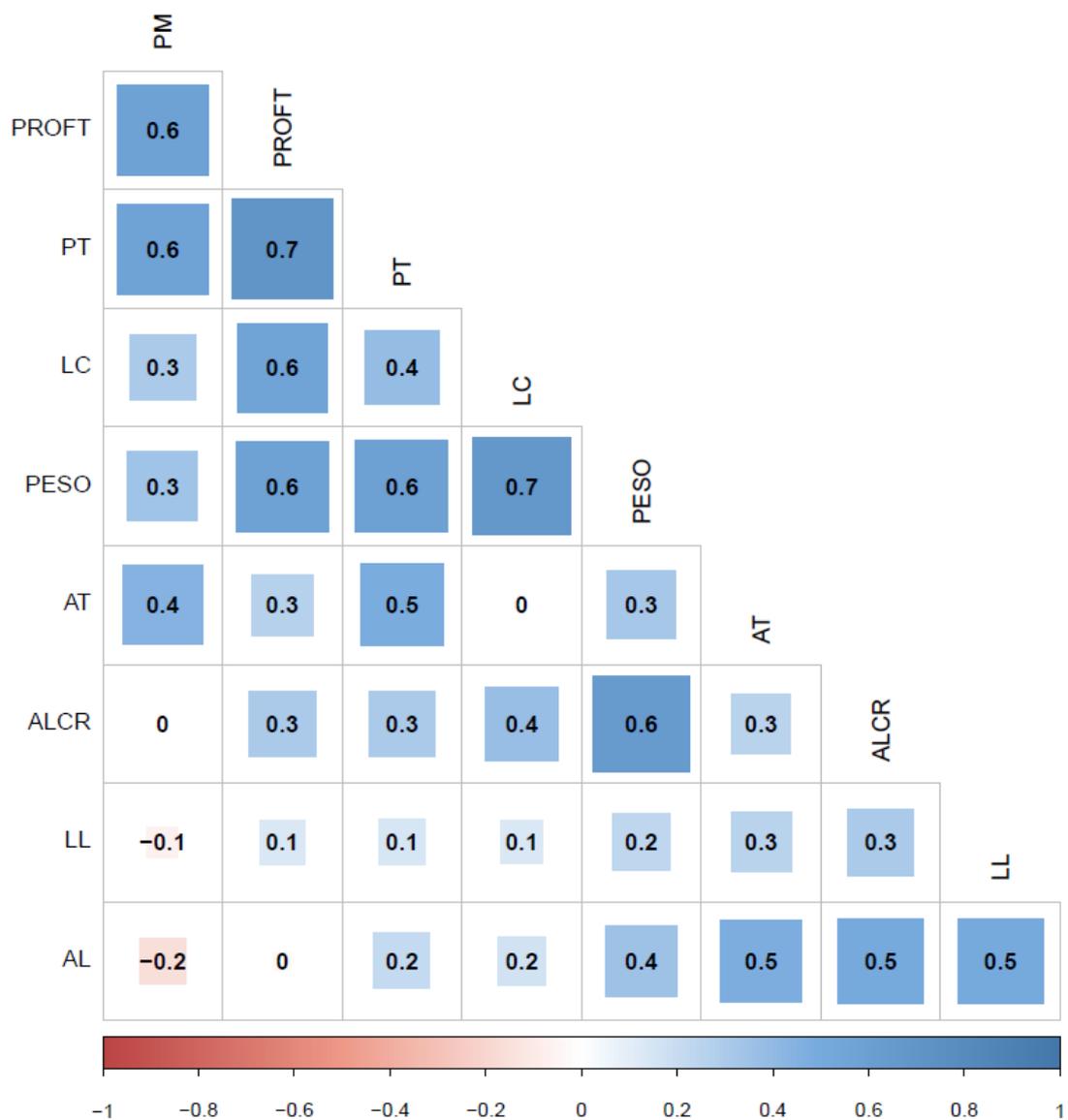
El coeficiente de correlación (0.649) para peso y alzada a la cruz encontrados en llamas adultas, se clasifica como correlación positiva alta, estos resultados son parecidos a los reportados por Espinoza (2010) y Mendoza (2015), quienes reportaron

un coeficiente de 0.56 y 0.66 respectivamente. Asimismo, es inferior al publicado por Quispe (2015), quien reporto un coeficiente de 0.97.

Finalmente, el coeficiente de correlación (0.231) para peso y longitud de lomo encontrado en el presente trabajo, es inferior al publicado por Quispe (2015), quien reporto un coeficiente de 0.91.

Gráfico 3

Correlaciones de Pearson entre características zomométricas de llamas K'ara adultas.



LC: Longitud de cuerpo, ALCR: Alzada a la cruz, PROFT: Profundidad torácica, PM: Perímetro de muslo, LL: Longitud de lomo, AL: Anchura de lomo, AT: Amplitud de tórax, PT: Perímetro del tórax.

4.3. Discusión de los resultados

4.3.1. Predicción del peso de alpacas y llamas

La carne es un producto que se aprovecha también de las alpacas y llamas. En la actualidad, la selección que se practica en alpacas y llamas con miras al mejoramiento genético de la producción de carne es muy limitada, teniendo como único criterio de selección el tamaño y el peso. Las unidades productivas de alpacas y llamas de la región de Huancavelica carecen de básculas para hacer determinaciones de peso con exactitud. Bajo estas condiciones, una ecuación de predicción del peso a partir de unas pocas medidas corporales, podría representar una alternativa de solución para el problema mencionado que tienen las unidades productivas. Por ello, se estimaron diversas ecuaciones de regresión predictoras del peso a través de 9 medidas zoométricas. De igual forma, utilizando diferentes metodologías (Stepwise y Cp de Mallows) se seleccionó las mejores ecuaciones de predicción. Quedándonos con el modelo que incluye Alzada a la cruz y Profundidad torácica para alpacas, debido a que tienen una alta correlación con el peso (Gráfico 2), un buen Coeficiente de Determinación ($R^2 = 57,47\%$), un menor valor del Criterio de Información de Akaike – AIC (321.6) y un menor valor del Criterio de Información Bayesiano – BIC (329.2); cabe destacar también que los modelos de regresión que incluyen solo Alzada a la cruz o Profundidad torácica, tienen considerables valores de R^2 , AIC y BIC (Tabla 3). Por otro lado, se quedó con el modelo que incluye Longitud de cuerpo y Alzada a la cruz para llamas, debido a que tienen una alta correlación con el peso (Gráfico 3) y, un buen Coeficiente de Determinación ($R^2 = 64,08\%$), un menor valor del Criterio de Información de Akaike – AIC (347.3) y un menor valor del Criterio de Información Bayesiano – BIC (354.9) (Tabla 4).

Para la predicción del peso en llamas otros autores han utilizado diferentes medidas biométricas como el perímetro torácico, volumen del muslo, área de la grupa, altura a la cabeza, altura a la cruz, longitud de cuerpo, longitud de cuello y volumen muscular (Llacsá et al., 2007; Mendoza, 2015). Mendoza (2015) reportó una ecuación de predicción con un $R^2 = 0,68$ donde incluía como variables predictivas altura a la cabeza, perímetro torácico, perímetro superior del cuello, ancho de pecho y volumen muscular. Se puede apreciar que nuestro modelo obtuvo un R^2 inferior; por otro lado,

nuestros modelos predictivos tienen menos variables predictoras con una alta bondad de ajuste, lo cual le hace más sencilla su aplicación.

Tabla 3

Ecuaciones de regresión predictoras del peso de alpacas según las distintas variables estudiadas.

Variables	Ecuaciones de predicción	R² (%)	AIC	BIC	Orden
ALCR y PROFT	$PV = -41.55 + 0.77 \times ALCR + 0.49 \times PROFT$	57.47	321.6	329.2	1
ALCR	$PV = -38.50 + 1.0 \times ALCR$	39.96	336.8	342.6	2
PROFT	$PV = 10.91 + 0.68 \times PROFT$	38.24	338.3	344.0	3

ALCR: Alzada a la cruz, PROFT: Profundidad torácica

Tabla 4

Ecuaciones de regresión predictoras del peso de llamas según las distintas variables estudiadas.

Variables	Ecuaciones de predicción	R² (%)	AIC	BIC	Orden
LC y ALCR	$PV = -106.27 + 0.82 \times LC + 1.03 \times ALCR$	64.08	347.3	354.9	1
LC	$PV = -36.06 + 1.1 \times LC$	45.98	365.6	371.4	2
ALCR	$PV = -65.59 + 1.5 \times ALCR$	42.09	369.1	374.9	3

LC: Longitud de cuerpo, ALCR: Alzada a la cruz.

Conclusiones

- Los resultados encontrados muestran la existencia de dimorfismo sexual en alpacas respecto a sus características biométricas. Por otro lado, se evidencia que no existe dimorfismo sexual en llamas respecto a sus medidas zoométricas.
- Existe correlación positiva significativa entre la mayoría de las características biométricas en alpacas y llamas adultas. Según estos resultados, las alpacas y las llamas presentan un modelo morfoestructural de alta armonía. Esto indica que a mayores longitudes implica mayores anchuras y perímetros.
- Existe correlaciones altas entre el peso y las medidas zoométricas, lo cual es útil para plantear modelos predictivos del peso. La ecuación de regresión que tiene como variables predictivas alzada a la cruz y profundidad torácica, permite predecir con buena precisión y exactitud el peso de alpacas. Asimismo, la ecuación de regresión que tiene como variables predictivas longitud de cuerpo y alzada a la cruz, permite predecir con buena precisión y exactitud el peso de llamas.

Recomendaciones

- Realizar más estudios de correlación, utilizando características morfológicas poco estudiadas.
- Desarrollar modelos predictivos del peso, utilizando técnicas de aprendizaje automatizado (*Machine Learning*) para mejorar las precisiones de las predicciones.

Referencias Bibliográficas

1. Arias Tuco, J. (2017). Principales medidas biométricas en alpacas (*Vicugna pacos*) en edad adulta de la raza huacaya en las comunidades de Huaytire y Maure de las zonas altoandinas de Tacna 2015.
2. Baychelier P 2000. Suri and Huacaya: Two Alleles or Two Genes?. Proc. Australian Alpaca Ass. Nat. Conf., Camberra Australia, 79-85.
3. Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 493.
4. Caballero, W., y Flores, A. (2006). Pobreza y pobreza extrema rural: En la pequeña agricultura y en la agricultura de minifundio. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
5. Calle Escobar R 1984. Animal Breeding and Production of American Camelids, Lima, Perú.
6. Camacho Guaman, J. S. (2019). Caracterización Morfológica de la LLama Ecuatoriana (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
7. Cano, L., Rosadio, R., Maturrano, L., Dávalos, R., & Wheeler, J. C. (2012). Caracterización fenotípica y análisis de ADN mitocondrial de llamas de Marcapomacocha, Perú. Revista de investigaciones veterinarias del Perú, 23(3), 388-398.
8. Cardellino, R., & Rovira, J. (1988). Mejoramiento Genético Animal Ed. Agropecuaria Hemisfério Sur (Uruguay, Montevideo). 253p.
9. Carmichael I, Judson GJ 1997. Phenotypes resulting from Huacaya, Suri by Huacaya and Suri by Suri alpaca crossing. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet. 12, 136-139.
10. Díaz, P. & Fernández, P. (2002). Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. Cad aten primaria, 9(4), 209-11.
11. Espinoza Paz, M. (2010). Caracterización zoométrica, productiva y efecto de factores ambientales en llamas (*Lama glama* L.) del ecotipo tiwtiri (Doctoral dissertation).

12. Estrada, A. (1983). *Zoometria y algunas correlaciones de la llama*. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Univ. Nacional San Antonio de Abad del Cusco. Cusco. 81 p.
13. FAO. (2010). *La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura*. (B. Rischkowsky & D. Pilling, Eds.) (Primera). Roma.
14. FAO. (2005). *Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia*. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina. TCP/RLA/291 4. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
15. Frank, E. N., Hick, M. V. H., Molina, M. G., & Caruso, L. M. (2011). Genetic parameters for fleece weight and fibre attributes in Argentinean Llamas reared outside the Altiplano. *Small Ruminant Research*, 99(1), 54-60.
16. García, E. (2006). *Caracterización morfológica, hematológica y bioquímica clínica en cinco razas asnales españolas para programas de conservación* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Veterinaria, España.
17. García, W., & Leyva, V. (2007). Índices genéticos estimados para peso corporal en llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 18(1), 11-17.
18. *Genet.* 12, 136-139.
19. Ginés, J., & Ginés, À. (2009). Proposta d'una nova classificació morfogènica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins: publicació d'espeleologia*, 5-18.
20. Huacaya and Suri by Suri alpaca crossing. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed.*
21. Huanchi Esteban, V. (2018). *Fenotipificación de alpacas Suri en el Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla*.
22. Inchausti, D. y Tagle, E. (1982). *Bovinotecnia: Exterior y razas*. (El Ateneo, Ed.). Buenos Aires.
23. Kozak, M., Krzanowski, W., & Tartanus, M. (2012). Use of the correlation coefficient in agricultural sciences: problems, pitfalls and how to deal with them. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(4), 1147-1156

24. Lee Rodgers, J., & Nicewander, W. A. (1988). Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician*, 42(1), 59-66.
25. Machaca, V. M., Gayona, L. D., Choque, V. B., Machaca, R. M., Enríquez, M. E., & Coaquira, J. E. Q. (2020). Caracterización morfológica de las llamas (*Lama glama*) de la raza Ch'acu de Cusco, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(2).
26. Mallma, Y., Quispe S., Flores, F., Gómez, J.W. y Gómez-Urviola, N.C. (2020). Caracterización morfológica, morfoestructural y faneróptica de la alpaca (*Vicugna pacos*) en las provincias de Antabamba y Aymaraes, Apurímac, Perú. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA*, 15, 23-28.
27. Marca Cruz, E. A. (2010). Estudio biométrico y fanerótico de la alpaca raza huacaya en el distrito de Torata–Moquegua.
28. Mendoza Delgado, J. G. (2015). Evaluación biométrica de llamas K'ara (*Lama glama*) como predictores de peso vivo en los distritos de Huayllay y Ticslacayan en la provincia de Pasco.
29. Menendez Buxadera, A. (1985). Método simple para evaluar hembras lecheras. *ACPA. CU. 1984 Pag, 3, 13-19.*
30. Menéndez, A. (1984). Un método simple para evaluar hembras lecheras. In *Asociación Cubana de Producción Animal (Ed.)*
31. Mukaka, M. M. (2012). A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*, 24(3), 69-71.
32. Muñoz, J. (2007). Caracterización morfométrica de un rebaño de alpacas huacaya. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Escuela de Ciencias Veterinarias. Universidad de Chile.
33. Parés-Casanova, P. Z., & ASTIZ, C. (2009). En: *Valoración Morfológica de los Animales Domésticos*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España.
34. Paucar Chanca, R. (2011). Utilidad de marcadores SNP en la mejora genética de poblaciones altoandinas de alpacas. Tesis Maestría. Universidad Pública de Navarra - España.

35. Paucar-Chanca R, Piedrafita J., Milán M.J. y Such X. 2018. Estimación del peso vivo a través del perímetro torácico y altura a la cruz en llamas hembras de la raza K'ara. VIII Congreso Mundial Sobre Camélidos. Oruro. Bolivia.
36. Pere-Miquel, P., & Casanova, I. (2006). Medidas e índices cefálicos en la raza bovina "Bruna del Pirineus". Revista Electrónica Veterinaria, 09.
37. Ponzoni RW, Hubbard DJ, Kenyon RV, Tuckwell CD, McGregor BA, Howse A,
38. Ponzoni, R., James, P. J., & Rogan, I. M. (1992). Mejoramiento genético de la producción de lana con especial énfasis en lana para vestimenta (No. 636.30821 SEMt).
39. Quispe Huanca, J. L. (2014). Caracterización fenotípica de llamas del tipo t'amphulli conservada en condición in situ en las regiones de Quetena Grande-Potosí y Calientes-Cochabamba (No. CIDAB-S531-I51r-4/2014). Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (Bolivia).
40. Quispe Peña, E. C., Mueller, J. P., Ruiz Bejar, J., Alfonso Ruiz, L., & Gutiérrez Reynoso, G. (2008). Actualidades sobre adaptación, producción, reproducción y mejora genética en camélidos.
41. Quispe Ticona, W. (2010). Estimación de heredabilidad, correlación fenotípica y genética para peso vivo y peso vellón en alpacas Huacaya del CIP Quimsachata, Inia-Puno.
42. Quispe, E. C. (2005). Mejoramiento genético y medioambiental de alpacas en la región de Huancavelica. Proyecto de Inversión Pública a nivel de Perfil. Universidad Nacional de Huancavelica. Perú.
43. Quispe, J., Zúñiga, E. A., Quispe, V. I., Ticona, R. V., Calsín, B. C., & Castro, C. V. (2015). Caracterización morfológica índices corporales de llamas (*Lama glama*) Ch'acu y k'ara de la puna húmeda de la Región Puno. Revista Investigaciones Altoandinas, 17(2), 183-192.
- Condor Quinte, J. R. (2019). Caracterización fenotípica de parámetros productivos y textiles de la llama (*Lama glama*) K'ara en función a la edad y sexo.
44. Renieri C, Valbonesi A, La Manna V, Antonini A, Asparrin M 2009. Inheritance of Suri and Huacaya type of fleece in Alpaca. Ital. J. Anim. Sci. 8, 83- 91.

45. Sponenberg DP 2010. Suri and Huacaya alpaca breeding results in North America. *Small Ruminant Research* 93, 210-212.
Presciuttini S, Valbonesi A, Apaza N, Antonini M, Huanca T, Renieri C 2010. Fleece variation in alpaca (*Vicugna pacos*): a two-locus model for the Suri/Huacaya phenotype. *BMC Genetics* 11, 70-75
46. Velasco JM 1980. Heredabilidades y correlaciones de peso corporal y peso de vellón en alpacas. In: *Anales de la tercera reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal (APRA)*, Lima, Perú.
47. Warren, W. G. (1971). Correlation or regression: bias or precision. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 20(2), 148-164.
48. Zea Velasquez, J. E. (2014). Principales medidas pelvimétricas y biométricas en alpacas hembra (*Vicugna Pacos*) de la raza Huacaya.

Anexos

Matriz de consistencia

CORRELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS Y PREDICCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ALPACAS Y LLAMAS

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
¿Cómo son las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas?	Determinar las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas y la predicción del peso corporal en alpacas y llamas.	$H_0 =$ No existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas. $H_1 =$ Existe correlación entre las características biométricas en alpacas y llamas.	Dependientes: Peso corporal. Independientes: Alzada a la cruz. Profundidad torácica. Longitud de lomo.	Estadística descriptiva Correlación múltiple de Pearson. Regresión Lineal
¿Cómo son las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas en alpacas y llamas?	Determinar las correlaciones fenotípicas entre las características biométricas en alpacas y llamas.	$H_0 =$ Ninguna de las variables explicativas influye en la variable peso corporal. $H_1 =$ Al menos una de las variables explicativas influye en la variable peso corporal.	Longitud de cuerpo. Perímetro de muslo. Perímetro de tórax. Amplitud de tórax. Longitud de lomo. Anchura de lomo.	de múltiple. de de
¿Cómo es la predicción del peso corporal en alpacas y llamas?	Determinar la predicción del peso corporal en alpacas y llamas.			

Instrumento de evaluación

Base de datos

Medidas biométricas de alpacas

ID	SEXO	LC	ALCR	PROFT	PM	LL	AL	AT	PT	PESO
1	1	97.0	86.2	51.0	54.0	34.0	33.0	22.2	104.0	47.0
2	1	101.0	82.0	55.0	47.0	24.0	29.0	26.0	101.0	52.0
3	1	92.0	78.3	48.0	41.0	25.0	24.0	25.2	96.0	40.0
4	1	102.0	82.2	44.0	55.0	26.0	30.0	23.2	98.0	44.0
5	1	91.0	78.2	47.0	42.0	20.1	29.0	24.5	90.0	59.0
6	1	108.0	84.2	52.0	61.0	29.0	30.0	24.0	105.0	45.0
7	1	101.0	88.0	53.0	54.0	27.0	30.0	28.0	103.0	55.0
8	1	112.0	84.0	48.0	53.0	25.0	27.0	28.0	96.0	43.0
9	1	96.0	79.7	47.0	55.0	23.0	22.0	24.9	95.0	42.0
10	1	96.0	76.5	51.0	60.0	24.0	26.0	30.2	98.0	43.0
11	1	81.0	77.2	46.0	54.0	25.0	23.0	25.0	105.0	36.0
12	1	60.0	75.0	38.0	43.0	17.0	19.0	21.0	87.0	36.0
13	1	71.0	77.2	42.0	48.0	16.0	20.0	21.8	89.0	36.0
14	1	71.0	76.7	36.0	44.0	18.0	18.0	21.2	81.0	33.0
15	1	76.0	83.2	43.0	49.0	15.0	19.0	23.2	87.0	39.0
16	1	78.5	84.2	45.0	55.0	21.0	23.0	23.7	99.0	43.0
17	1	74.0	72.7	39.0	48.0	16.0	18.5	22.7	80.0	39.0
18	1	68.0	76.2	39.0	42.0	13.0	17.0	21.2	81.0	32.0
19	1	84.5	77.7	41.0	47.0	15.0	22.0	20.0	86.0	37.0
20	1	71.0	78.7	37.0	44.0	13.0	21.0	21.2	84.0	37.0
21	1	81.0	78.8	43.0	50.0	19.0	23.0	23.5	89.0	48.0
22	1	72.0	77.2	42.0	44.0	19.0	21.0	20.7	86.0	36.0
23	2	86.0	78.0	60.0	59.0	19.0	20.0	25.0	127.0	46.0
24	2	83.0	91.0	63.0	59.0	24.0	23.0	26.0	125.0	58.0
25	2	89.0	80.0	57.0	63.0	17.0	24.0	24.0	120.0	44.0
26	2	83.0	67.0	61.0	64.0	18.0	21.0	26.0	126.0	48.0
27	2	91.0	85.0	53.0	56.0	18.0	20.0	24.0	105.0	58.0
28	2	83.0	78.0	51.0	50.0	20.0	22.0	22.0	100.0	48.0
29	2	89.0	81.0	64.0	63.0	21.0	22.0	27.0	129.0	44.0
30	2	88.0	76.0	54.0	63.0	19.0	22.0	27.0	112.0	46.0
31	1	75.0	82.2	40.5	44.0	16.0	20.0	24.2	87.0	40.0
32	1	73.0	75.2	38.0	42.0	14.0	21.0	22.2	81.0	32.0
33	1	76.0	79.5	42.0	45.0	15.0	22.0	23.2	88.0	38.0
34	2	102.0	92.0	63.0	63.0	20.0	24.0	28.0	12.3	64.0
35	2	89.0	85.0	46.0	52.0	15.0	19.0	23.0	105.0	60.0
36	2	78.0	74.0	41.0	45.0	15.0	20.0	20.0	89.0	38.0
37	2	93.0	90.0	61.0	66.0	21.0	22.0	28.0	125.0	62.0

38	2	81.0	82.0	46.0	50.0	16.0	18.0	23.0	98.0	40.0
39	2	77.0	77.0	43.0	44.0	14.0	15.0	22.0	96.0	32.0
40	2	92.0	82.0	57.0	62.0	20.0	19.0	27.0	120.0	47.0
41	2	98.0	84.0	57.0	67.0	19.0	21.0	28.0	127.0	52.0
42	2	90.0	87.0	48.0	63.0	20.0	22.0	27.0	127.0	48.0
43	2	90.0	89.0	64.0	61.0	20.0	22.0	25.0	134.0	52.0
44	2	91.0	80.0	56.0	59.0	20.0	22.0	26.0	120.0	46.0
45	2	97.0	77.0	53.0	60.0	23.0	26.0	31.0	98.0	60.0
46	2	78.0	70.0	52.0	55.0	17.0	16.0	22.0	105.0	33.0
47	2	93.0	75.0	57.0	57.0	19.0	18.0	24.0	116.0	40.0
48	2	83.0	75.0	53.0	53.0	18.0	17.0	25.0	111.0	32.0
49	2	87.0	74.0	52.0	48.0	18.0	17.0	22.0	99.0	40.0
50	2	90.0	81.0	57.0	59.0	20.0	23.0	26.0	121.0	47.0

Medidas biométricas de llamas

ID	SEXO	LC	ALCR	PROFT	PM	LL	AL	AT	PT	PESO
1	2	97.0	97.0	57.0	63.0	19.0	22.0	27.7	115.0	65.0
2	1	97.0	86.0	56.0	63.0	20.0	20.0	27.0	115.0	56.0
3	1	94.0	91.0	64.0	63.0	20.0	21.0	30.0	137.0	60.0
4	1	103.0	90.0	66.0	69.0	21.0	22.0	35.0	136.0	82.0
5	1	99.0	94.7	59.0	56.0	24.0	25.0	29.9	125.0	74.0
6	2	96.0	92.2	49.5	54.0	23.0	25.0	30.2	119.0	68.0
7	1	107.0	98.9	63.0	59.0	23.0	27.0	35.8	127.0	88.0
8	1	90.5	92.5	55.0	60.0	25.5	26.0	34.0	129.0	66.0
9	1	97.0	100.7	61.0	59.0	26.0	29.0	33.2	135.0	72.0
10	2	95.0	101.0	56.0	50.0	26.0	25.0	27.4	112.0	68.0
11	1	91.0	91.2	54.0	53.0	20.0	22.0	31.0	121.0	62.0
12	1	93.0	90.0	61.0	66.0	21.0	22.0	28.0	125.0	62.0
13	1	94.0	98.0	64.0	58.0	23.0	23.0	29.0	128.0	76.0
14	2	94.0	90.0	62.0	56.0	20.0	21.0	25.0	134.0	65.0
15	1	103.0	95.0	69.0	63.0	20.0	21.0	26.0	129.0	72.0
16	1	97.0	95.0	69.0	57.0	22.0	20.0	26.0	127.0	65.0
17	2	98.0	86.0	62.0	59.0	23.0	21.0	28.0	132.0	56.0
18	1	98.0	93.0	60.0	58.0	21.0	20.0	24.0	112.0	68.0
19	2	103.0	95.0	64.0	60.0	21.0	21.0	25.0	128.0	72.0
20	1	99.0	90.0	64.0	63.0	20.0	23.0	29.0	130.0	80.0
21	1	99.0	93.0	60.0	66.0	20.0	21.0	28.0	130.0	72.0
22	2	112.0	96.0	75.0	61.0	22.0	21.0	27.0	140.0	84.0
23	1	101.0	93.0	66.0	70.0	21.0	22.0	28.0	134.0	76.0
24	1	90.0	92.0	54.0	57.0	20.0	23.0	25.0	123.0	57.0
25	1	99.0	93.0	67.0	64.0	24.0	23.0	28.0	140.0	73.0
26	1	102.0	98.0	70.0	65.0	22.0	24.0	28.0	133.0	81.0
27	1	91.0	93.0	65.0	60.0	24.0	25.0	28.0	123.0	65.0

28	1	120.0	108.0	73.0	64.0	27.0	26.0	29.0	141.0	110.0
29	1	105.0	96.0	62.0	65.0	20.0	25.0	28.0	134.0	86.0
30	1	102.0	109.0	60.0	54.0	20.0	20.0	25.0	120.0	90.0
31	1	101.0	97.0	55.0	49.0	23.0	22.0	18.0	130.0	80.0
32	2	102.0	102.0	65.0	57.0	22.0	23.0	27.0	129.0	60.0
33	2	99.0	94.0	62.0	55.0	23.0	22.0	26.0	129.0	68.0
34	2	95.0	90.0	56.0	52.0	21.0	20.0	25.0	118.0	60.0
35	2	94.0	93.0	66.0	64.0	23.0	22.0	32.0	135.0	74.0
36	2	95.0	95.0	60.0	67.0	24.0	22.0	29.0	114.0	52.0
37	1	73.0	102.0	63.0	59.0	22.0	22.0	35.0	136.0	76.0
38	2	110.0	111.7	64.0	51.0	22.0	33.5	33.0	140.0	95.0
39	2	104.0	97.0	57.0	63.0	21.0	20.0	24.0	121.0	68.0
40	2	99.0	99.0	69.0	73.0	22.0	22.0	30.0	141.0	81.0
41	2	107.0	101.0	69.0	71.0	23.0	23.0	29.0	139.0	92.0
42	2	113.0	99.0	69.0	60.0	22.0	22.0	29.0	123.0	85.0
43	2	111.0	93.0	70.0	66.0	23.0	22.0	28.0	136.0	86.0
44	2	97.0	91.0	59.0	55.0	22.0	22.0	24.0	118.0	76.0
45	2	106.0	97.0	73.0	68.0	23.0	22.0	31.0	136.0	86.0
46	2	107.0	92.0	68.0	74.0	22.0	21.0	29.0	139.0	84.0
47	2	93.0	87.0	57.0	50.0	21.0	20.0	23.0	111.0	60.0
48	2	99.0	91.0	60.0	47.0	22.0	22.0	22.0	120.0	60.0
49	2	91.0	90.0	57.0	46.0	22.0	23.0	21.0	107.0	52.0
50	2	94.0	93.0	55.0	51.0	23.0	24.0	24.0	109.0	70.0

Análisis estadístico de las variables en alpacas

Descriptivas

	SEXO	N	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
LC	1	25	88.0	2.826	78.8	89.9
	2	25	84.3	1.259	85.6	90.5
ALCR	1	25	80.4	0.766	78.1	81.1
	2	25	79.6	1.291	77.9	82.9
PROFT	1	25	54.8	1.070	42.2	46.4
	2	25	44.3	1.294	52.2	57.3
PM	1	25	57.6	1.181	46.5	51.2
	2	25	48.8	1.293	55.1	60.2
LL	1	25	20.4	1.116	18.2	22.6
	2	25	18.8	0.471	17.9	19.8
AL	1	25	23.5	0.899	21.7	25.3
	2	25	20.6	0.542	19.5	21.7

Descriptivas

	SEXO	N	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
AT	1	25	25.1	0.499	22.7	24.6
	2	25	23.6	0.508	24.1	26.1
PT	1	25	109.9	1.634	88.6	95.0
	2	25	91.8	4.785	100.5	119.3
PESO	1	25	47.4	1.378	38.6	44.0
	2	25	41.3	1.843	43.8	51.0

Matriz de Correlaciones

	LC	ALCR	PROF T	PM	LL	AL	AT	P T	PESO
LC	—								
AL CR	0.478** *	—							
PR OF T	0.590** *	0.361*	—						
PM	0.577** *	0.368**	0.811***	—					
LL	0.704** *	0.400**	0.387**	0.368*	—				
AL	0.662** *	0.418**	0.198	0.199	0.803*	—			
AT	0.664** *	0.372**	0.653**	0.698*	0.463*	0.381*	—		
PT	0.213	0.049	0.520**	0.528*	0.213	0.006	0.299*	—	
PES O	0.602** *	0.632**	0.618**	0.547*	0.377*	0.4062*	0.610** *	0.153	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Medidas de Ajuste del Modelo

Modelo	R	R²	AIC	BIC	RMSE
1	0.829	0.688	318	337	4.77

Coefficientes del Modelo – PESO

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	-47.4678	12.8541	-3.693	< .001
LC	0.0364	0.1287	0.283	0.779
ALCR	0.5850	0.1701	3.439	0.001
PROFT	0.4924	0.1780	2.767	0.008
PM	-0.0218	0.1934	-0.113	0.911
LL	-0.7908	0.3317	-2.384	0.022
AL	0.9519	0.3642	2.614	0.012
AT	0.6801	0.4574	1.487	0.145
PT	-0.0340	0.0478	-0.712	0.481

Análisis estadístico de las variables en llamas

Descriptivas

	SEXO	N	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
LC	1	25	100.4	1.643	94.6	101.0
	2	25	97.8	1.320	97.9	103.0
ALCR	1	25	95.2	1.084	93.1	97.3
	2	25	94.9	1.100	92.8	97.1
PROFT	1	25	62.5	1.036	60.4	64.4
	2	25	62.4	1.264	60.0	64.9
PM	1	25	60.8	1.005	58.8	62.8
	2	25	58.9	1.604	55.8	62.1
LL	1	25	22.2	0.425	21.1	22.8
	2	25	22.0	0.271	21.7	22.7

Descriptivas

	SEXO	N	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
					Inferior	Superior
AL	1	25	23.0	0.478	22.0	23.9
	2	25	22.5	0.531	21.4	23.5
AT	1	25	28.7	0.787	27.2	30.3
	2	25	27.1	0.622	25.8	28.3
PT	1	25	128.8	1.457	125.9	131.7
	2	25	125.8	2.214	121.5	130.1
PESO	1	25	74.0	2.402	69.3	78.7
	2	25	71.5	2.473	66.6	76.3

Matriz de Correlaciones

	LC	ALCR	PROFT	PM	LL	AL	AT	PT	PESO
LC	—								
ALCR	0.37 ^{**} ₅	—							
PROFT	0.56 ^{**} ₁	0.30 [*] ₈	—						
PM	0.30 [*] ₇	0.00 ₀	0.58 ^{**} ₂	—					
LL	0.13 ₁	0.31 [*] ₀	0.13 ₅	0.06 ₆	—				
AL	0.16 ₅	0.50 ^{**} ₈	0.02 ₂	0.15 ₅	0.51 ^{**} ₀	—			
AT	0.00 ₁	0.25 ₁	0.26 ₇	0.44 ^{**} ₇	0.25 ₂	0.47 ^{**} ₂	—		
PT	0.38 ^{**} ₂	0.30 [*] ₄	0.70 ^{**} ₅	0.57 ^{**} ₅	0.14 ₇	0.21 ₉	0.48 ^{**} ₂	—	
PESO	0.67 ^{**} ₈	0.64 ^{**} ₉	0.58 ^{**} ₁	0.34 [*] ₀	0.23 ₁	0.35 [*] ₈	0.32 [*] ₅	0.59 ^{**} ₃	—

Nota. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Medidas de Ajuste del Modelo

Modelo	R	R²	AIC	BIC	RMSE
1	0.855	0.731	345	364	6.23

Coefficientes del Modelo – PESO

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	-130.6022	22.265	-5.8658	< .001
LC	0.6957	0.182	3.8315	< .001
ALCR	0.8694	0.234	3.7122	< .001
PROFT	0.0261	0.307	0.0849	0.933
PM	0.0151	0.235	0.0641	0.949
LL	-0.0285	0.664	-0.0429	0.966
AL	-0.0491	0.662	-0.0741	0.941
AT	0.3558	0.428	0.8319	0.410
PT	0.3221	0.171	1.8784	0.067

Originalidad



UNH

Vicerrectorado de Investigación

Dirección de Innovación y Transferencia tecnológica

Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Por medio del presente y de acuerdo al siguiente detalle:

- Trabajo de investigación, titulado:
“CORRELACIONES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS biométricas Y PREDICCIÓN DEL PESO CORPORAL EN ALPACAS Y LLAMAS”
- Presentado por los autores:
MORAN CHAVEZ, Fredy Nozar.
ORE ROJAS, Francisco Augusto.
- Docente asesor:
Dr. PAUCAR CHANCA, Rufino.
- Para obtener:
El Título Profesional de: **INGENIERO ZOOTECNISTA.**

La Unidad de Promoción, Difusión y Repositorio, **certifica que es un trabajo de investigación original** y que no ha sido presentado ni publicado en revistas científicas nacionales e internacionales, ni en sitio o portal electrónico.

Por tanto, en cumplimiento del Art.4° del Reglamento del Software Anti plagio de la Universidad Nacional de Huancavelica, se dictamina que el trabajo de investigación fue analizado por el software anti plagio TURNITIN (realizado por el docente Asesor), se expide el presente.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
81.0 %	19.0 %

El Certificado se expide el 06 de febrero del año 2023.



DR. ESPINOZA QUISPE CARLOS ENRIQUE
JEFE DE LA UNIDAD DE PROMOCIÓN, DIFUSIÓN Y REPOSITORIO

N° 039-2023

Evidencias fotográficas

Fotografía 1.







