

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TESIS

RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS CON LOS PESOS VIVOS Y DE CARCASA DE BOVINOS CRIOLLOS BENEFICIADOS EN EL CAMAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. ALFREDO BERRIO ANCALLA

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROPECUARIO

ASESOR:

PhD. GONZALO WLADIMIR GONZALES APARICIO

CO-ASESOR:

PhD. MANUEL JOSÉ MORE MONTOYA

CUSCO - PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: "Relación entre las características biométricas con los pesos vivos y de carcasa de bovinos criollos beneficiados en el corral de San Jerónimo - Cusco"

Presentado por: Alfredo Berrio Ancalla DNI N° 71916220

presentado por: DNI N°:

Para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agropecuario

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 1%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 09 de Agosto de 2025


Firma

Post firma Ing. PhD. Gonzalo Vladimir Gonzales Aparicio

Nro. de DNI 41285829

ORCID del Asesor 0000-0002-4682-6591

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:480241779

Alfredo Berrio

TESIS ALFREDO BERRIO ANCALLA EPIA 2025.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:480241779

Fecha de entrega

9 ago 2025, 11:54 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 ago 2025, 12:22 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS ALFREDO BERRIO ANCALLA EPIA 2025.pdf

Tamaño de archivo

5.0 MB

125 Páginas

29.223 Palabras

145.684 Caracteres

1% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 1%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios.

A mis padres.

A mi hermano Raúl Fernando y mi tío Edwin.

AGRADECIMIENTO

Tras concluir esta etapa de mi vida quiero extender mi profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este anhelo, a aquellos que junto a mi caminaron y siempre fueron mi inspiración, apoyo y fortaleza.

Mi gratitud de manera distinguida al PhD. Gonzalo W. Gonzales Aparicio y PhD. Manuel José More Montoya por desarrollar este trabajo de investigación bajo su dirección. Su apoyo, confianza y disponibilidad para guiar y orientar este trabajo han sido un acto invaluable, muy agradecido por contribuir en mi formación.

Mi especial agradecimiento a mis padres y mi querida familia Berrio Ancalla por su apoyo y cariño brindado en cada paso de mi vida, sin menospreciar a mis amigos de facultad en especial a Erik y Fernando por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Agradecer al PhD. Juan E. Moscozo Muñoz responsable del laboratorio de nutrición animal de la facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por su apoyo y contribución para el realce de esta investigación, que gracias a ello ha sido factible la concretización de este trabajo de investigación. Por ello, es preciso expresar mis sinceros agradecimientos hacia su persona.

Agradecer al PRONABEC (Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo); alma máter UNSAAC y a la municipalidad distrital de San Jerónimo - Cusco por contribuir en mi formación como profesional. Por ende, aprovecho este espacio para expresar mis agradecimientos especiales.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO.....	3
1.1. Identificación del Problema.....	3
1.2. Formulación de Preguntas de Investigación.....	4
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2.1. Objetivos.....	5
2.1.1. <i>Objetivo General</i>	5
2.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
2.2. Justificación.....	5
III. HIPÓTESIS.....	7
IV. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
4.1.1. <i>Caracterización de Bovinos Criollos a Nivel Internacional</i>	8
4.1.2. <i>Caracterización de bovinos criollos en el Perú</i>	10
4.2. Bases Teóricas.....	13
4.2.1. <i>Importancia del Vacuno Criollo Peruano</i>	13
4.2.2. <i>Importancia de la Conservación de los Recursos Genéticos</i>	14
4.2.3. <i>Condición Corporal y Estructura Corporal en Bovinos</i>	14
4.2.4. <i>Características Principales del Bovino Criollo</i>	16
4.2.5. <i>Zoometría</i>	18
4.2.6. <i>Bovinometría</i>	20
4.2.7. <i>Caracterización Morfométrica</i>	22
4.2.8. <i>Índices Zoométricos</i>	23
4.2.9. <i>Canal o Carcasa</i>	25
4.2.10. <i>Estimación de Pesos</i>	25

4.2.11. <i>Correlación, Regresión y Modelos de Regresión</i>	27
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
5.1. Ubicación Espacial y Temporal.....	31
5.1.1. <i>Ámbito de Investigación</i>	31
5.1.2. <i>Ubicación Política</i>	31
5.1.3. <i>Ubicación Geográfica</i>	31
5.2. Metodología de la Investigación.....	32
5.2.1. <i>Nivel y Tipo de Investigación</i>	32
5.2.2. <i>Colecta de Información</i>	32
5.2.3. <i>Materiales y Equipos</i>	33
5.2.4. <i>Variables Evaluadas</i>	34
5.2.5. <i>Métodos Para la Colecta de Datos</i>	35
5.2.6. <i>Métodos Empleados en Análisis de Datos</i>	38
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	40
6.1. Comparación de Medidas Biométricas e Índices Zoométricos.....	40
6.1.1. <i>Comparación de Medidas Biométricas</i>	40
a. <i>Región Anatómica de la Cabeza</i>	40
b. <i>Región Anatómica del Tórax</i>	41
c. <i>Región Anatómica: Dorso y Lomo</i>	43
d. <i>Región Anatómica de la Grupa</i>	44
e. <i>Región anatómica de las extremidades</i>	46
6.1.2. <i>Comparación de Índices Zoométricos</i>	49
a. <i>Índices Zoométricos de Interés Etnológico</i>	49
b. <i>Índices Zoométricos de Interés Productivo</i>	49
6.2. Correlaciones Múltiples de Medidas Biométricas e Índices Zootécnicos de Bovinos Criollos.....	57

6.2.1.	<i>Correlación Entre Medidas Biométricas</i>	57
6.2.2.	<i>Correlación Entre los Pesos e Índices Zoométricos</i>	64
6.3.	Ecuaciones de Predicción de Peso en Bovinos Criollos.....	67
VII.	CONCLUSIONES.....	70
VIII.	RECOMENDACIONES.....	71
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	72
X.	ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características físicas en base a la condición corporal (CC).....	15
Tabla 2 Frame score de la Beef Improvement Federation para ganado vacuno.....	16
Tabla 3 Principales características del bovino criollo.....	17
Tabla 4 Índices productivos de bovino criollo bajo condiciones adversas.....	18
Tabla 5 Agrupación según variación del peso corporal de bovinos adultos.....	26
Tabla 6 Ecuaciones para estimar el peso corporal y carcasa caliente de ganado bovino criollo	30
Tabla 7 Distribución de bovinos criollos evaluados según edad dentaria y sexo.....	40
Tabla 8 Promedios de la región anatómica de la cabeza (cm) según sexo y edad dentaria.....	41
Tabla 9 Promedios de la región anatómica del tórax (cm) según sexo y edad dentaria.....	42
Tabla 10 Promedios de la región anatómica del tórax (cm) según sexo y edad dentaria.....	43
Tabla 11 Promedios de la región anatómica del dorso y lomo (cm) según sexo y edad dentaria	44
Tabla 12 Promedios de la región anatómica de la grupa (cm) según sexo y edad dentaria.....	45
Tabla 13 Promedios de la región anatómica de la grupa (cm) según sexo y edad dentaria.....	46
Tabla 14 Promedios de la región anatómica de extremidades (cm) según sexo y edad dentaria	47
Tabla 15 Promedio de los índices etnológicos según sexo y edad dentaria de bovinos criollos	50
Tabla 16 Promedio de los índices productivos según sexo y edad dentaria de bovinos criollos	51
Tabla 17 Clasificación de bovinos criollos evaluados según índices zoométricos.....	55
Tabla 18 Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos en general	58
Tabla 19 Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos hembras	60
Tabla 20 Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos machos.....	61

Tabla 21 Matriz de diferencia de correlaciones biométricas entre bovinos criollos machos y hembras.....	62
Tabla 22 Matriz de correlación entre pesos e índices zoométricos de bovinos criollos en general	65
Tabla 23 Matrices de correlación entre pesos e índices zoométricos de bovinos criollos machos y hembras.....	66
Tabla 24 Ecuaciones para estimar el peso vivo de bovinos criollos usando sus medidas biométricas.....	68
Tabla 25 Ecuaciones para estimar el peso carcasa caliente de bovinos criollos usando sus medidas biométricas.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del camal municipal de San Jerónimo - Cusco	31
Figura 2 Ilustración de la toma de algunas medidas biométricas evaluadas en bovinos	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de información biométrica.....	79
Anexo 2. Línea de comandos para el análisis de un dato con lenguaje de programación R.....	80
Anexo 3. Gráfico de correlación con histogramas de medidas biométricas de bovinos criollos en general.....	88
Anexo 4. Gráfico de correlación con histogramas de medidas biométricas de bovinos criollos hembras.....	89
Anexo 5. Gráfico de correlación con histogramas de medidas biométricas de bovinos criollos machos.....	90
Anexo 6. Gráfico de correlación con histogramas de índices zoométricos de bovinos criollos en general.....	91
Anexo 7. Gráfico de correlación con histogramas de índices zoométricos de bovinos criollos machos.....	92
Anexo 8. Gráfico de correlación con histogramas de índices zoométricos de bovinos criollos hembras.....	93
Anexo 9. Cuadro comparativo de caracterización zoométrica por sexo de bovinos criollos en Perú.....	94
Anexo 10. Cuadro comparativo de promedios de caracterización zoométrica de bovinos criollos en Perú.....	95
Anexo 11. Cuadro resumen de caracterización zoométrica de bovinos criollos a nivel internacional.....	96
Anexo 12. Cuadro resumen de estudios con índices zoométricos de bovinos criollos a nivel nacional.....	97
Anexo 13. Bovinos criollos machos beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco.....	98

Anexo 14. Bovinos criollos hembras beneficiadas en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco.....	99
Anexo 15. Materiales y evidencias en el Camal de San Jerónimo - Cusco.....	100
Anexo 16. Peso vivo y peso de carcasa de bovinos criollos evaluados.....	101
Anexo 17. Ilustración de la dentición de bovinos criollos beneficiados - Cusco.....	102
Anexo 18. Medidas biométricas de bovinos criollos por regiones anatómicas.....	103
Anexo 19. Cuadro de estructura corporal (Frame Score) para machos enteros en cm.....	108
Anexo 20. Cuadro de estructura corporal (Frame Score) para hembras en cm.....	109
Anexo 21. Alzada de grupa (cm) y puntaje de (Frame Score) para toros maduros.....	110
Anexo 22. Resolución de anteproyecto de tesis y constancia de recopilación de datos.....	111

RESUMEN

Esta investigación, cuyo objetivo es relacionar las características biométricas con los pesos vivos y de carcasa en bovinos criollos beneficiados en el camal de San Jerónimo - Cusco. Con una muestra de 320 bovinos (181 machos y 139 hembras), se evaluaron diecisiete medidas biométricas, condición corporal y dentición, agrupados en categorías dentarias dos dientes (2D), cuatro dientes (4D), seis dientes (6D) y boca llena (BLL) en ambos sexos. Además, se recabo datos de sus respectivos pesos vivos y pesos de carcasa caliente. Se efectuaron análisis de varianzas de las medidas biométricas e índices zoométricos, además del análisis correlacional de estas, como el planteamiento de ecuaciones de regresión lineal múltiple para estimar el peso vivo y de carcasa caliente. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre medidas biométricas en ambos sexos, como el incremento según dentición. Los índices zoométricos lo predisponen al tipo lactopoyético y armónicos según peso y estructura corporal (elipométricos y brevilineos) con una ligera orientación cárnica en machos. De las correlaciones, en general las medidas biométricas tienen una relación positiva y directa que oscila entre 0.59 - 0.94 con respecto al peso vivo y 0.42 - 0.91 para el peso de carcasa caliente, siendo el perímetro de tórax oblicuo el carácter que tiene mayor correlación con el peso vivo y de carcasa ($r = 0.94$; $r = 0.91$) respectivamente. En tal sentido, la ecuación de estimación del peso vivo incluye al perímetro de tórax oblicuo, longitud de cuerpo, alzada a la grupa y la condición corporal, con un $r^2 = 0.931$.

Palabras clave: medidas biométricas, índices zoométricos, bovino criollo, correlación.

SUMMARY

This research aimed to relate biometric characteristics with live and carcass weights in Creole cattle slaughtered at the San Jerónimo slaughterhouse in Cusco. With a sample of 320 cattle (181 males and 139 females), seventeen biometric measurements, body condition, and dentition were evaluated, grouped into dental categories: two teeth (2D), four teeth (4D), six teeth (6D), and full mouth (BLL) in both sexes. In addition, data were collected on their respective live weights and hot carcass weights. Analyses of variance were performed on the biometric measurements and zoometric indices, in addition to correlational analyses of these, such as the formulation of multiple linear regression equations to estimate live and hot carcass weights. The results showed significant differences ($p < 0.05$) between biometric measurements in both sexes, such as the increase according to dentition. Zoometric indices predispose the animal to the lactopoietic type, and harmonic indices based on body weight and structure (ellipometric and short-legged), with a slight carnal orientation in males. Regarding the correlations, biometric measurements generally have a positive and direct relationship ranging from 0.59 to 0.94 with respect to live weight and 0.42 to 0.91 for hot carcass weight, with the oblique thorax circumference being the trait with the greatest correlation with live and carcass weight ($r = 0.94$; $r = 0.91$), respectively. The live weight estimation equation includes the oblique thorax circumference, body length, rump height, and body condition, with an $r^2 = 0.931$.

Keywords: biometric measurements, zoometric indices, creole cattle, correlation.

INTRODUCCIÓN

El término “criollo” se ha utilizado desde inicios de la época colonial en América Latina para denominar a personas y bovinos nacidos en la tierra recién descubierta, de padres importados y se cree que es de origen francés (de Alba, 1987). “La descripción animal, a partir del conocimiento de medidas e índices corporales y de caracteres morfo-funcionales del individuo, es útil para identificar grupos genéticos” (de Gea *et al.*, 2008). Las medidas corporales tienen un uso relevante para los productores dentro de sus fincas y rebaños. Por ejemplo, la alzada a la cruz es un indicador del peso y funcionalidad del ganado bovino; la altura y longitud de la grupa contribuye a la evaluación del ganado de forma individual o en grupos dentro del hato (Alderson , 1999). Una forma de recuperar los recursos genéticos criollos es a través de la selección artificial basada en características morfológicas y funcionales permitiendo su valoración étnica estableciendo programas de conservación y revalorización de su actitud productiva (Fernández, 2000).

La FAO (2007) menciona el compromiso de la implementación del plan de acción mundial para los recursos zoo genéticos porque son conscientes que son fundamentales para la seguridad alimentaria en las poblaciones rurales del mundo. Además, los recursos ganaderos continúan conformando un factor cultural, social y estructural de las comunidades, la buena comprensión de una raza permite a los ganaderos desarrollar la crianza bajo condiciones específicas de producción.

La introducción de las razas especializadas dio mejoras en el incremento de la producción contribuyendo la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, pero a corto plazo no se tiene una evaluación de las consecuencias o efectos colaterales de dicha introducción. El uso de razas exóticas se justifica bajo condiciones de manejo adecuadas con muchos insumos externos como en las áreas urbanas donde los insumos y servicios sostienen la demanda, pero en contextos rurales se enfrenta la escasez de alimentos adicionales y pastizales, por ello, la ausencia de un

análisis de los recursos genéticos de razas locales se podría incurrir en la extinción del germoplasma local.

La zoometría es utilizada para la descripción de razas y marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas; además, permite otros enfoques como la determinación del dimorfismo sexual (Hevia y Quiles, 1993). Así mismo contribuye a la comparación morfométrica entre razas (Parés, 2006). Y para cuantificar la variación ecológica e identificar y explicar procesos adaptativos de especies y poblaciones (Narvaez *et al.*, 2005).

En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características biométricas de bovinos criollos beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco y relacionarlos con sus pesos vivos y de carcasa; lo cual permitirá dar información sobre las características del vacuno criollo de la región del Cusco y también generar ecuaciones para calcular el peso vivo y de carcasa en función de sus mediciones corporales.

I. PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Identificación del Problema

Díaz-Rivera *et al.*, (2013) mencionan que la difusión de razas convencionales ha implicado la erosión genética de bovinos criollos de Latinoamérica. En países del norte, centro y Sudamérica (Argentina, Brasil, Colombia, México, EE. UU., Venezuela) se reportan que los vacunos criollos son de poca utilización, con una población que va descendiendo, además se cuentan con trabajos descriptivos, evaluaciones de cruces y registros genealógicos. En cuanto a países como Ecuador, Perú, Salvador, Guatemala, etc. cuentan con la población censada, pero con una información deficiente para el uso de bovinos criollos en programas productivos. En Europa la conservación de recursos genéticos es de orden prioritaria.

Por tanto, para aprovechar este recurso zoogenético, se requieren efectuar estudios como los de caracterización fenotípica en este grupo poblacional. En carencia de estos análisis de bovinos criollos de la región del Cusco podrían ser ignoradas y darse prioridad a la introducción de material genético exótico o cruzamiento indiscriminado, lo que resultaría en la extinción del germoplasma local, considerando que las razas criollas cuentan con diferentes ventajas como la resistencia a parásitos, la rusticidad, alta fertilidad y su crianza en zonas alto andinas agrestes, pudiendo emplearse en el establecimiento de sistemas de cruzamientos sin que ello implique la pérdida de la población base criolla por efectos de la absorción genética de razas exóticas.

Existe una necesidad de instrumentos prácticos que determinen el peso vivo para la aplicación de medicamentos, formulación de piensos, compra y venta de ganado criollo como también parámetros productivos como el peso de carcasa caliente, a continuación, las preguntan de investigación.

1.2. Formulación de Preguntas de Investigación

1.2.1. *Pregunta General*

¿Cuál es la relación entre las características biométricas con los pesos vivos y de carcasa en bovinos criollos beneficiados en el camal de San Jerónimo - Cusco?

1.2.2. *Preguntas Específicas*

- a) ¿Cómo varían las características biométricas e índices zoométricos en función de la edad y el sexo en los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco?
- b) ¿Cuáles son las relaciones entre las características biométricas e índices zoométricos de los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco?
- c) ¿Será posible estimar con precisión el peso vivo y de carcasa en bovinos criollos empleando ecuaciones que incorporen sus medidas biométricas?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Relacionar las características biométricas con los pesos vivos y de carcasa en bovinos criollos beneficiados en el camal de San Jerónimo - Cusco.

2.1.2. Objetivos específicos

- a) Comparar las características biométricas e índices zoométricos en función de la edad y el sexo en los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco.
- b) Determinar las relaciones entre las características biométricas e índices zoométricos de los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco.
- c) Estimar con precisión el peso vivo y de carcasa en bovinos criollos empleando ecuaciones que incorporen sus medidas biométricas.

2.2. Justificación

El ganado vacuno criollo del Perú, según el último Censo Nacional Agropecuario de 2012, constituye el 63,9% del total de la población nacional, de ésta el 73.2% del total nacional se encuentra en la sierra peruana, conformando la amplia base genética de nuestra ganadería (INEI, 2013).

El ganado vacuno está siendo criado mayormente por comuneros y propietarios particulares; desarrollándose en forma empírica y sin ninguna planificación en el manejo. Por otro lado, de acuerdo con Caballero y Flores (2006) la región de la sierra peruana alberga el 78.8% de la población de bovinos del Perú. En las poblaciones bovinas criollas es importante conocer el tamaño poblacional, así como determinar su caracterización genética y fenotípica para establecer estrategias apropiadas de conservación y aprovechamiento (Dzib *et al.*, 2011).

Rivas *et al.*, (2007) mencionan que los bovinos criollos peruanos desde hace 500 años vienen experimentando un proceso de adaptación a las condiciones medioambientales de la

sierra peruana, donde su producción se desarrolla en los valles interandinos y la puna andina, en el que las razas mejoradas no pueden desarrollarse. Su crianza no solo se da como un ganado productor de (carne, leche, trabajo) sino como un mecanismo de ahorro. No obstante, en la actualidad no se cuentan con razas de bovinos criollos que estén caracterizadas por aspecto físicos y productivos.

La política nacional de desarrollo ganadero propone el incremento de la productividad importando reproductores con una alta tasa productiva, así mismo, persiste la idea equivocada que mejoramiento genético del bovino criollo debe ser realizado mediante la implementación de cruces con otras razas y no a través de la selección.

La caracterización del bovino criollo debería ser una prioridad, así como su conservación para evitar su extinción, basándose de las características de adaptación tales como la rusticidad y habilidad combinatoria al cruzarse con otras razas, orientado al desarrollo de programas de mejoramiento para incrementar la productividad y eficiencia bajo condiciones de manejo en las regiones donde se desarrolla su crianza.

Existe la necesidad de caracterizar el biotipo del ganado bovino regional mediante las mediciones de las regiones corporales, índices etnológicos e índices productivos, puesto que el ganado criollo está constituido por poblaciones muy heterogéneas, con peculiares adaptaciones que son poco estudiadas. Este tipo de información contribuirá al rescate y conservación del ganado vacuno criollo, mediante el estudio morfológico y correlacional, que permitirá la caracterización e identificación de los recursos genéticos de la región del Cusco.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Existe una relación clara entre las características biométricas con los pesos vivos y de carcasa en bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco, que puede ser utilizada para predecir el peso del bovino en función de un conjunto de medidas biométricas.

3.2. Hipótesis específicas

- a) Las características biométricas e índices zoométricos varían en función de la edad y el sexo en los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco
- b) Existen relaciones directas e inversas entre las características biométricas e índices zoométricos de los bovinos criollos beneficiados en el camal San Jerónimo - Cusco
- c) Es posible estimar con precisión el peso vivo y de carcasa en bovinos criollos empleando ecuaciones que incorporen sus medidas biométricas

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Caracterización de bovinos criollos a nivel Internacional

Investigaciones a nivel internacional sobre la caracterización bovina, se encontró a:

Cabezas *et al.*, (2019) quienes desarrollaron un estudio de investigación en la provincia de Santa Elena localizada en el centro-sur de la región litoral de Ecuador a una altitud de 62 m.s.n.m., con temperaturas oscilantes entre 17 y 40°C lo que constituye un clima de tipo bosque tropical seco. Con el objetivo de realizar un análisis biométrico como base para su caracterización racial del bovino criollo evaluando una muestra constituida de 217 bovinos adultos (198 hembras y 19 machos). Donde obtuvieron estadísticos descriptivos de 14 variables, Asimismo, el análisis de varianza en función al sexo, se estimaron los coeficientes de correlación de Pearson, seguido del análisis multivariado del grado de diferenciación entre sub grupos poblacionales mediante análisis de discriminante canónico entre las 14 variables y el peso vivo sobre 1,388 muestras de hembras adultas (Lojano: 198; Manabí: 794; Santa Elena: 198 y Tsachilas: 198). Concluyendo que dicha población presenta tendencias eumétricas y un formato corporal intermedio respecto al resto de razas criollas, dolicocefalo, proporciones corporales sublongilíneas y esqueleto fino que conlleva a una predisposición lechera. Así como una homogeneidad moderada y armonía, y un moderado a elevado dimorfismo sexual. Al final el análisis de discriminante se encuadra dentro de bovino criollos de doble propósito.

Aracena y Mujica (2011) hicieron un estudio de investigación en la ciudad de Mañihuales en la región de Aysén con el objetivo general de caracterizar fenotípicamente al bovino criollo patagónico y como específico comparar al bovino criollo chileno con el bovino criollo argentino. De 43 bovinos que poseen más del 50% de criollo, presentando cruza con razas Hereford y Aberdeen Angus; como resultado la alzada a la cruz fue de 127 y 152 cm, el largo de cuerpo entre 182 - 220 cm, largo de cabeza 47.6 - 53.3 cm y ancho de cabeza de 25 y 25.5 cm en hembras y machos respectivamente e indican la existencia de dimorfismo sexual, presentan

buena fertilidad, facilidad de parto, longevidad y rusticidad. Al compararlos con el bovino criollo argentino se observaron similitudes en aspectos productivos y reproductivos.

Espinoza *et al.*, (2009) efectuaron una investigación con la finalidad de llevar la caracterización morfométrica y faneróptica del ganado bovino criollo Chinampo de México, con una muestra de 1,150 hembras y 300 machos, clasificados en función a su edad de uno a más de seis años en hembras y de uno a más de cuatro años en machos, dando como resultado el peso corporal de 115 ± 12 a 255 ± 9 kg en hembras y en machos de 130 ± 8 a 345 ± 15 kg; la longitud escápulo-isquial en hembras varió de 95 ± 6 a 139 ± 6 cm, mientras que en el caso de machos fue de 98 ± 5 a 128 ± 10 cm; la longitud de la grupa varió de 29 ± 5 a 45 ± 5 cm en hembras; la alzada a la cruz en hembras varió de 101 ± 5 a 117 ± 5 cm en hembras, mientras que en machos, fluctuó entre 100 ± 4 hasta 120 ± 7 cm y el perímetro torácico en hembras 120 ± 7 a 153 ± 7 cm en caso de machos fue de 122 ± 6 a 151 ± 10 . Conclusión, que las variables zoométricas están dentro de los rangos reportados del bovino criollo en México.

Martínez *et al.*, (2007) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar diferencias zoométricas por sexo de los bovinos criollos adultas del mismo tronco racial entre las regiones del Noreste Argentino (NOA) y la Patagonia argentina (PAT), con una muestra de 259 semovientes NOA hembras (NH = 80), NOA machos (NM = 33); PAT hembras (PH = 115) y PAT machos (PM = 31). Se efectuaron nueve variables zoométricas que fueron ajustados por edad y según sexo mediante una regresión lineal y finalmente agrupados en conglomerados homogéneos. Los valores de las variables ajustados son: ancho de cabeza 26.2 ± 3.53 cm; largo de cabeza 52.57 ± 3.24 cm; perímetro torácico 178.56 ± 14.5 cm; largo total 163.91 ± 11.8 cm; alzada a la cruz 124.4 ± 5.31 cm; alzada a la grupa 126.27 ± 4.69 cm; ancho anterior de la grupa 53.58 ± 4.38 cm; largo de grupa 54.09 ± 3.62 cm; ancho posterior de la grupa 17.32 ± 2.11 cm. Encontrando diferencias significativas ($p < 0.01$) en todas las variables, donde la población PH fue más homogénea y PM presentó mayor variabilidad. Concluyendo que las cuatro poblaciones

presentaron diversos grados de homogeneidad y existen rasgos característicos con excepción de machos patagónicos por su alta variabilidad morfológica.

Rodríguez *et al.*, (2001) realizaron una investigación en la reserva del parque San Miguel pertenecientes al departamento de Rocha en Uruguay con el objetivo de realizar un estudio biométrico de los bovinos criollo de Uruguay, con una muestra de 101 bovinos adultos (98 vacas, 3 toros) y en base a ello se analizaron ocho parámetros y determinaron los respectivos índices zoométricos. Recabando información de parámetros como altura a la cruz 119.17 ± 6.69 cm; ancho de tórax 31.1 ± 4.07 cm, profundidad de tórax 59.19 ± 4.13 cm; perímetro torácico 156.35 ± 10.54 cm; longitud corporal 137.93 ± 11.57 cm; anchura de grupa 41.44 ± 3.72 cm; longitud de grupa 31.84 ± 2.93 cm y perímetro de caña 16.5 ± 1.04 cm. Existiendo diferencias significativas para las características evaluadas a excepción del ancho de tórax, longitud de grupa y perímetro de caña (los valores de dos dientes resultaron inferiores a boca llena). Referente a los índices zoométricos, el índice corporal-lateral tuvo un valor de 86.40; índice torácico fue de 52.88; índice corporal de 88.20; índice de anamorfosis de 2.04; índice pelviano de 130.15 y índice dáctilo-torácico fue de 10.50. Como conclusión mencionan que no fue posible definir estrictamente a estos bovinos de tipo lechero o cárnico, así mismo que se esclarecería con estudios de las características productivas y reproductivas.

4.1.2. Caracterización de bovinos criollos en el Perú

Contreras *et al.*, (2020) realizaron un estudio con 90 bovinos criollos de ambos sexos y diversas edades dentarias procedentes de la comunidad de Conayca en Huancavelica, Perú, con el propósito de definir ecuaciones de predicción del peso vivo mediante modelos lineales incluyendo el efecto del sexo y edad dentaria. Utilizando así las medidas biométricas más correlacionadas; concluyendo que el peso vivo se podía predecir satisfactoriamente a partir del perímetro torácico ($r = 0.91$), además, la variación de la edad dentaria es la que influye directamente sobre dicha medida. Contreras *et al.*, (2021) también publicaron un trabajo con el objetivo de determinar correlaciones fenotípicas entre el peso corporal con las medidas

biométricas de 96 bovinos criollos en la comunidad de Chuñuranra en Huancavelica. Las cuales fueron ajustadas en una ecuación de regresión lineal múltiple, para predecir el peso corporal (PC). Resultando las correlaciones altas y significativas ($p < 0.01$) entre PC - altura a la grupa (0.57), PC - perímetro torácico (0.58), PC - largo de cuerpo (0.60), PC - alzada a la cruz (0.56) y PC - perímetro abdominal (0.58). Concluyendo que se puede predecir el peso corporal en bovinos criollos mediante la ecuación $PC = -321.043 + 1.82 PA + 0.78928 LAC$, donde PA = perímetro abdominal y LAC = largo de cuerpo. Además de mencionar que el perímetro de tórax, largo de cuerpo y alzada a la cruz como buenos indicadores del peso.

Delgado *et al.*, (2019) efectuaron un trabajo de investigación en Ancash con el objetivo de evaluar las características fenotípicas del ganado criollos del Parque Nacional Huascarán Ancash - Perú, evaluando 32 bovinos criollos hembras adultas mediante la determinación de mediciones zoométricas e índices de interés etnológico y productivos (índices asociados a la capacidad cárnica), los resultados reflejaron una uniformidad morfológica en la muestra evaluada, donde el pelaje tiene una tendencia hacia colores simples (46.9%) con predominio del negro. Así mismo, el valor del índice de proporcionalidad (IPR) es cercano a las razas españolas (Retinta y Berrenda en negro) con las cuales compartiría un tronco en común. En referencia a la aptitud cárnica mencionan que difiere en comparación a la raza Hereford. También indicaron que el bovino criollo de la quebrada de Llanganuco presentaba índices similares a los del bovino criollo de Ayacucho Perú, clasificándolo como un animal brevilineo.

More (2016) evaluó las características fanerópticas y morfométricas del ganado vacuno criollo en las regiones de Ayacucho, Puno y Cajamarca, analizando a 421 bovinos criollos (194 machos y 227 hembras) de cuatro a más dientes permanentes. Abarcando las características fanerópticas (tabulación de frecuencias y comparación de proporciones), medidas e índices biométricos. De acuerdo con los índices biométricos, el bovino criollo ayacuchano no corresponde a una orientación lechera o cárnica, teniendo un índice dáctilo torácico de 10.42 ± 0.08 y un índice corporal lateral de 89.13 ± 1.02 . Por otro lado, la fineza del esqueleto de los

bovinos criollos puneños muestran una orientación lechera (9.89 ± 0.08) y finalmente que las características fanerópticas y morfométricas difieren según la región evaluada.

Dipas (2015) desarrolló una investigación con el objetivo de determinar los valores zoométricos e índices corporales del bovino criollo en el matadero de la provincia de Huamanga región Ayacucho, evaluando un total de 254 vacunos criollos (121 machos y 133 hembras) clasificándolos en categorías según edad cronológica dentaria. Tomó diversas medidas zootécnicas a partir de ello estimó los índices zoométricos, concluyendo en que las medidas de alzada a la cruz, alzada al dorso y alzada a la cruz diferían entre machos y hembras criollos, además las medidas zoométricas aumentan gradualmente según la edad. Con referencia a los índices zoométricos: el índice corporal, índice torácico, índice pelviano, índice dáctilo torácico, índice de profundidad relativa del tórax, índice de anamorfosis e índice cefálico, estos difirieron entre machos y hembras. Por último, el ganado criollo evaluado fue clasificado como mesolineo, braquitorácico, braquipélvico, dolicomorfo y dolicocefalo.

Gonzales (2008) realizó un trabajo de investigación de tipo descriptivo y correlacional en la ciudad del Cusco, tuvo como objetivo de determinar el tipo de relación existente entre las medidas morfométricas en bovinos criollos y su correspondiente peso de canal caliente, usando 176 bovinos (107 machos y 69 hembras) de los cuales obtuvo 12 medidas morfométricas, además de la dentición y la condición corporal, con la información obtenida y analizada reportó la existencia de dimorfismo sexual entre machos y hembras además los índices zoométricos índice corporal (82.01 - 83.87), pelviano (89.58 - 93.15), metacarpo-torácico (11.03 - 10.44), anamorfosis (2.26 - 2.07) permitieron clasificar a al bovino criollo de la región como ganado del tipo constitucional lactopoyético. En lo concerniente a las correlaciones entre medidas biométricas y el peso de carcasa caliente, determinó que la variable "perímetro torácico" poseía el coeficiente de correlación directa, alta y positivo (0.943 en machos y 0.806 en hembras). Finalmente propuso ecuaciones para estimar el peso de carcasa caliente en función a las medidas morfométricas con coeficientes de determinación bastante altos.

Rivas *et al.*, (2007) indicaron que el Instituto Nacional de Investigación y extensión Agraria (INIEA) realizó acciones en las regiones de Ancash, Ayacucho, Apurímac, Junín y Puno para la caracterización morfológica y molecular en los bovinos criollos empleando microsatélites, panel fotográfico con georreferenciación y desarrolló charlas participativas todo ello para estimar la variabilidad y establecer un patrón de caracterización del bovino criollo.

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Importancia del vacuno criollo peruano

En el Perú es de importancia la crianza del ganado vacuno, ya que es el pilar de la economía de los productores dedicados a esta actividad; la crianza es básicamente orientada a la producción de leche y carne; con una población de 5'223,551 cabezas que produce 161,764 TM de carne de vacuno. La raza criolla representa el 64%, la raza Brown Swiss equivale al 17.6%; la Holstein, al 10.3%; la Gyr/Cebu, 3.4% y otras 4.8% (INEI, 2012).

En el Perú se originaron de las razas *Bos taurus* introducidas por españoles en el siglo XVI tras el segundo viaje de Cristóbal Colón del año 1493 y ya pasaron más de 530 años.

Rouse (1977) indica que los españoles desembocaron en el Caribe con los primeros bovinos y en 1524 se reporta la existencia de los bovinos en todos los países de América del sur. Ingresaron por Santa Marta, Colombia, en primer término. Una subcorriente ingreso a Venezuela. Hacia el sur, Lima constituyó el foco de dispersión principal. De allí atravesaron Bolivia, Paraguay y Chile hasta Argentina y Uruguay. Otra corriente llego de Brasil y Rio de la Plata. No se sabe con certeza si provienen de la España Peninsular o Insular (Islas Canarias).

Quispe *et al.*, (2014) señalan que la sierra peruana está caracterizada por las cadenas montañosas de los andes a más de 3,800 m, donde las razas bovinas especializadas no se adaptan por la hipoxia (mal de altura), la estacionalidad, deficiente disponibilidad de pastos y de bajo valor nutricional. Sin embargo, el bovino criollo resalta su rusticidad, aunque no manifiesten sus verdaderas potencialidades productivas, expresando eso sí, aspectos como la facilidad de parto y capacidad materna.

4.2.2. Importancia de la conservación de los recursos genéticos

América contribuyó al mundo con el acceso de la gama de biodiversidad vegetal albergada en ella, en cuanto América obtuvo la biodiversidad animal. Mientras la revolución industrial alcanzaba su apogeo, surgía la intensificación de las actividades productivas, originando la industria alimentaria, raciones y piensos, con ello surgieron razas especializadas sin grandes procesos adaptativos y originando así la erosión genética. Incrementando conforme al crecimiento demográfico, surgiendo así el término “sostenibilidad” (Delgado, 2012).

Las especies con una distribución geográfica extensa presentan un amplio rango de hábitats y variedad de condiciones ambientales respecto a especies cuya distribución es limitada. La variación geográfica en una especie puede producir ecotipos o razas geográficas. Por otra parte, la variación en las condiciones ambientales suele dar a lugar a variación en los rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales en poblaciones expuestas a estas condiciones, poblaciones de una única especie que habita distintas regiones con frecuencia surgen diferencias significativas; cuanto mayor sea la distancia, más pronunciadas tienden a ser las diferencias (Smith y Smith, 2007).

Las condiciones ambientales de la sierra peruana son adversas debido a sus típicos fenómenos meteorológicos estacionales en el que un organismo vivo se mantiene en homeostasis en función a su hábitat, el cual es heredada (Villalba, 2015). Espinosa *et al.*, (2011) mencionan que la raza Holstein es más propenso al estrés calórico y el *Bos indicus* más termo tolerante a climas cálidos y las razas criollas de América Latina hacia las condiciones de cadenas montañosas.

4.2.3. Condición corporal y estructura corporal en bovinos

a. Condición Corporal (CC)

El concepto de condición corporal se refiere al estado corporal, es decir, al nivel de reservas corporales que dispone un animal para satisfacer sus requerimientos de mantenimiento y producción, la variabilidad en condición corporal es más fiable que en el peso vivo debido a que

esta última difiere según el llenado gastrointestinal o gestación, en invierno la condición corporal disminuye proporcionalmente con el peso vivo debido a la menor digestibilidad de los pastos que repercute en la condición corporal donde los extremos predisponen a problemas reproductivos y de salud (Bavera y Peñafort, 2005).

Tabla 1

Características físicas en base a la condición corporal (CC)

Área	CC 1	CC 2	CC 3	CC 4	CC 5
En general	Excesivamente flaca, descarnado, emaciado	Delgado, conformación ósea evidente, pero saludable	Condición media, estructura y cobertura balanceada	Ligeramente gordo, cobertura de estructura no visible	Muy gordo, estructura enterrada en grasa
Vértebrae lumbares	Muy prominentes	Puede parparse, pero no tan prominentes	No son visibles, pero son palpables	Bien cubiertas, palpados bajo fuerte presión	Apariencia redondeada por áreas grandes de tejido graso
Huesos de cadera	Muy prominentes	Prominentes pero algo cubiertos	Visibles, pero no prominentes y bien cubiertos	No visibles y bien cubiertos	No visibles muy bien cubiertos
Base de cola	Están muy hundidas, prominentes	Visibles, pero no prominentes	Ligeramente redondeada, tejido graso visible	Área redondeada por tejido graso, y se mueve al caminar	Polizones a ambos lados de la cola
Costillas	Prominentes	Ligeramente prominentes	Identificable, con capa de tejido graso palpable	Difícil de separar, con flancos de aspecto esponjoso	No palpables, flancos muy esponjosos

Nota. Adaptado de Lowman (1976); Van Niekerk y Louw (1980) en Bavera y Peñafort (2005). *

Cada grado equivale aprox. 50 - 70 kg, difiriendo según tamaño del animal.

Enrique (2002) da a conocer que el proceso de crecimiento de un bovino está dado por una curva de crecimiento que varía; manifiesta que el biotopo y las condiciones nutricionales influyen en mayor proporción al desarrollo muscular y deposición de grasa las cuales se desarrollan tardíamente.

Por su parte Pourrain (2004) aclara que “tamaño o estructura corporal” no es equivalente a “condición corporal”; dos bovinos con la misma estructura corporal o frame pueden diferir en la condición corporal y del mismo modo dos bovinos diferentes estructuralmente difieren, donde el ejemplar de mayor tamaño posea una condición corporal deficiente respecto a uno pequeño.

Pourrain (2004) señala que la condición corporal de un bovino es directamente proporcional a la calidad y cantidad de alimento suministrado conforme al requerimiento nutricional en un determinado tiempo y que a su vez está asociado con la estructura corporal o frame, independientemente de su condición corporal.

b. Estructura corporal

Según Pond y Pond (2006) a medida que un bovino se acerca al tamaño adulto, la tasa de crecimiento relativo disminuye hasta llegar a cesar en la madurez plena donde el peso corporal se mantiene, a menos que la ingesta de energía supere las necesidades de mantenimiento en cuyo caso aumenta la grasa corporal y tiende a subir de peso corporal. Los bovinos que alcanzan a la madurez con un peso relativamente bajo de tamaño medio (Angus o Hereford) alcanzan un contenido deseable de grasa corporal con respecto a aquellos de gran tamaño (Simmental o Chianina). Esto debido a que su contenido de grasa corporal es suficiente para producir canales de calidad con un peso corporal bajo, el ganado de estructura grande requiere alcanzar un peso mayor para lograr una concentración de grasa corporal equivalente a las de tamaño medio.

4.2.4. Características principales del bovino criollo

Según su conformación se trata de un bovino pequeño, tórax poco profundo, grupa corta y de poca amplitud que corresponden a un vacuno del tipo elipométrico (Rosemberg,

2000). Las características del bovino criollo en cuanto a la conformación se pueden describir según Rosemberg (2000) en la Tabla 3.

Tabla 3

Principales características del bovino criollo

Estructura	Descripción de la conformación
Cabeza:	Ligera y breve, larga, cuadrada, con cuernos grandes y pesados, perfil recto y orejas pequeñas.
Cuello:	La papada con buen desarrollo del cogote en machos y largo en hembras.
Tronco:	Aplanado y anguloso, tórax estrecho, con costillas planas, grupa corta y caída, con la punta de isquiones juntas; cola gruesa.
Extremidades y aplomos:	Limitado desarrollo muscular en sus radios superiores y finos los inferiores, pezuñas pequeñas y duras. Aplomos irregulares, espalda larga, abultada con buena inserción al tronco y cuello, con brazos, antebrazos, muslos y nalgas musculados, pero con piernas cortas.
Sistema mamario:	Poco desarrollada, con líneas de bovinos con mejor desarrollo de ubres. Cubiertas de pelos largos y finas.

Nota. Adaptado de Rosemberg (2000).

Por su parte Delgado (2018) menciona que el ganado criollo constituye la población base de la ganadería altoandina, que posee características de un bovino rustico, con buena adaptación y usado para tres fines: cárnico, lechero y trabajo. Bajo malas condiciones de crianza, déficit de pastos y sequías sus índices productivos son mencionadas en la siguiente tabla.

Tabla 4*Índices productivos de bovino criollo bajo condiciones adversas*

N°	Índices productivos	Intervalo	
1	Peso al nacimiento (kg)	20 - 25	
2	Peso a edad adulta (kg)	Toros	300 - 450
		Vacas	230 - 280
3	Alzada a la cruz (m)	Toros	1.30
		Vacas	1.20
4	Producción de leche por lactancia (l)	450 (con ternero en pie)	
5	Edad al primer parto (año)	+ de 3	
6	Intervalo entre partos (mes)	16 a 24	
7	Ganancia de peso (kg/día) (Bajo alimentación apropiada)	1.2 a 1.5	

Nota. Adaptado de Delgado (2018).

Rojas y Gómez (2005) concluyen que el bovino criollo peruano, es un bovino de tamaño pequeño, tórax poco profundo, grupa corta y oblicua, de poca amplitud con punta de isquiones cerrados el cual le atribuyen al tipo de ganado vacuno elipométrico, donde los adultos machos poseen el morrillo o cogote bien desarrollado. Por su parte Gonzales (2008) concluye que el bovino criollo de la región Cusco tiende a una predisposición a ser de tipo lactopoyetico por su estructura corporal, pero observó que los bovinos criollos machos poseen un mayor grosor de huesos (índice metacarpo torácico: 11.03; Hereford: 12.30) sin llegar a bovinos de tipo cárnico.

4.2.5. Zoometría

Es el estudio de las formas de los animales mediante mediciones corporales concretas que permite cuantificar la conformación corporal. Es un elemento de trabajo para definir una población, así como marcar tendencias productivas o deficiencias zootécnicas. Permite otros enfoques en el estudio de una raza como son la determinación del dimorfismo sexual y la comparación morfométrica entre razas (Sañudo, 2009).

Entre las medidas biométricas a tenerse en cuenta se encuentran las siguientes:

a. Alzadas.

Respecto a las medidas del esqueleto axial y del cinturón torácico y pélvico, las alzadas se obtienen en una dirección dorso-ventral (Von den Driesch, 1976).

- Alzada a la cruz
- Alzada al dorso
- Alzada al esternón
- Alzada dorso-esternal
- Alzada a la pelvis

b. Longitudes o Diámetros Longitudinales.

Las longitudes se obtienen en una dirección cráneo-caudal (Von den Driesch, 1976).

- Longitud corporal
- Longitud occipito-coccígea
- Longitud ilio-isquiática
- Longitud de la caña
- Longitud cefálica total
- Longitud craneal
- Longitud facial
- Longitud codo-cruz
- Longitud hasta la espalda
- Longitud de los cuernos
- Longitud de la espalda
- Longitud del brazo
- Longitud del antebrazo
- Longitud de la oreja
- Longitud del cuello

c. Anchuras o Diámetros Transversales.

Se obtienen en una dirección latero lateral del bovino (Von den Driesch, 1976).

- Anchura bicostal
- Anchura entre encuentros
- Anchura de la cabeza
- Anchura craneal
- Profundidad de la cabeza
- Anchura de los cuernos
- Anchura de la caña

d. Perímetros.

Dentro de los perímetros se encuentran (Von den Driesch, 1976).

- Perímetro recto torácico
- Perímetro de la caña anterior y posterior
- Perímetro del carpo
- Perímetro máximo del carpo
- Perímetro escrotal
- Perímetro abdominal
- Perímetro máximo abdominal
- Perímetro oblicuo torácico

4.2.6. Bovinometría

Es parte del estudio de la conformación exterior de los bovinos que tienen por objeto determinar las principales medidas corporales y sus relaciones mediante índices, esta es una herramienta importante en la evaluación del crecimiento y desarrollo corporal, entre y dentro de razas en sistemas de explotación semejantes, es de utilidad en la comparación con medidas en

una raza, dando una idea de la variación de estas, a través del tiempo, si han aumentado, disminuido o permanecen estables (Mahecha *et al.*, 2002).

Algunas investigaciones relacionadas con la bovinometría de bovino criollos son:

Las medidas zoométricas de vacunos criollos en el matadero Quicapata (media \pm D.S) en cm fueron: longitud cefálica total 42.9 ± 2.76 , ancho de cabeza 19.7 ± 1.43 , perímetro torácico recto 144.8 ± 11.23 , anchura bicostal 29.37 ± 3.66 , alzada dorso esternal 58.7 ± 4.17 , longitud corporal 126.9 ± 9.06 , alzada a la cruz 111.7 ± 6.36 , alzada a la grupa 112.8 ± 6.07 , longitud ilioisquiática 41.6 ± 3.34 , anchura inter-iliaca 37.7 ± 4.14 , perímetro caña anterior 16.03 ± 1.29 , perímetro caña posterior 17.7 ± 1.39 (Dipas, 2015).

Medidas biométricas en cm de vacunos criollos de Ayacucho fueron: Alzada a la cruz ($108.3 \pm 194 - 107.2 \pm 1.81$), perímetro torácico ($145.7 \pm 1.88 - 144.0 \pm 1.78$), longitud corporal ($119 \pm 2.7 - 117.3 \pm 2.6$), alzada a la grupa ($111.2 \pm 1.51 - 112.3 \pm 1.4$), longitud de grupa ($38.06 \pm 0.77 - 36.81 \pm 0.73$), ancho de grupa ($35.2 \pm 0.97 - 35.7 \pm 0.92$), perímetro de caña anterior ($16.35 \pm 0.45 - 15.61 \pm 0.33$) en machos y hembras respectivamente. En cuanto a las medidas biométricas en hembras de ocho dientes entre Ayacucho y Puno difieren en alzada a la cruz ($113.53 \pm 1.15 - 124.89 \pm 0.59$), perímetro torácico ($157.09 \pm 1.03 - 169.55 \pm 1.44$), longitud corporal ($127.56 \pm 1.51 - 146.20 \pm 2.46$), alzada a la grupa ($118.98 \pm 0.85 - 128.38 \pm 0.61$), longitud de grupa ($41.69 \pm 0.36 - 43.79 \pm 0.36$), ancho de grupa ($40.41 \pm 0.54 - 43.20 \pm 0.39$), perímetro de caña anterior ($16.44 \pm 0.19 - 17.08 \pm 0.07$) respectivamente (More, 2016).

Los bovinos criollos hembras adultas ($n = 32$) del parque Nacional Huascarán presentan índices similares al bovino criollo de Ayacucho clasificandolo como brevilineo, teniendo así las medidas zoométricas: largo de cabeza 44.8 ± 2.6 , ancho de cabeza 21.1 ± 1.6 , perímetro torácico 152.2 ± 14.1 , longitud de cuerpo 134.7 ± 8.9 , alzada a la cruz 115.3 ± 5.0 , alzada a la grupa 114.9 ± 5.3 , ancho anterior de grupa 41.3 ± 3.1 , largo de grupa 44.2 ± 2.7 (Delgado *et al.*, 2019).

Las medidas zoométricas en bovinos criollos ($n = 176$) en Cusco (media \pm D.S) en cm fueron: Longitud de cabeza ($47.3 \pm 2.44 - 47.2 \pm 2.41$), ancho de cabeza ($22.1 \pm 1.36 - 20.7 \pm$

1.30), perímetro torácico ($161.3 \pm 13.77 - 154.1 \pm 8.24$), longitud de tórax ($75.1 \pm 6.66 - 73.9 \pm 6.09$), ancho de tórax ($47.7 \pm 4.77 - 46.3 \pm 4.59$), profundidad de tórax ($60.5 \pm 5.28 - 58.5 \pm 3.94$), longitud del cuerpo ($132.0 \pm 10.26 - 129.2 \pm 8.78$), alzada a la cruz ($115.3 \pm 3 - 114.7 \pm 5.40$), alzada a la grupa ($117.2 \pm 5.62 - 117.1 \pm 4.78$), ancho de grupa ($39.8 \pm 3.44 - 40.8 \pm 3.24$), longitud de grupa ($44.4 \pm 3.26 - 43.8 \pm 3.08$), perímetro de caña anterior ($17.7 \pm 1.37 - 16.1 \pm 0.84$) y un peso de canal ($139.14 \pm 36.39 - 105.68 \pm 16.28$) en machos y hembras respectivamente (Gonzales, 2008).

Las medidas biométricas de bovinos criollos de Huancavelica Perú ($n = 90$) son: longitud de cabeza 42.76 ± 4.75 , ancho de cabeza 20.81 ± 4.58 , perímetro torácico 147.57 ± 17.36 , longitud de tórax 70.98 ± 18.80 , ancho de tórax 27.88 ± 5.48 , altura de tórax 54.22 ± 7.72 , longitud de cuerpo 116.67 ± 13.72 , alzada a la cruz 111.50 ± 9.96 , alzada a la grupa 115.19 ± 10.05 , longitud de grupa 38.43 ± 5.20 , perímetro de caña anterior 16.11 ± 2.07 y el peso vivo en kg 224.20 ± 58.36 (Contreras *et al.*, 2020).

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019) las razas bovinas españolas surgieron a partir del tronco étnico "rojo convexo" (*Bos Taurus turdetanus*) del oriente medio introducidos en la península ibérica como la Retinta que constituye la raza bovina autóctona de la España seca, a partir de ello surgieron las razas locales colorada extremeña, retinta andaluza y rubia gaditana. Alvarado (1982) reporta medidas zootécnicas en cm de la raza criolla española: alzada de cruz de 144 - 139, perímetro torácico recto 206 - 190, longitud escápulo-isquial 185 - 178, ancho de grupa 43 - 45, longitud de grupa 53 - 50 en machos y hembras respectivamente.

4.2.7. Caracterización morfométrica

Según Sañudo (2009) las medidas e índices biométricos guardan relación con el desarrollo muscular, el peso vivo y parámetros tan notables como el rendimiento de carcasa. Los caracteres morfológicos o medidas zoométricas son de heredabilidad alta (0.4 a 0.7); que se manifiesta independientemente del sexo del animal y se pueden registrar a tempranas edades con buen porcentaje de predicción del genotipo individual.

De las medidas biométricas Tolosa y Giz (2012) señalan que los seres vivos poseen características morfológicas únicas con rasgos que difieren del resto. La geometría de las partes del cuerpo, forma de la cara, ojos y la más conocida, la huella digital. El término biometría deriva de las palabras bio (vida) y metría (medida), por tanto, se infiere todo equipo biométrico que mide e identifica las características individuales en medidas biométricas que difieren entre individuos, pero varían muy poco para cada individuo de medida a medida.

4.2.8. Índices zoométricos

Los índices zoométricos son relaciones entre medidas biométricas cuantitativas de las diferentes regiones anatómicas. Según Inchausti y Tagle (1980) existe una relación más o menos armoniosa entre las diferentes regiones del cuerpo de un bovino. Además, estas relaciones de medidas biométricas sirven para definir las tendencias productivas.

Los índices zoométricos según la Sociedad Española de Zooetnólogos, (2009) a continuación:

a. Índices de interés etnológico

- Índice corporal = $(\text{longitud corporal} / \text{perímetro tórax recto}) * 100$; se clasifica de acuerdo con la sistemática baroniana en brevi (≤ 85), meso (86 - 88) o longilíneos (≥ 90).
- Índice pelviano = $(\text{anchura inter-iliaca} / \text{longitud ilio-isquiática}) * 100$; reflejando la relación proporcional entre ancho y longitud de pelvis.
- Índice torácico = $(\text{anchura bicostal} / \text{profundidad de tórax}) * 100$; reflejando la forma de sección torácica, teniendo así la forma más circular en ganado de carne y más elíptica en el tipo lechero. Para razas mediolíneas un índice entre (86 - 88), brevilíneo (> 89) o longilíneo (< 85).
- Índice cefálico = $(\text{Anchura de cabeza} / \text{longitud de cabeza}) * 100$; se puede clasificar en dolicocefalos (cráneo estrecho y alargado), braquicefalos (cráneo ancho y corto) y mesocéfalos (cráneo proporcionado).

b. Índices de interés productivo

- Índice de anamorfosis = $(\text{perímetro recto torácico})^2 / \text{alzada a la cruz}$
- Índice de proporcionalidad = $(\text{alzada a la cruz} / \text{longitud corporal}) * 100$
- Índice de profundidad relativa del tórax = $(\text{profundidad de tórax} / \text{alzada a la cruz}) * 100$
- Índice de grueso relativo de caña = $(\text{perímetro caña anterior} / \text{alzada a la cruz}) * 100$
- Índice dáctilo - torácica = $(\text{perímetro de caña anterior} / \text{perímetro recto torácico}) * 100$
- Índice de compactibilidad (“peso relativo”) = $\text{peso vivo} / (\text{alzada a la cruz} - 100)$

Estudios que incluyen investigaciones con índices zoométricos en bovinos criollos:

Los índices zoométricos caracterizan al bovino criollo como dolicocefalo (45.96 ± 2.98), mesolínea (87.79 ± 4.01), braquitorácico (51.72 ± 4.95), braquipélvico (90.68 ± 6.53), dolicomorfo (50.81 ± 2.26) (Dipas, 2015).

Los índices biométricos de vacunos criollos de Carapo, Ayacucho a diferentes edades dentarias 4D, 6D y 8D fueron los siguientes: índice de anamorfosis (1.74 ± 0.06 - 1.96 ± 0.03 - 2.18 ± 0.02), índice corporal (77.53 ± 1.82 - 82.26 ± 1.05 - 81.40 ± 0.77), índice pelviano (92.30 ± 1.99 - 96.12 ± 1.41 - 96.90 ± 1.06), índice dáctilo torácico (11.01 ± 0.12 - 10.90 ± 0.13 - 10.42 ± 0.08) respectivamente. Las diferencias entre bovinos criollos hembras de 8D de Ayacucho y Puno: índice corporal (81.40 ± 0.77 - 86.16 ± 1.18), índice pelviano (96.90 ± 1.06 - 98.82 ± 1.07), índice dáctilo torácico (10.42 ± 0.08 - 9.89 ± 0.08) respectivamente (More, 2016).

Los índices del ganado criollo hembra del parque Nacional Huascarán - Ancash son: índice corporal 89.23 ± 10.26 , índice pelviano 93.57 ± 5.51 , índice de anamorfosis 2.02 ± 0.33 (Delgado *et al.*, 2019).

Respecto al bovino criollo de Cusco se reportaron los siguientes índices zoométricos: índice corporal (82.01 ± 4.03 - 83.87 ± 3.75), índice pelviano (89.58 ± 3.44 - 93.15 ± 3.03), índice metacarpo-torácico (11.03 ± 0.61 - 10.44 ± 0.47), índice de anamorfosis (2.26 ± 0.29 - 2.07 ± 0.16) en machos y hembras de forma respectiva (Gonzales, 2008).

4.2.9. Canal o carcasa

Una carcasa bovina está representada por las estructuras anatómicas luego del beneficio en los mataderos con procedimientos establecidos, desollado (eliminado de la piel), eviscerado y desprendido de la cabeza (en la articulación occipito - atloidea), las manos (a nivel del carpo), las patas (a nivel del tarso) y la cola (por la tercera vértebra caudal). Esta canal primaria, se divide longitudinalmente a lo largo de la columna vertebral en dos mitades llamadas media canal derecha e izquierda que suele cortarse en dos cuartos (a nivel del espacio entre las costillas doceava hasta la primera vértebra cervical “atlas”) y un cuarto trasero (desde la costilla treceava hasta la tercera vértebra caudal), según necesidad preestablecida (Serrano, 2014).

El rendimiento de la canal o carcasa está determinado por la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Rendimiento de canal} = \text{Peso de la canal caliente} / \text{peso vivo} * 100$$

Dicha fórmula nos indica la cantidad de carcasa que existe con relación al peso vivo, mas no la cantidad con relación a otros tejidos como grasa y hueso.

INAC (2002) menciona que dressing es la secuencia operacional de las canales en playa de faena y en caliente, a efectos de dar una presentación uniforme donde se retiran los tejidos y órganos previo al proceso de “maduración” - enfriado por 24 horas, periodo de en el que transcurre la evolución *post - mortem*, dando paso el músculo a carne. Los tejidos y órganos extraídos son: el rabo, entraña gruesa, tejido adiposo escrotal, glándula mamaria, tejido adiposo del pericardio, riñón y grasa riñonada, tejido adiposo del canal pelviano, músculo esterno-hioideo y esterno-tiroideo (zona de degolladura), tejido conectivo elástico del diafragma y difieren según destino del consumidor o demanda de cada pueblo, región e incluso nación.

4.2.10. Estimación de pesos

En el Perú tiende la costumbre de efectuar el comercio del ganado bovino en pie, utilizando la modalidad visual para estimar la estructura corporal como la conformación, por ende, las adquisiciones se tasan en kg. de peso, porque existe un porcentaje de detrimento si se calcula

mal el peso del ejemplar, o se presta a engaños por parte del comprador (Téllez, 1978). El hecho es que hasta la actualidad persiste dicha modalidad.

La clasificación de tipos morfológicos de acuerdo al peso en: hiperométricos animales de gran peso y tamaño corporal, clasificados en ultrahiperométricos a los más pesados y subhiperométricos con un peso entre eumétricos e hiperométricos; los eumétricos grupos raciales con mediano peso y tamaño corporal con la combinación ideal entre superficie corporal y masa muy ligado al equilibrio de la homeotermia y los elipométricos animales de poco peso y tamaño corporal, clasificados en ultra-elipométricos los más pequeños y sub-elipométricos con pesos entre elipométricos y eumétricos (Sañudo, 2011).

Tabla 5

Agrupación según variación del peso corporal de bovinos adultos

Bovinos*	Elipométricos	Eumétricos	Hiperométricos
	300 - 500 kg	500 - 900 kg	900 - 1,200 kg

Nota. Sañudo (2011). * El peso del toro es equivalente al de la vaca multiplicado por 1.5.

Según las proporciones la relación entre diámetros de anchura, profundidad y espesor, con los diámetros de longitud en general, existe una relación inversa; según ello los animales se dividen en tres grupos: mediolíneos o mesomorfos con proporciones armónicas; longilíneos o dolicomorfos de proporciones alargadas y son delgados; brevilíneos o braquimorfos que son animales de longitud reducida, compactos, con diámetros de anchura, espesor y profundidad bien desarrollados (Sañudo, 2011). Interpretar la combinación entre peso y proporción es interesante; un animal de peso y proporción medio eumétrico - mediolíneo tenderá a ser armónico, lo propio un hiperométrico - longilíneo y uno elipométrico - brevilíneo (Sañudo, 2011). Si las proporciones superan al peso, por ejemplo, un animal longilíneo y eumétrico tendrá una estructura corporal pobre desde el punto de vista cárnica, por el contrario, si las proporciones son inferiores al peso es decir animales brevilíneos y eumétricos tendrán la morfología muy compacta (Sañudo, 2011).

4.2.11. Correlación, regresión y modelos de regresión

a. Correlación

La correlación se define en términos de la varianza (s^2) de las variables x e y , así como de la covarianza cov de x , y . Es por tanto una medida de la variación conjunta de ambas variables ($Cov(x, y)$). Donde la varianza representa el promedio de la desviación de datos con referencia a la media de las muestras y covarianza es la desviación promedio del producto cruzado entre ellas (Vinuesa, 2016).

Vinuesa (2016) indica que la correlación es una medida de la relación (covariación) lineal entre dos variables cuantitativas continuas (x , y) si ambas correlacionan se requiere determinar si co-varían (si varían conjuntamente). La covariación no implica necesariamente una relación de causalidad, aunque se puede darse de manera fortuita. En esencia es una medida normalizada de asociación o covariación lineal entre dos variables.

El cálculo del coeficiente de correlación se base en la siguiente fórmula:

$$r = \frac{Cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Donde:

$Cov(x, y)$ = Covarianza de dos variables

σ_x = Desviación estándar de variable x

σ_y = Desviación estándar de variable y

El coeficiente de correlación “ r ” suele interpretarse de la siguiente manera:

Correlación despreciable: $r < |0.1|$

Correlación baja: $|0.1| < r \leq |0.3|$

Correlación mediana: $|0.3| \leq r \leq |0.5|$

Correlación alta: $r > |0.5|$

El coeficiente de correlación “ r ” varía de -1 (relación inversa) a +1 (relación directa), donde $r = 0$ indica que no existe relación lineal entre las dos variables.

Navidi (2006) señala que los métodos de correlación y regresión lineal simple son utilizados para analizar datos bivariados con la finalidad de determinar si un ajuste lineal es adecuado; calcular si es adecuada la ecuación de la recta y usar las ecuaciones con el fin de hacer inferencias respecto de la relación entre ambos datos. Donde el coeficiente de correlación permanece constante al efectuar operaciones como: multiplicar cada valor de una variable por una constante positiva, sumar una constante a cada valor de una variable e intercambiar los valores x con y.

c. Regresión

De Castilla (2004) menciona que la regresión es un estadígrafo que cuantifica la asociación lineal entre dos variables, determina el cambio en la variable dependiente “y” por cada unidad de cambio de la variable independiente “x”. A diferencia de la correlación, la regresión implica causa y efecto. A su vez la regresión se clasifica en regresión simple y múltiple.

d. Modelos de regresión lineal simple.

Carollo (2012) indica que a partir de la regresión es posible predecir sobre la respuesta en base a valores de una variable predictora.

$$= + +$$

Donde:

- = Es la ordenada al origen
- = Es la pendiente de la recta
- = Error

e. Modelos de regresión lineal múltiple.

El análisis de regresión lineal múltiple permite establecer una relación entre una variable dependiente “Y” y un conjunto de variables independientes, a diferencia del modelo de regresión lineal simple, ésta se aproxima a situaciones de análisis real ya que los fenómenos o procesos de por si son complejos de comprenderlos. El modelo de regresión múltiple es la extensión del modelo de regresión simple a k variables explicativas (Carrastila-Rodrigues *et al.*, 2016).

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon$$

Donde:

= Variable explicada, dependiente o respuesta

$x_1 \dots x_k$ = Variables explicativas, regresores o independientes

ε = Representa el error aleatorio. Contiene el efecto sobre “y” (variable dependiente) de todas las variables distintas de $x_1 \dots x_k$.

La aplicación de ecuaciones de regresión tiene importancia al momento de efectuarse la comercialización de bovinos, la aplicación de medicamentos según su peso vivo. Por otra parte, en el Perú se desarrollaron ecuaciones y se ven a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6*Ecuaciones para estimar el peso corporal y carcasa caliente de ganado bovino criollo*

Uso/ finalidad	Ecuaciones de regresión lineal simple/ múltiple	r ²	Autor
Macho/ (1)	$Y_m = -295.22 + 3.52(PT)$	-	Ayala, 1986 en Román (1992) citado en Gonzales (2008).
Hembra/ (1)	$Y_h = -286.44 + 3.50(PT)$	-	
General/ (1)	$Y = -477.69 + 2.27 PT + 1.12 PA + 1.18 LC + 1.36 ANT$	r ² = 0.84	Román (1992) citado en Gonzales (2008).
	$Y = -438.04 + 2.87 PT + 1.46 PA$	r ² = 0.81	
General/ (1)	$PV = -321.11 + 1.82PT^{***} + 1.47 ACR^{***} + 0.79LAC^{***}$	r ² = 1.000	Contreras <i>et al.</i> , (2020).
	$PV = -255.05 + 2.32PT^{***} + 0.96LAC^{***}$	r ² = 0.977	
	$PV = -253.41 + 3.24PT^{***}$	r ² = 0.927	
Macho/ (2)	$Y_m = -294.005 + 1.764(PT) + 2.891(PCA) + 1.599(CC) + 0.894(LT)$	r ² = 0.919 ^a	Gonzales (2008).
	$Y_m = -291.306 + 2.084(PT) + 5.231(PCA)$	r ² = 0.902 ^a	
Hembra/ (2)	$Y_h = -214.422 + 1.078(PT) + 7.803(CC) + 0.715(AICx) + 3.678(PCA)$	r ² = 0.721 ^a	

Nota. (1) = ecuaciones para determinar el peso vivo, (2) = ecuaciones para determinar el peso de carcasa caliente; PT = perímetro torácico, PA = perímetro abdominal, LC = longitud de cuerpo, ANT = ancho de tórax, PCA = perímetro de caña anterior, CC = condición corporal, LT = longitud de tórax, AICx = alzada a la cruz, ^a = R² coeficiente de determinación ajustados, *** = (p<0.001), ACR = altura a la cruz, LAC = largo de cuerpo.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

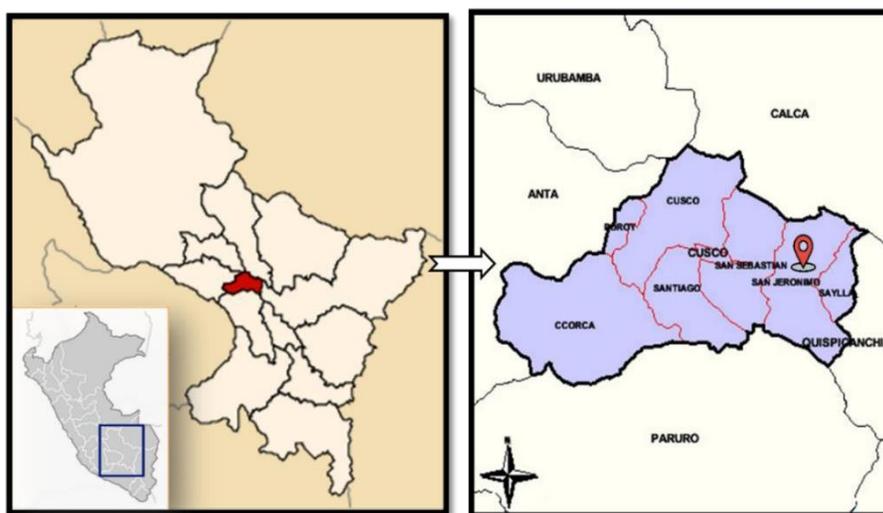
5.1. Ubicación espacial y temporal

5.1.1. Ámbito de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó dentro de las instalaciones del camal municipal de San Jerónimo - Cusco.

Figura 1

Mapa de ubicación del camal municipal de San Jerónimo - Cusco



Nota. Adaptado de Wikipedia y Perú top tours

5.1.2. Ubicación política

País	: Perú
Departamento	: Cusco
Provincia	: Cusco
Distrito	: San Jerónimo

5.1.3. Ubicación geográfica

Latitud sur	: 13° 32' 58"
Longitud oeste	: 71° 53' 03"
Altitud	: 3,216 m.s.n.m.

5.2. Metodología de la investigación

5.2.1. Nivel y tipo de investigación

El siguiente trabajo corresponde al tipo de investigación cuantitativa, no experimental ya que no se aplicaron tratamientos (variable independiente) para ver su efecto sobre variables dependientes, por tanto, la investigación fue de tipo observacional. Además, dado que se pretendió generar fórmulas para calcular tanto el peso vivo como el peso de carcasa caliente (variables predichas) a partir de las mediciones biométricas (variables predictoras), se puede clasificar a la investigación como de tipo correlacional. De acuerdo con el tiempo de ejecución es del tipo transeccional o transversal. El nivel de investigación se considera descriptivo y correlacional, pero fundamentalmente correlacional por la determinación de la relación entre las variables respuestas y predichas (peso vivo, peso de carcasa caliente) y las variables explicativas y predictoras (medidas biométricas, condición corporal) para ambos sexos en bovinos criollos. Se describieron y compararon las características e índices zoométricos del genotipo criollo, con otras investigaciones de la misma índole, congregados en el camal de San Jerónimo - Cusco.

5.2.2. Colecta de información

Los datos fueron tomados a un grupo de bovinos criollos que fueron beneficiados dentro de los establecimientos del camal municipal de San Jerónimo - Cusco. El tipo de selección fue de muestreo por juicio, seleccionando a los bovinos que fueron preseleccionados de la población según su llegada al camal; excluyendo a aquellos animales que morfológicamente poseían características fenotípicas propias de otras razas (Holstein, Brown Swiss, Fleckvieh e híbridos). Se identificaron los bovinos criollos en función a sus características innatas principales como son: el tronco ibérico, tipo y presencia de cuernos, grosor de la caña, colores de pelaje, forma de cabeza y estatura. Además, se excluyeron de la evaluación bovinos con una condición corporal muy pobre y bovinos criollas hembras en estado de gestación.

La determinación de la condición corporal se dio por apreciación del estado nutricional con escala de 1 a 5 de Lowman (1976); Van Niekerk y Louw (1980) en Bavera y Peñafort (2005)

y la determinación de la edad relativa se registró en función al desarrollo dentario de los bovinos evaluados. Además, se registró la procedencia de las tablas ganaderas de Combapata, Inquilpata, Tinta, Sicuani y Anta, en la región Cusco, usando para ello información consignada en los pases de tránsito de SENASA.

A los bovinos criollos seleccionados se realizaron las mediciones de las medidas biométricas y anotadas en la ficha de información biométrica (Anexo 1), donde se registró toda la información de cada bovino y finalmente se realizó el seguimiento de cada ejemplar en la playa de beneficio del camal, a fin de registrar el peso de las medias canales correspondientes, usando para ello, una balanza electrónica que posee dicho camal, que tiene una precisión de ± 0.5 kg.

5.2.3. Materiales y equipos

a. Material biológico

- Bovinos criollos de la región Cusco (machos y hembras).

b. Materiales y equipos empleados

- Balanza electrónica
- Cinta bovinométrica
- Regla zoométrica
- Flexómetro
- Cinta métrica
- Vernier digital
- Vernier de madera
- Nivel de mano
- Mocheta o pinzas narigueras
- Crayones para ganado
- Plumones y pizarra
- Soga

c. Equipo de protección personal

- Botas y guantes de seguridad
- Casco de seguridad
- Mameluco

d. Materiales de escritorio

- Bolígrafos y marcadores indelebles
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de campo/ fichas de información biométrica
- Laptop e impresora

5.2.4. Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables:

a. Variables explicativas y regresoras

- Dentición (2D, 4D, 6D, BLL)
- Sexo del bovino (macho “♂”, hembra “♀”)
- Condición corporal (escala 1-5)
- Longitud de cabeza (cm)
- Ancho de cabeza (cm)
- Ancho detrás de morros (cm)
- Perímetro torácico oblicuo (cm)
- Largo de tórax (cm)
- Ancho de tórax anterior (cm)
- Ancho de tórax posterior (cm)
- Profundidad de tórax (cm)
- Largo de cuerpo (cm)
- Alzada a la cruz (cm)

- Alzada a la grupa (cm)
- Ancho anterior de grupa (cm)
- Longitud de grupa (cm)
- Ancho posterior de cadera/ distancia entre isquiones (cm)
- Perímetro de caña anterior (cm)
- Perímetro de caña posterior (cm)

b. Variables respuestas y predichas

- Dentición (2D, 4D, 6D, BLL) (variable respuesta)
- Sexo del bovino (macho “♂”, hembra “♀”) (variable respuesta)
- Peso vivo (kg) (variable predicha)
- Peso de carcasa o canal caliente (kg) (variable predicha)

5.2.5. Métodos para la colecta de datos

Las mediciones biométricas fueron realizadas por dos personas y una tercera de apoyo para apuntar los datos en la ficha de recolección de datos biométricos, se emplearon:

Balanza electrónica: marca JR®, modelo plataforma®, estructura metálica con cuatro sensores y una lectora digital; de dimensiones 2.32 m largo, 1.0 m ancho y altura 1.86 m; para determinar el peso vivo y como estructura para efectuar las medidas biométricas.

Regla zoométrica: instrumento metálico graduado de 2 m cuya estructura contiene un tubo metálico deslizable y regulable; posee un nivel de mano fijado en el extremo superior, fue empleado para determinar:

- Alzada de la cruz: medida del nivel del piso hasta el punto de la región interescapular donde se ubica la cruz.
- Alzada de grupa: medida desde el punto dorsal anterior de la pelvis (apófisis espinosa de la 5° vértebra lumbar) y el nivel del suelo.

- Profundidad de tórax: diferencia entre la medida a la cruz y la medición a la base del tórax a nivel del olécranon.

Con el apoyo de una regla metálica graduada que posee un nivel de mano se estimó el:

- Ancho de tórax anterior: anchura máxima de la región torácica a nivel del arco de la quinta costilla (en la zona más próxima a la axila).
- Ancho de tórax posterior: anchura máxima de la región abdominal tomada de los extremos entre costillas en la parte más amplia a nivel del abdomen.
- Ancho anterior de grupa: distancia entre ambas tuberosidades iliacas.

Regla metálica graduada: utilizada principalmente para la determinación del:

- Largo de tórax: distancia desde la articulación del encuentro o punta de espaldilla, hasta la mitad de la última costilla falsa.
- Largo de cuerpo: distancia tomada entre la articulación escapulo - humeral (encuentro) y el caudal del isquion (punta de isquiones) del mismo lado.

Cinta bovinométrica: de material flexible enrollable, graduado de 2.5 m, para obtener el:

- Perímetro torácico recto: medida efectuada a nivel del punto dorsal más declive de la región interescapular (apófisis espinosa de la séptima - octava vertebra dorsal) y la región esternal inferior, a nivel del olécranon.
- Perímetro torácico oblicuo: medida desde el punto más prominente de la cruz, se pasa la cinta por el borde anterior escapular hasta el espacio inter-axilar.
- Perímetro de caña anterior: se toma en la parte más estrecha del hueso metacarpo, en su tercio medio.
- Perímetro de caña posterior: parte más estrecha del hueso metatarso, en su tercio medio.

Flexómetro: lámina delgada de metal milimétrica enrollable, utilizada para coadyubar en las diferentes mediciones biométricas principalmente para la medición de:

- Largo de cabeza: desde la protuberancia occipital (mitad del testuz) y la punta del morro.

- Cinta métrica: de material flexible de 1.5 m graduada (cm), instrumento de medida de apoyo y usada para graduar las estructuras metálicas y de madera.
- Vernier digital: instrumento de medida de precisión, fue empleado para determinar el:
- Ancho de isquiones: distancia entre las caras internas de las dos tuberosidades isquiáticas.
- Vernier de madera: instrumento graduado en centímetros, utilizada para determinar el:
- Ancho de cabeza: distancia entre los ángulos fasciales mediales de los ojos.
 - Ancho detrás de morros: medida por detrás de entre las fosas nasales.
- Juego de reglas grandes: instrumentos de medida empleada para determinar el:
- Largo de cadera: distancia entre la tuberosidad iliaca al isquion del bovino.

Figura 2

Ilustración de la toma de algunas medidas biométricas evaluadas en bovinos



Nota. PTO: perímetro torácico, Lcu: Longitud de cuerpo, Alz.C: alzada a la cruz, Alz.G: alzada a la grupa, LGr: longitud de grupa, AAG: ancho anterior de grupa (ver Anexo 18).

5.2.6. Métodos empleados en análisis de datos

Se emplearon los siguientes métodos de análisis de datos en función a los objetivos:

a. Medidas biométricas e índices zoométricos

Se evaluaron los datos biométricos e índices zoométricos por edad dentaria y sexo de los bovinos criollos, para este último se siguieron las relaciones indicadas en el marco teórico. Los datos generados fueron evaluados mediante pruebas de normalidad, usando test de Kolmogorov Smirnov ($n \geq 50$), además de las pruebas de homogeneidad de varianza o homocedasticidad de Fligner Kiillen y Levenne.

Después, se efectuó el análisis de varianza a fin comparar las medias de los grupos diferenciados por sexo y por dentición, usando el siguiente modelo aditivo lineal

$$= + + + +$$

Donde:

= variable respuesta

= media

D_i = dentición

= sexo

CC_k = condición corporal

= residual

Para el análisis de comparación de medias se emplearon medias de mínimos cuadrados estimados “lsmeans” con el paquete “emmeans” del lenguaje de programación R, obteniendo el promedio y el error estándar para ambas evaluaciones.

b. Análisis de correlaciones múltiples

El análisis de correlación múltiple entre mediciones biométricas, así como índices zoométricos, esto para machos y hembras y uno general (ambos sexos) se efectuó usando la siguiente ecuación general:

$$(r_{12}, r_{13}, \dots, r_{1k}) = \frac{(r_{12}, r_{13}, \dots, r_{1k})}{(r_{11}, r_{11}, \dots, r_{11})}$$

Para el análisis de correlación múltiple se empleó el lenguaje de programación R usando los paquetes “psych”, la función “rcorr” del paquete “hmisc” que generó matrices de correlación de Pearson, además de los valores de probabilidad (p-value). También, se empleó el paquete “cocor” (Diedenhofen y Musch, 2015), para comparar la significancia de las diferencias existentes entre las correlaciones halladas en ambos sexos.

c. Ecuaciones de regresiones múltiples.

Para generar ecuaciones de regresión lineal múltiple para predecir tanto el peso vivo y peso de carcasa caliente de bovinos criollos se empleó el siguiente modelo lineal general:

$$y_i = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + b_3x_{i3} + \dots + b_kx_{ik} + e_i$$

Donde:

y_i = variable predicha

b_0 = intercepto estimado

b_1, b_2, b_3, b_k = pendientes estimadas o coeficientes de regresión

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ = variables predictoras

Para la elección de variables regresores se usaron dos métodos “Stepwise regression”, el segundo método fue bayesiano. Para evaluar la calidad de los modelos se utilizó el criterio de información Akaike (AIC), mientras que para el método bayesiano se empleó el criterio de información bayesiana (BIC), mismas que generaron ecuaciones de regresión lineal múltiple para la predicción del peso vivo y peso de carcasa caliente.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Comparación de medidas biométricas e índices zoométricos

6.1.1. Comparación de medidas biométricas

Los resultados del análisis comparativo en función dentición y sexos, se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 7

Distribución de bovinos criollos evaluados según edad dentaria y sexo.

Cronología dentaria	Sexo del bovino criollo		Total
	Macho ♂	Hembra ♀	
2D	34	3	37
4D	75	9	84
6D	43	14	57
BLL	29	113	142
Total	181	139	320

Nota. 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena

a. Región anatómica de la cabeza

En la Tabla 8 se muestran las medidas biométricas de la región anatómica de la cabeza de bovinos criollos evaluados. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre machos y hembras para el ancho de cabeza, lo que sugiere que existe el dimorfismo sexual, como también se evidenciaron diferencias ($p < 0.05$) para esta misma medida, entre bovinos de la categoría dentaria 2D y BLL; mientras que la longitud de cabeza y el ancho de morro no fueron diferentes entre ambos sexos ($p > 0.05$), pero si se observaron diferencias entre las categorías dentarias 2D - BLL para ambas medidas y entre 4D - BLL para el ancho de morro.

Tabla 8*Promedios de la región anatómica de la cabeza (cm) según sexo y edad dentaria*

Categoría		N		Ancho de cabeza	Longitud de cabeza	Ancho de Morro
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	22.8 ± 0.134 ^a	51.0 ± 0.289 ^a	14.2 ± 0.136 ^a
			Rango	22.5 - 23.1	50.5 - 51.6	13.9 - 14.5
	♀	139	Prom. ± ES	21.0 ± 0.197 ^b	50.9 ± 0.426 ^a	14.0 ± 0.200 ^a
			Rango	20.6 - 21.4	50.1 - 51.8	13.6 - 14.4
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	21.5 ± 0.239 ^a	50.1 ± 0.515 ^a	13.8 ± 0.242 ^a
			Rango	21.1 - 22.0	49.1 - 51.1	13.3 - 14.3
	4D	84	Prom. ± ES	21.9 ± 0.171 ^{ab}	50.8 ± 0.369 ^{ab}	14.0 ± 0.173 ^{ab}
			Rango	21.6 - 22.3	50.1 - 51.5	13.6 - 14.3
	6D	57	Prom. ± ES	22.0 ± 0.184 ^{ab}	51.3 ± 0.397 ^{ab}	14.1 ± 0.187 ^{ab}
			Rango	21.6 - 22.3	50.5 - 52.0	13.7 - 14.4
	BLL	142	Prom. ± ES	22.2 ± 0.150 ^b	51.8 ± 0.324 ^b	14.5 ± 0.152 ^{bc}
			Rango	21.9 - 22.5	51.2 - 52.4	14.2 - 14.8

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

b. Región anatómica del tórax

En la Tabla 9 se muestran los resultados de la región del tórax, en el cual no se observan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) según el sexo para el perímetro torácico recto y oblicuo, pero si respecto a la dentición entre las categorías 2D y BLL para perímetro torácico recto y lo propio para el perímetro torácico oblicuo entre 2D - BLL y 6D - BLL.

Tabla 9*Promedios de la región anatómica del tórax (cm) según sexo y edad dentaria*

Categoría		N		Perímetro torácico recto	Perímetro torácico oblicuo
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	164 ± 0.999 ^a	175 ± 1.15 ^a
			Rango	162 - 166	173 - 177
	♀	139	Prom. ± ES	167 ± 1.470 ^a	172 ± 1.69 ^a
			Rango	164 - 170	168 - 175
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	162 ± 1.78 ^a	169 ± 2.04 ^a
			Rango	159 - 166	165 - 173
	4D	84	Prom. ± ES	166 ± 1.27 ^{ab}	174 ± 1.46 ^{ab}
			Rango	164 - 169	171 - 177
	6D	57	Prom. ± ES	165 ± 1.37 ^{ab}	173 ± 1.57 ^{ab}
			Rango	163 - 168	170 - 176
	BLL	142	Prom. ± ES	169 ± 1.12 ^b	178 ± 1.28 ^{bc}
			Rango	167 - 171	175 - 180

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Del mismo modo, en la Tabla 10 para la región anatómica del tórax. Existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en función al sexo solo para el ancho de tórax posterior. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas según sexo y dentición para el ancho anterior de tórax, en cuanto al largo del tórax y el ancho de tórax posterior según las categorías dentarias se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las categorías dentarias 2D - BLL y 6D - BLL para ambas medidas.

Tabla 10*Promedios de la región anatómica del tórax (cm) según sexo y edad dentaria*

Categoría		N		Ancho de tórax anterior	Ancho de tórax posterior	Largo de tórax
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	36.2 ± 0.391 ^a	50.5 ± 0.514 ^a	81.2 ± 0.78 ^a
			Rango	35.5 - 37.0	49.5 - 51.5	79.7 - 82.7
	♀	139	Prom. ± ES	36.1 ± 0.575 ^a	52.8 ± 0.755 ^b	81.0 ± 1.15 ^a
			Rango	35.0 - 37.2	51.3 - 54.3	78.7 - 83.3
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	35.1 ± 0.697 ^a	50.0 ± 0.915 ^a	79.1 ± 1.38 ^a
			Rango	33.7 - 36.5	48.2 - 51.8	76.4 - 81.8
	4D	84	Prom. ± ES	36.4 ± 0.499 ^a	51.7 ± 0.654 ^{ab}	80.6 ± 0.99 ^{ab}
			Rango	35.5 - 37.4	50.4 - 53.0	78.7 - 82.6
	6D	57	Prom. ± ES	36.5 ± 0.537 ^a	51.4 ± 0.705 ^{ab}	81.0 ± 1.07 ^{ab}
			Rango	35.4 - 37.5	50.0 - 52.8	78.9 - 83.1
	BLL	142	Prom. ± ES	36.7 ± 0.438 ^a	53.6 ± 0.576 ^{bc}	83.8 ± 0.87 ^{bc}
			Rango	35.8 - 37.5	52.5 - 54.7	82.0 - 85.5

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

c. Región anatómica del dorso y lomo

En la Tabla 11 figuran las medidas biométricas de la región anatómica del dorso y lomo de bovinos criollos evaluados, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en función al sexo del bovino para las variables profundidad de tórax y alzada a la cruz a excepción de la longitud de cuerpo. Del mismo modo existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en función a la dentición para la profundidad de tórax entre 2D - BLL y 6D - BLL, y para la longitud de cuerpo entre 2D y BLL, sin embargo, respecto a la altura a la cruz no se evidenciaron diferencias significativas entre las categorías dentarias.

Tabla 11*Promedios de la región anatómica del dorso y lomo (cm) según sexo y edad dentaria*

Categoría		N		Profundidad de tórax	Alzada a la cruz	Longitud de cuerpo
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	62.1 ± 0.478 ^a	119 ± 0.727 ^a	141 ± 0.927 ^a
			Rango	61.1 - 63.0	118 - 120	139 - 143
	♀	139	Prom. ± ES	64.7 ± 0.703 ^b	122 ± 1.069 ^b	143 ± 1.364 ^a
			Rango	63.3 - 66.1	120 - 124	141 - 146
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	62.6 ± 0.852 ^a	120 ± 1.295 ^a	139 ± 1.65 ^a
			Rango	60.9 - 64.3	118 - 123	136 - 142
	4D	84	Prom. ± ES	63.8 ± 0.609 ^{ab}	122 ± 0.926 ^a	142 ± 1.18 ^{ab}
			Rango	62.6 - 65.0	120 - 123	140 - 144
	6D	57	Prom. ± ES	62.2 ± 0.656 ^{ab}	120 ± 0.997 ^a	142 ± 1.27 ^{ab}
			Rango	60.9 - 63.5	118 - 122	139 - 144
	BLL	142	Prom. ± ES	64.9 ± 0.536 ^{bc}	121 ± 0.814 ^a	147 ± 1.04 ^c
			Rango	63.8 - 65.9	119 - 122	145 - 149

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

d. Región anatómica de la grupa

En la Tabla 12 se aprecian medidas biométricas de la región anatómica de la grupa de bovinos criollos evaluados. Donde hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para la alzada a la grupa y ancho anterior de grupa respecto al sexo del bovino, a excepción de la longitud de grupa, también se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el ancho anterior de grupa entre las categorías 2D - BLL y 6D - BLL y la longitud de grupa entre las categorías dentarias 2D y BLL, a excepción de la alzada a la grupa.

Tabla 12

Promedios de la región anatómica de la grupa (cm) según sexo y edad dentaria

Categoría		N		Alzada de grupa	Ancho anterior de grupa	Longitud de grupa
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	123 ± 0.732 ^a	43.4 ± 0.350 ^a	46.2 ± 0.326 ^a
			Rango	121 - 124	42.7 - 44.0	45.5 - 46.8
	♀	139	Prom. ± ES	127 ± 1.077 ^b	46.5 ± 0.515 ^b	46.6 ± 0.479 ^a
			Rango	124 - 129	45.4 - 47.5	45.7 - 47.6
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	126 ± 1.305 ^a	43.5 ± 0.624 ^a	45.4 ± 0.580 ^a
			Rango	123 - 128	42.3 - 44.8	44.3 - 46.5
	4D	84	Prom. ± ES	125 ± 0.933 ^a	44.9 ± 0.446 ^{ab}	46.7 ± 0.415 ^{ab}
			Rango	124 - 127	44.0 - 45.8	45.9 - 47.5
	6D	57	Prom. ± ES	123 ± 1.005 ^a	44.9 ± 0.480 ^{ab}	46.2 ± 0.447 ^{ab}
			Rango	121 - 125	44.0 - 45.9	45.3 - 47.1
	BLL	142	Prom. ± ES	124 ± 0.821 ^a	46.3 ± 0.392 ^c	47.3 ± 0.365 ^b
			Rango	122 - 126	45.5 - 47.1	46.5 - 48.0

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p<0.05).

En la Tabla 13 se tiene información del ancho posterior de cadera/ distancia entre isquiones perteneciente a la región anatómica de la grupa, se observaron diferencias significativas (p<0.05) entre bovinos criollos machos y hembras, pero no se evidenciaron diferencias estadísticas entre las categorías dentarias evaluadas.

Tabla 13*Promedios de la región anatómica de la grupa (cm) según sexo y edad dentaria*

Categoría		N	Ancho posterior de cadera/ Dist. entre isquiones	
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	7.52 ± 0.176 ^a
			Rango	7.17 - 7.86
	♀	139	Prom. ± ES	10.09 ± 0.259 ^b
			Rango	9.58 - 10.60
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	8.79 ± 0.314 ^a
			Rango	8.18 - 9.41
	4D	84	Prom. ± ES	8.96 ± 0.225 ^a
			Rango	8.51 - 9.40
	6D	57	Prom. ± ES	8.62 ± 0.242 ^a
			Rango	8.15 - 9.10
	BLL	142	Prom. ± ES	8.84 ± 0.197 ^a
			Rango	8.46 - 9.23

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes; 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena; superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

e. Región anatómica de las extremidades

En la Tabla 14 figuran las medidas biométricas de la región anatómica de las extremidades. Se puede ver diferencias significativas ($p < 0.05$) para el perímetro de caña anterior entre ambos sexos, sin embargo, para el perímetro de caña posterior no se puede decir lo mismo; Además, entre los grupos diferenciados por su categoría dentaria no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para las dos medidas biométricas evaluadas pertenecientes a la región anatómica de las extremidades.

Tabla 14

Promedios de la región anatómica de extremidades (cm) según sexo y edad dentaria

Categoría	N	Perímetro de caña			
		anterior	posterior		
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	18.4 ± 0.132 ^a	20.0 ± 0.156 ^a
			Rango	18.1 - 18.6	19.7 - 20.3
	♀	139	Prom. ± ES	17.5 ± 0.195 ^b	19.5 ± 0.229 ^a
			Rango	17.2 - 17.9	19.1 - 20.0
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	17.9 ± 0.236 ^a	19.7 ± 0.278 ^a
			Rango	17.4 - 18.3	19.2 - 20.3
	4D	84	Prom. ± ES	18.1 ± 0.169 ^a	19.8 ± 0.199 ^a
			Rango	17.8 - 18.4	19.4 - 20.2
	6D	57	Prom. ± ES	18.0 ± 0.182 ^a	19.7 ± 0.214 ^a
			Rango	17.6 - 18.3	19.3 - 20.1
	BLL	142	Prom. ± ES	17.9 ± 0.148 ^a	19.7 ± 0.175 ^a
			Rango	17.6 - 18.2	19.4 - 20.1

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes; 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Las medidas biométricas de bovinos criollos beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco, en contraste con otras investigaciones de la misma índole, los resultados obtenidos de las medidas biométricas, fueron superiores en la longitud de cabeza (50.95 ± 0.357), ancho de cabeza (21.9 ± 0.165), largo de tórax (81.1 ± 0.96), ancho de tórax posterior (51.65 ± 0.63), longitud de cuerpo (142 ± 1.145), ancho anterior de grupa (44.95 ± 0.43), longitud de grupa (46.4 ± 0.40) y perímetro de caña posterior (19.75 ± 0.19). En contraste a los reportes de Contreras *et al.*, (2020) en Huancavelica, Delgado *et al.*, (2019) en Ancash, More (2016) en Ayacucho, Dipas (2015) en Huamanga Ayacucho, Gonzales (2008) en Cusco, Rojas y Gómez (2005) en Puno, Rosemberg (2000) y Román (1998). Además, el perímetro de tórax recto (165.5 ± 1.23), ancho de tórax anterior (36.15 ± 0.48), profundidad de tórax (63.4 ± 0.59), alzada a la

cruz (120.5 ± 0.89), alzada a la grupa (125 ± 0.90), perímetro de caña anterior (17.95 ± 0.16) y el peso vivo (334.5 ± 6.835), fueron similares a los valores reportados por los autores antes referidos. En estudios previos de bovinos criollos, no se pudo encontrar información referida al ancho de morro por lo cual su comparación no pudo ser realizada.

Además, cabe mencionar que, en el presente estudio, se evidenció una diferencia clara entre ambos sexos (dimorfismo sexual) para las medidas que se mencionan continuación: ancho de cabeza, ancho de tórax posterior, profundidad de tórax, alzada a la cruz, alzada a la grupa, ancho anterior de grupa, distancia entre isquiones y el perímetro de caña anterior. En el que las bovinas hembras presentaron valores superiores en la alzada a la cruz y profundidad de tórax, así como en la región anatómica de la grupa, respecto de los bovinos criollos machos, esto podría ser el resultado de la selección que está enfocada en las hembras para constituir futuras vientres. Por otro lado, la ausencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las categorías dentarias para alzada a la cruz, ancho anterior de tórax, alzada a la grupa, ancho entre isquiones, perímetro de caña anterior y posterior, refleja la existencia de bovinos criollos adultos con características similares a uno de la categoría dentaria de dos dientes, que podría ser el resultado de las influencias ambientales y nutricionales a las que fueron sometidos estos bovinos evaluados.

Respecto a las medidas biométricas evaluadas que se encuentran dentro del rango de reportes revisados se hallan: la longitud de cabeza, ancho de cabeza, perímetro de torácico recto, ancho de tórax anterior, largo de cuerpo, alzada a la cruz, ancho anterior de grupa, longitud de grupa, perímetro de caña anterior, incluyendo al peso vivo a excepción de profundidad de tórax que se halla relativamente superior y la alzada a la grupa como un valor inferior al contrastar con los estudios reportados por Cabezas *et al.*, (2019) en Ecuador, Rodríguez *et al.*, (2001) en Uruguay, Espinoza *et al.*, (2009) en México, Martínez *et al.*, (2007) de bovinos criollos patagónicos y noroeste argentino, Aracena y Mujica (2011) en bovinos criollos patagónicos chilenos y Alvarado (1982) en España, así como el reporte por Estrada *et al.*, (2023) en México (ver Anexos 9 y 10).

6.1.2. Comparación de índices zoométricos

a. Índices zoométricos de interés etnológico.

En la Tabla 15 se muestran los promedios de los índices zoométricos de interés etnológico de bovinos criollos evaluados. De los resultados obtenidos, el índice cefálico, índice corporal e índice pelviano, presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto al sexo del bovino, más no el índice torácico ($p > 0.05$). También se vio que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre todas las categorías dentarias consideradas, en todos índices etnológicos evaluados.

b. Índices zoométricos de interés productivo

En la Tabla 16 se muestran los índices zoométricos de interés productivo. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ambos sexos, para todos los índices productivos excepto el índice de profundidad relativa del tórax. Además, entre las categorías dentarias también se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para el índice de anamorfosis entre todas sus categorías dentarias excepto entre 2D - 4D y 4D - 6D, para el índice de profundidad relativa del tórax se observaron diferencias ($p < 0.05$) entre las categorías dentarias 2D, 4D y 6D con respecto a BLL; excepto para el índice de compacidad, en el que no se observaron diferencias entre los grupos de bovinos evaluados por dentición.

Tabla 15

Promedio de los índices etnológicos según sexo y edad dentaria de bovinos criollos

Categoría		N		Índice cefálico	Índice torácico	Índice corporal	Índice pelviano
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	44.7 ± 0.285 ^a	81.3 ± 0.809 ^a	80.9 ± 0.419 ^a	93.9 ± 0.593 ^a
			Rango	44.2 - 45.3	79.7 - 82.9	80.0 - 81.7	92.8 - 95.1
	♀	139	Prom. ± ES	41.3 ± 0.419 ^b	81.8 ± 1.190 ^a	83.9 ± 0.617 ^b	99.7 ± 0.873 ^b
			Rango	40.4 - 42.1	79.5 - 84.2	82.7 - 85.1	98.0 - 101.5
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	43.1 ± 0.507 ^a	79.9 ± 1.441 ^a	82.5 ± 0.747 ^a	95.8 ± 1.057 ^a
			Rango	42.1 - 44.1	77.0 - 82.7	81.0 - 84.0	93.7 - 97.9
	4D	84	Prom. ± ES	43.2 ± 0.363 ^a	81.1 ± 1.031 ^a	82.1 ± 0.534 ^a	96.1 ± 0.756 ^a
			Rango	42.5 - 43.9	79.0 - 83.1	81.1 - 83.2	94.6 - 97.6
	6D	57	Prom. ± ES	42.9 ± 0.391 ^a	82.7 ± 1.110 ^a	82.2 ± 0.575 ^a	97.3 ± 0.814 ^a
			Rango	42.1 - 43.6	80.5 - 84.9	81.0 - 83.3	95.7 - 98.9
	BLL	142	Prom. ± ES	42.9 ± 0.319 ^a	82.7 ± 0.907 ^a	82.8 ± 0.470 ^a	98.1 ± 0.665 ^a
			Rango	42.2 - 43.5	80.9 - 84.5	81.8 - 83.7	96.8 - 99.4

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p<0.05).

Tabla 16

Promedio de los índices productivos según sexo y edad dentaria de bovinos criollos

Cate- goría		N		Índice de anamorfosis	Índice de profundidad relativa del tórax	Índice dáctilo torácica	Índice de compacidad
Sexo	♂	181	Prom. ± ES	2.59 ± 0.269 ^a	52.1 ± 0.328 ^a	10.5 ± 0.0545 ^a	18.6 ± 0.535 ^a
			Rango	2.53 - 2.64	51.5 - 52.7	10.4 - 10.6	17.5 - 19.6
	♀	139	Prom. ± ES	2.43 ± 0.395 ^b	52.9 ± 0.482 ^a	10.2 ± 0.0802 ^b	15.7 ± 0.787 ^b
			Rango	2.35 - 2.50	52.0 - 53.9	10.1 - 10.4	14.2 - 17.3
Dentición	2D	37	Prom. ± ES	2.38 ± 0.479 ^a	52.0 ± 0.584 ^a	10.6 ± 0.0971 ^a	16.7 ± 0.954 ^a
			Rango	2.29 - 2.48	50.9 - 53.2	10.39 - 10.8	14.8 - 18.5
	4D	84	Prom. ± ES	2.49 ± 0.343 ^{ab}	52.5 ± 0.418 ^{ab}	10.4 ± 0.0695 ^{ab}	16.4 ± 0.682 ^a
			Rango	2.43 - 2.56	51.6 - 53.3	10.30 - 10.6	15.0 - 17.7
	6D	57	Prom. ± ES	2.52 ± 0.369 ^b	51.8 ± 0.450 ^{ab}	10.4 ± 0.0748 ^{ab}	17.6 ± 0.735 ^a
			Rango	2.45 - 2.59	50.9 - 52.7	10.24 - 10.5	16.2 - 19.1
	BLL	142	Prom. ± ES	2.63 ± 0.301 ^c	53.7 ± 0.367 ^c	10.1 ± 0.0611 ^c	18.0 ± 0.600 ^a
			Rango	2.57 - 2.69	53.0 - 54.5	9.94 - 10.2	16.8 - 19.2

Nota. Prom = promedio, ES = error estándar, 2D = dos dientes, 4D = cuatro dientes, 6D = seis dientes, BLL = boca llena, superíndices con letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p<0.05).

El índice cefálico expresa la relación entre el ancho y la longitud de cabeza, de este índice se encontró información brindada por Dipas (2015) quien pudo determinar que dicho índice fue de 47.51 ± 2.84 y 44.54 ± 2.33 en machos y hembras respectivamente, algo mayor que los valores que se reportan en la presente investigación (44.7 ± 0.285 - 41.3 ± 0.419 en machos y hembras respectivamente), pero similares a los reportes por Estrada *et al.*, (2023) (40.46 ± 2.77) de vacas criollas en México y superiores a los valores en bovinos criollos machos reportados por Cabezas *et al.*, (2019) (36.5 ± 3.61 cm y 43.13 ± 6.98 cm) en bovinos criollos machos y hembras de Ecuador.

El índice torácico relaciona el ancho anterior de tórax y la profundidad de tórax, expresa la forma de la sección torácica siendo mayor en ganado de tipo cárnico (más circular) y menor en ganado de tipo lechero (más elíptico); En la presente investigación se halló un índice torácico de (81.3 ± 0.809 - 81.8 ± 1.190) en machos y hembras respectivamente, siendo mayor que los reportados por Dipas (2015), Román (1992) en Perú, Cabezas *et al.*, (2019) en Ecuador y Rodríguez *et al.*, (2001) en Uruguay.

El índice corporal tiende a ser menor en el biotipo de razas sarcopoyéticas por adoptar una forma rectangular. En contraste a investigaciones nacionales en bovinos macho el índice más elevado fue reportado por Dipas (2015) (86.48 ± 3.86) en Ayacucho y por Gonzales (2008) (82.01 ± 4.03) en Cusco, dichos valores no son muy diferentes de los que se reportan en la presente investigación (80.9 ± 0.419 cm) el cual es similar al índice corporal reportado por Román (1992) (80.7 ± 5.0). En el caso de bovinos criollos hembras, el reporte más alto fue brindado por Delgado *et al.*, (2019) (89.23 ± 10.2) en Ancash, seguido de Dipas (2015) (88.97 ± 3.79) en Ayacucho, More (2016) (86.16 ± 1.18) en Puno, mientras que en la presente investigación, se pudo determinar que el índice corporal de las hembras evaluadas fue de 83.9 ± 0.617 , similar a lo reportado por Gonzales (2008) (83.87 ± 3.75) en la región Cusco, More (2016) (81.40 ± 0.77) en Ayacucho, Román (1992) reportó un valor promedio de 80.7 ± 5.0 para dicho índice.

En comparación a estudios internacionales el índice corporal fue inferior al reporte de Rodríguez *et al.*, (2001) (88.2) en Uruguay y similar al reporte de Estrada *et al.*, (2023) (83.31) en vacas criollas de México.

Respecto al índice pelviano, los resultados de la presente investigación en bovinos machos y hembras (93.9 ± 0.59 - 99.7 ± 0.87) fueron superiores con respecto al reporte de Delgado *et al.*, (2019) (93.57 ± 5.51) en vacas criollas de Ancash, More (2016) (96.90 ± 1.06 y 98.82 ± 1.07) en vacas criollas de Ayacucho y Puno, Dipas (2015) (87.15 ± 5.66 - 93.89 ± 5.55) en bovinos machos y hembras de Ayacucho y de Gonzales (2008) (89.58 ± 3.442 - 93.15 ± 3.034) en bovinos machos y hembras; pero fueron muy diferentes a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2001) (130.15) de bovinos criollos de Uruguay o de Cabezas *et al.*, (2019) (48.18 ± 8.28 - 49.54 ± 7.83) en bovinos machos y hembras de Ecuador. Además, es similar a lo reportado por Estrada *et al.*, (2023) (93.72 ± 9.63) en vacas criollas de México.

Respecto al índice de anamorfosis, al ser menor se considera un bovino alto de patas y más liviano; los resultados del presente estudio mostraron que este índice fue (2.59 ± 0.026 - 2.43 ± 0.039) superior a lo reportado por Gonzales (2008) (2.26 ± 0.29 - 2.07 ± 0.16) en bovinos machos y hembras, Román (1992) (2.2 ± 0.3), Delgado *et al.*, (2019) (2.02 ± 0.33) en vacas de Ancash, More (2016) (2.18 ± 0.02) vacas criollas de Ayacucho, Dipas (2015) (1.91 ± 0.22 - 1.86 ± 0.21) en bovinos machos y hembras de Huamanga Ayacucho. Otros reportes un tanto inferiores reportados por Rodríguez *et al.*, (2001) (2.04) en Uruguay y por Estrada *et al.*, (2023) (2.00 ± 0.21) en vacas criollas de México.

El índice de profundidad relativa del tórax indica que tanto está el bovino sobre el nivel del suelo. Los resultados del presente estudio fueron (52.1 ± 0.328 - 52.9 ± 0.482) en machos y hembras, similares a lo reportado por Dipas (2015) (51.1 ± 2.04 - 50.54 ± 2.42) en bovinos criollos de Ayacucho y por Cabezas *et al.*, (2019) (47.74 ± 14.98 - 51.52 ± 5.21) en bovinos criollos machos y hembras de Ecuador.

El índice dáctilo torácico, da idea del grado de finura del esqueleto. Los resultados del presente estudio fueron (10.5 ± 0.05 - 10.2 ± 0.08) en machos y hembras, de modo que refleja que no son voluptuosos, pero poseen un grado de finura del esqueleto, siendo similares a los reportes por More (2016) (10.42 ± 0.08 - 9.89 ± 0.08) en vacas criollas de Ayacucho y Puno, Dipas (2015) (11.41 ± 0.46 - 10.78 ± 0.59) en bovinos criollos machos y hembras de Ayacucho y por Gonzales (2008) (11.03 ± 0.614 - 10.44 ± 0.469) en bovinos macho y hembras en Cusco. En comparación a estudios internacionales el índice dáctilo torácica fue similar al reporte de Cabezas *et al.*, (2019) (11.2 ± 1.98 - 9.88 ± 0.48) en Ecuador y Rodríguez *et al.*, (2001) (10.5) en Uruguay como valor promedio.

El índice de compacidad o peso relativo, los resultados de la presente investigación fueron, (18.6 ± 0.535 - 15.7 ± 0.787 en machos y hembras), inferiores al reporte de Román (1992) (21.4 ± 15.1) en Perú, pero difieren al reporte de Cabezas *et al.*, (2019) (433.06 ± 19.79 - 310.35 ± 35.81) de bovinos criollos de Ecuador.

Tabla 17*Clasificación de bovinos criollos evaluados según índices zoométricos*

Índice	Clase	Intervalo	Machos	Hembras	Promedio
Cefálico	Braquicéfalo	< 36			
	Mesocéfalo	36 - 38			
	Dolicocéfalo	> 38	44.7 ± 0.285	41.3 ± 0.419	43 ± 0.35
Corporal	Brevilíneo	≤ 85	80.9 ± 0.419	83.9 ± 0.617	82.4 ± 0.52
	Mesolíneo	86 - 88			
	Longilíneo	≥ 90			
Torácico	Braquitorácico	< 52			
	Mesotorácico	52 - 54			
	Dolicotorácico	> 54	81.3 ± 0.809	81.8 ± 1.190	81.5 ± 0.99
Profundidad relativa del tórax	Braquimorfo	< 43			
	Mesomorfo	43 - 45			
	Dolicomorfo	> 45	52.1 ± 0.328	52.9 ± 0.482	52.5 ± 0.41
Pelviano	Braquipélvico	< 99	93.9 ± 0.593		96.8 ± 0.73
	Mesopélvico	99 - 101		99.7 ± 0.873	
	Dolicopélvico	> 101			
Dáctilo- torácica	Correlación baja	< 11	10.5 ± 0.054	10.2 ± 0.080	10.35 ± 0.06
	Correlación media	11 - 12			
	Correlación alta	> 12			
Anamorfosis			2.59 ± 0.026	2.43 ± 0.039	
Compacidad			18.6 ± 0.535	15.7 ± 0.787	

Analizando los resultados de la presente investigación, se ve que los índices zoométricos de los bovinos criollos evaluados podemos considerar que los animales pertenecen a la categoría de dolicocéfalos al ser su valor menor a 38; en otras palabras, estos bovinos poseen un cráneo alargado. Por otro lado, considerando la sistemática baroniana, el índice corporal lo categoriza como brevilíneo (valor menor o igual a 85) ello implica que es un bovino de tipo acortado, ancho

y compacto, es decir que tiene predominio de medidas transversales sobre las longitudinales. Respecto al índice torácico se le puede clasificar como dolictorácico (valor mayor a 54) es decir que poseen una sección torácica más elíptica que circular. En lo que refiere al índice de profundidad relativa del tórax, el resultado del presente estudio haría que se ubique como dolicomorfo (valor mayor a 45). Por otro lado, el índice pelviano en machos lo incluiría dentro del grupo denominado braquipélvico (valor menor a 99) pero en caso de bovinos criollos hembras lo posicionaría como mesopélvico (valor entre 99 - 101) lo cual nos da una idea de la buena aptitud reproductiva de las hembras. El índice dáctilo torácico obtenido implica cierto grado de finura del esqueleto, además, el índice de anamorfosis e índice de compacidad corroboran que los bovinos criollos son de patas cortas, de tipo lechero y de poco peso corporal respectivamente.

Por último, la clasificación de acuerdo al peso vivo los bovinos criollos evaluados, se consideren elipométricos (del tipo sub elipométrico) por poseer poco peso y tamaño corporal con una tendencia hacia ser eumétricos, vale decir que son armónicos al ser elipométricos y brevilineos, además de ser coincidente con lo reportado por Delgado (2018) respecto a bovinos criollos de Ancash, considerar que los bovinos criollos están adaptados al pastoreo en pastizales de mala calidad, con un esqueleto desarrollado y son justificadas debido al nicho ecológico donde se desarrolla su crianza. Es decir, la sierra peruana en donde hay escasas de agua en temporadas secas, predominio de pasturas naturales, incidencia de incendios forestales, cambio climático y la topografía, hacen de este un bovino rustico, en tal sentido escaso peso y reducido tamaño, dichas características hacen que este tipo de bovinos requieran una menor cantidad de alimentos para satisfacer sus necesidades energéticas y así mantenerse en homeostasis, además, pueden desplazarse de forma más cómoda en el ambiente agreste de los andes.

En síntesis, con la información obtenida se puede decir que la muestra de bovinos criollos beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco, tiene una predisposición de acuerdo con su estructura corporal del tipo lactopoyético o lechero, aunque con bajos niveles de producción, pero con una buena adaptación a las condiciones ambientales.

6.2. Correlaciones múltiples de medidas biométricas e índices zootécnicos de bovinos criollos

6.2.1. Correlación entre medidas biométricas

Los tres coeficientes de correlación más altos con referencia al peso vivo para la muestra en general (machos y hembras), fueron el perímetro de tórax oblicuo ($r = 0.94$), peso carcasa caliente ($r = 0.91$), ancho anterior de tórax ($r = 0.80$). Con respecto al peso de carcasa caliente es el perímetro de tórax oblicuo ($r = 0.91$), perímetro de caña anterior ($r = 0.80$) y ancho de tórax anterior ($r = 0.76$), dichas correlaciones fueron estadísticamente significativas ($p < 0.01$) como puede observarse en la Tabla 18, donde además se pueden observar las demás correlaciones biométricas múltiples.

Tabla 18

Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos en general

Correlación general entre medidas biométricas	Peso vivo	Peso carcasa	Ancho cabeza	Longitud cabeza	Ancho de morro	Perímetro torácico oblicuo	Largo de tórax	Ancho de tórax anterior	Profundidad de tórax	Largo de cuerpo	Alzada a la cruz	Alzada a la grupa	Ancho anterior de grupa	Longitud de grupa	Perímetro de caña anterior	Perímetro de caña posterior
Peso vivo	1	0.91	0.65	0.66	0.60	0.94	0.68	0.80	0.69	0.77	0.59	0.64	0.61	0.67	0.79	0.74
Peso carcasa	0.000	1	0.69	0.56	0.57	0.91	0.61	0.76	0.54	0.66	0.47	0.52	0.42	0.58	0.80	0.71
Ancho cabeza	0.000	0.000	1	0.48	0.46	0.67	0.45	0.56	0.32	0.43	0.28	0.33	0.18	0.42	0.75	0.62
Longitud cabeza	0.000	0.000	0.000	1	0.48	0.68	0.57	0.50	0.63	0.67	0.52	0.56	0.52	0.59	0.57	0.59
Ancho morro	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.58	0.39	0.52	0.46	0.50	0.43	0.42	0.33	0.48	0.50	0.46
Per. tórax oblicuo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.65	0.80	0.67	0.73	0.53	0.57	0.57	0.65	0.80	0.73
Largo de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.45	0.58	0.88	0.54	0.59	0.61	0.60	0.49	0.47
Anch tórax anter.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.49	0.51	0.40	0.43	0.43	0.46	0.67	0.59
Prof. de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.69	0.63	0.69	0.67	0.60	0.48	0.54
Largo cuerpo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.62	0.68	0.73	0.72	0.54	0.57
Alzada a la cruz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.89	0.62	0.60	0.43	0.50
Alzada a la grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.64	0.63	0.51	0.57
Anch anter grupa	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.67	0.33	0.43
Longitud de grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.52	0.55
Per. caña anterior	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.87
Per caña posterior	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Nota. Datos por encima de la diagonal de la matriz corresponden a los coeficientes de correlación entre las medidas biométricas. Datos por debajo de la diagonal corresponden a los valores de probabilidad (p-value) de las correlaciones entre las medidas biométricas de bovinos criollos en general (machos y hembras).

Del análisis correlacional, para el subgrupo de bovinos hembra (n = 141); se vio que, con respecto al peso vivo, tuvo una correlación el perímetro de tórax oblicuo de 0.91, la profundidad de tórax y el ancho anterior de grupa de 0.80. Con respecto al peso de carcasa caliente, el perímetro de tórax oblicuo tuvo una correlación de 0.86, mientras que largo de cuerpo y ancho anterior de grupa de 0.72 y el perímetro de caña anterior de 0.71, las correlaciones antes mencionadas fueron significativas ($p < 0.01$) (ver Tabla 19).

Por otro lado, el subgrupo conformado por bovinos criollos machos (n = 181), con respecto a la correlación al peso vivo, el perímetro de tórax oblicuo tuvo un coeficiente de correlación de 0.94, y con el peso de carcasa caliente fue de 0.92. Otra medida que tuvo una alta correlación con el peso vivo fue el largo de cuerpo ($r = 0.86$). Con respecto al peso de carcasa caliente las medidas biométricas que tuvieron mayor correlación fueron, el perímetro de tórax oblicuo ($r = 0.92$), largo de cuerpo ($r = 0.81$) y ancho anterior de tórax ($r = 0.77$). Las correlaciones antes indicadas fueron significativas ($p < 0.01$). Además, las otras correlaciones biométricas con respecto al peso vivo y peso de carcasa pueden apreciarse en la Tabla 20.

Al comparar, las correlaciones de los pesos vivos y de carcasa caliente con respecto a las medidas biométricas entre machos y hembras, hay correlaciones que difieren numéricamente, sin embargo, no son significativas ($p > 0.05$) como la longitud de cabeza, ancho de morro, largo de tórax, profundidad de tórax, ancho anterior de grupa, longitud de grupa, perímetro de caña anterior y posterior, pero en otras correlaciones el ancho de cabeza, perímetro torácico oblicuo, ancho de tórax anterior, largo de cuerpo, alzada a la cruz y alzada a la grupa si fueron diferentes ($p < 0.05$) para el peso vivo y respecto al peso de carcasa caliente solo el perímetro torácico oblicuo ($p < 0.05$) (ver Tabla 21). Esto debido que los bovinos criollos machos difieren en ciertos aspectos biométricos con las hembras como es el caso de los paquetes musculares un poco más desarrollados. Se coincide con Flores (2002) que menciona que las vacas son beneficiadas al final de su vida reproductiva mientras que los toros a temprana edad después de ser engordados.

Tabla 19

Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos hembras

Correlación entre medidas biométrica en bovinos hembra	Peso vivo	Peso carcasa	Ancho de cabeza	Longitud cabeza	Ancho de morro	Perímetro tórax oblicuo	Largo de tórax	Ancho de tórax anterior	Profundidad de tórax	Largo de cuerpo	Alzada a la cruz	Alzada a la grupa	Ancho anterior grupa	Longitud de grupa	Perímetro de caña anterior	Perímetro de caña posterior
Peso vivo	1	0.90	0.44	0.70	0.50	0.91	0.65	0.68	0.80	0.77	0.58	0.60	0.80	0.75	0.72	0.71
Peso carcasa	0.000	1	0.45	0.60	0.50	0.86	0.63	0.67	0.70	0.72	0.56	0.56	0.72	0.70	0.71	0.70
Ancho cabeza	0.000	0.000	1	0.42	0.23	0.45	0.41	0.39	0.45	0.39	0.27	0.32	0.38	0.41	0.51	0.49
Longitud cabeza	0.000	0.000	0.000	1	0.40	0.74	0.59	0.44	0.70	0.68	0.51	0.55	0.63	0.65	0.58	0.61
Ancho morro	0.000	0.000	0.005	0.000	1	0.48	0.17	0.38	0.42	0.41	0.41	0.35	0.34	0.46	0.32	0.37
P. tórax oblicuo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.58	0.70	0.81	0.71	0.53	0.56	0.75	0.72	0.70	0.70
Largo de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.000	1	0.27	0.61	0.87	0.54	0.64	0.71	0.62	0.49	0.47
Anc tórax anter	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	1	0.53	0.32	0.32	0.32	0.47	0.39	0.51	0.45
Prof. de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.70	0.54	0.59	0.71	0.66	0.63	0.66
Largo cuerpo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.56	0.64	0.77	0.75	0.57	0.58
Alzada a cruz	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.87	0.58	0.59	0.45	0.50
Alzada a grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.62	0.61	0.51	0.54
Ancho de grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.71	0.63	0.64
Longitud grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.58	0.61
P caña anterior	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.85
P caña posterior	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Nota. Datos por encima de la diagonal de la matriz corresponden a los coeficientes de correlación entre las medidas biométricas. Datos por debajo de la diagonal corresponden a los valores de probabilidad (p-value) entre las medidas biométricas de bovinos criollos hembras.

Tabla 20

Matriz de correlación entre medidas biométricas de bovinos criollos machos

Correlación entre medidas biométricas bovinos macho	Peso vivo	Peso carcasa	Ancho de cabeza	Longitud cabeza	Ancho de morro	Perímetro torácico oblicuo	Largo de tórax	Ancho de tórax anterior	Profundidad de tórax	Largo de cuerpo	Alzada a la cruz	Alzada a la grupa	Ancho anterior de grupa	Longitud de grupa	Perímetro de caña anterior	Perímetro de caña posterior
Peso vivo	1	0.92	0.65	0.64	0.62	0.94	0.74	0.81	0.77	0.86	0.73	0.76	0.83	0.68	0.78	0.69
Peso carcasa	0.000	1	0.59	0.57	0.60	0.92	0.71	0.77	0.70	0.81	0.65	0.66	0.74	0.65	0.72	0.62
Ancho cabeza	0.000	0.000	1	0.53	0.54	0.66	0.60	0.51	0.48	0.63	0.51	0.50	0.59	0.56	0.65	0.54
Long. cabeza	0.000	0.000	0.000	1	0.50	0.64	0.55	0.51	0.60	0.67	0.57	0.59	0.61	0.55	0.59	0.57
Ancho morro	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.60	0.56	0.56	0.55	0.61	0.50	0.52	0.53	0.50	0.54	0.43
P tórax oblicu	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.73	0.80	0.73	0.83	0.67	0.67	0.80	0.68	0.79	0.68
Largo de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.56	0.58	0.88	0.56	0.56	0.64	0.59	0.58	0.50
Ancho tórax a.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.56	0.66	0.54	0.55	0.68	0.52	0.68	0.57
Prof. de tórax	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.69	0.70	0.77	0.67	0.55	0.64	0.59
Largo cuerpo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.69	0.71	0.77	0.70	0.69	0.63
Alzada a cruz	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.92	0.70	0.61	0.66	0.62
Alzada a grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.70	0.64	0.70	0.67
Ancho grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.72	0.68	0.64
Long. grupa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.63	0.55
P caña anterio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1	0.85
P caña post.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1

Nota. Datos por encima de la diagonal de la matriz corresponden a los coeficientes de correlación entre medidas biométricas. Datos

por debajo de la diagonal corresponden a los valores de probabilidad (p-value) entre medidas biométricas de bovinos criollos machos.

Tabla 21

Matriz de diferencia de correlaciones biométricas entre bovinos criollos machos y hembras

Diferencia de correlaciones de medidas biométricas entre machos y hembras	Peso vivo	Peso de carcasa	Ancho de cabeza	Longitud cabeza	Ancho de morro	Perímetro torácico oblicuo	Largo de tórax	Ancho de tórax anterior	Profundidad de tórax	Largo de cuerpo	Alzada a la cruz	Alzada a la grupa	Ancho anterior de grupa	Longitud de grupa	Perímetro de caña anterior	Perímetro de caña posterior
Peso vivo	1	0.438	0.008	0.325	0.109	0.050	0.143	0.012	0.593	0.022	0.015	0.012	0.324	0.244	0.259	0.647
Peso carcasa		1	0.101	0.699	0.240	0.022	0.181	0.067	0.905	0.061	0.238	0.162	0.730	0.482	0.885	0.266
Ancho cabeza			1	0.200	0.001	0.005	0.027	0.196	0.736	0.003	0.010	0.061	0.017	0.075	0.053	0.547
Long. de cabeza				1	0.245	0.099	0.612	0.435	0.136	0.830	0.500	0.668	0.832	0.146	0.886	0.605
Ancho de morro					1	0.131	0.000	0.047	0.121	0.021	0.318	0.074	0.040	0.645	0.015	0.558
P. tórax oblicuo						1	0.200	0.045	0.083	0.005	0.056	0.112	0.236	0.497	0.078	0.799
Largo de tórax							1	0.001	0.626	0.728	0.809	0.284	0.215	0.610	0.286	0.708
Ancho tórax ant								1	0.663	0.000	0.020	0.015	0.004	0.128	0.020	0.183
Prof. de tórax									1	0.958	0.019	0.003	0.523	0.108	0.936	0.282
Largo de cuerpo										1	0.050	0.287	0.949	0.293	0.077	0.488
Alzada a la cruz											1	0.023	0.079	0.751	0.007	0.129
Alzada a grupa												1	0.205	0.700	0.006	0.078
Ancho de grupa													1	0.738	0.439	0.988
Longitud grupa														1	0.489	0.433
P. caña anterior															1	0.890
P. caña posterior																1

Nota. Datos por encima de la diagonal de la matriz corresponden a la diferencia entre correlaciones biométricas entre bovinos criollos

machos y hembras evaluados.

Se coincide con De Escobar *et al.*, (2014) quienes mencionaron que el perímetro de tórax (PT) es el mejor indicador del peso vivo (PV); entre el PT y PV hay una relación directa con un $r = 0.92$. Gonzales (2008) reportó que el perímetro torácico tiene una correlación más alta con respecto al peso de carcasa caliente ($r = 0.943$; 0.806) en machos y hembras respectivamente, con el cual existe una ligera diferencia con los resultados del presente estudio, pese a ser animales de la misma región, esto pudiera deberse al mayor número de animales que fueron evaluados en la presente investigación y al usar animales que se encontraron en un rango más ajustado de condición corporal (bovinos criollos machos de 1.5 a 4 y en hembras de 1.5 a 3 de condición corporal).

Contreras *et al.*, (2020) reportaron resultados de bovinos criollos con coeficientes de correlación altas y significativas ($p < 0.01$) entre el peso vivo (PV) y las medidas biométricas del perímetro torácico (0.91), largo de cuerpo (0.89), largo de cabeza (0.79), altura de grupa (0.78), altura de cruz (0.77). Adicional a esto, Contreras *et al.*, (2021) también reportaron correlaciones moderadas y significativas ($p < 0.01$) entre peso corporal (PC) y medidas zoométricas de altura a la grupa (0.57), perímetro torácico (0.58), largo de cuerpo (0.60), alzada a la cruz (0.56) y perímetro abdominal (0.58); además de indicar que el perímetro de tórax, largo de cuerpo y alzada a la cruz como buenos indicadores del peso corporal en bovinos criollos en Huancavelica.

Estrada *et al.*, (2023) reportaron resultados un tanto inferiores de 46 bovinos criollos hembras en México con coeficientes de correlación de media a alta y significativas ($p < 0.05$) entre el peso vivo y medidas biométricas, donde el perímetro torácico (0.70), tuvo menor correlación que los estudios antes referidos, como se menciona anteriormente es posible que el escaso número de datos pudiera ocasionar estas variaciones.

6.2.2. Correlación entre los pesos e índices zoométricos

El coeficiente de correlación más alto con respecto al peso vivo en función a los índices zoométricos de bovinos criollos en general fue el índice de anamorfosis ($r = 0.85$), el menos correlacionado de forma inversa fue el índice corporal ($r = -0.41$); referente al peso de carcasa caliente el índice que tuvo mayor correlación fue el índice de anamorfosis ($r = 0.86$) y el menos correlacionado fue el índice corporal ($r = -0.50$). Además, se puede apreciar también una correlación moderada entre el índice pelviano y el índice de anamorfosis con ($r = 0.44$), las correlaciones referidas resultaron significativas (ver Tabla 22).

En el caso de los bovinos macho, el coeficiente de correlación más alto respecto al peso vivo fue el índice de anamorfosis ($r = 0.85$), el índice dáctilo torácica, tiene una relación inversa ($r = -0.36$). En lo referido a las correlaciones del peso de carcasa caliente el índice de anamorfosis tuvo la mayor correlación ($r = 0.86$) mientras que el índice corporal tuvo una correlación inversa ($r = -0.40$). Y por otra parte se puede apreciar una correlación moderada entre el índice de pelviano y el índice de anamorfosis con ($r = 0.45$).

En las hembras bovinas, el coeficiente de correlación más alto del peso vivo con respecto a los índices zoométricos, fue el índice de anamorfosis ($r = 0.74$), el índice de pelviano tuvo una correlación intermedia ($r = 0.42$) mientras que el índice cefálico tuvo una correlación inversa, aunque baja ($r = -0.26$). Con relación al peso de carcasa caliente, el índice de anamorfosis igualmente tuvo una correlación directa más alta ($r = 0.71$) y el índice de compacidad estuvo correlacionado de forma inversa de grado leve ($r = -0.19$), las demás correlaciones pueden apreciarse en la Tabla 23. Pero referente para su comparación no se encontraron reportes similares.

Tabla 22

Matriz de correlación entre pesos e índices zoométricos de bovinos criollos en general

Correlación entre índices zoométricos	Peso vivo	Peso carcasa	Corporal	Anamorfosis	Torácico	Prof relativa tórax	Pelviano	Cefálico	Dáctilo torácico	Compacidad
Peso vivo	1	0.91	-0.41	0.85	0.21	0.10	0.33	0.14	-0.07	-0.03
Peso carcasa	0.0000	1	-0.50	0.86	0.11	-0.05	0.24	0.27	-0.01	0.05
Corporal	0.0000	0.0000	1	-0.63	-0.18	0.15	-0.14	-0.33	-0.01	-0.27
Anamorfosis	0.0000	0.0000	0.0000	1	0.22	0.00	0.44	0.23	-0.15	0.27
Torácico	0.0001	0.0469	0.0011	0.0000	1	0.15	-0.12	0.09	-0.10	0.32
Profundidad relativa del tórax	0.0709	0.4135	0.0075	0.9515	0.0094	1	0.15	-0.27	-0.27	-0.14
Pelviano	0.0000	0.0000	0.0124	0.0000	0.0306	0.0085	1	-0.10	-0.17	0.28
Cefálico	0.0103	0.0000	0.0000	0.0000	0.1167	0.0000	0.0850	1	0.32	0.25
Dactilo torácico	0.2073	0.8639	0.8034	0.0089	0.0628	0.0000	0.0017	0.0000	1	0.02
Compacidad	0.6177	0.3836	0.0000	0.0000	0.0000	0.0098	0.0000	0.0000	0.7037	1

Nota. Datos por encima de la diagonal de matriz corresponden a los coeficientes de correlación entre índices zoométricos. Datos por debajo de la diagonal corresponden a los valores de probabilidad (p-value) entre índices zoométricos.

Tabla 23

Matrices de correlación entre pesos e índices zoométricos de bovinos criollos machos y hembras

Correlación entre índices zoométricos de bovinos criollos		Peso vivo	Peso carcasa	Corporal	Anamorfosis	Torácico	Profundidad relativa tórax	Pelviano	Cefálico	Dáctilo torácico	Compacidad
Bovinos criollos machos	Peso vivo	1	0.92	-0.36	0.85	0.24	0.42	0.36	0.03	-0.32	-0.16
	Peso carcasa	0.0000	1	-0.40	0.86	0.12	0.12	0.33	0.04	-0.36	-0.11
	Corporal	0.0000	0.0000	1	-0.58	-0.19	-0.22	-0.20	-0.10	0.29	-0.14
	Anamorfosis	0.0000	0.0000	0.0000	1	0.27	0.35	0.45	0.07	-0.45	0.13
	Torácico	0.0011	0.0997	0.0123	0.0002	1	0.26	-0.17	0.05	-0.25	0.28
	Prof. relativa del tórax	0.0000	0.0000	0.0031	0.0000	0.0003	1	0.17	-0.04	-0.20	-0.02
	Pelviano	0.0000	0.0000	0.0066	0.0000	0.0213	0.0206	1	-0.11	-0.21	0.24
	Cefálico	0.7066	0.6328	0.1628	0.3280	0.4954	0.5635	0.1554	1	0.05	0.08
	Dáctilo torácico	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0066	0.0052	0.4984	1	-0.14
Compacidad	0.0350	0.1333	0.0526	0.0885	0.0002	0.7943	0.0010	0.2663	0.0614	1	
Bovinos criollos hembras	Peso vivo	1	0.90	-0.13	0.74	0.11	0.17	0.42	-0.26	-0.16	-0.16
	Peso carcasa	0.0000	1	-0.15	0.71	-0.03	0.13	0.32	-0.15	-0.12	-0.19
	Corporal	0.1255	0.0871	1	-0.44	-0.12	-0.02	-0.18	-0.02	0.23	-0.14
	Anamorfosis	0.0000	0.0000	0.0000	1	0.08	0.14	0.68	-0.19	-0.33	0.22
	Torácico	0.1822	0.7104	0.1561	0.3239	1	0.15	-0.07	0.03	-0.05	0.35
	Prof. relativa del tórax	0.0448	0.1243	0.7835	0.1111	0.0730	1	0.12	-0.04	0.01	0.00
	Pelviano	0.0000	0.0001	0.0319	0.0000	0.4299	0.1635	1	-0.07	-0.14	0.38
	Cefálico	0.0024	0.0792	0.7894	0.0225	0.7131	0.6793	0.3884	1	0.25	0.16
	Dáctilo torácico	0.0552	0.1541	0.0069	0.0000	0.5949	0.8614	0.0978	0.0035	1	-0.07
Compacidad	0.0572	0.0261	0.1056	0.0079	0.0000	0.9645	0.0000	0.0646	0.4434	1	

Nota. Datos por encima de las diagonales de matrices corresponden a los coeficientes de correlación. Datos por debajo de las diagonales corresponden a los valores de probabilidad (p-value).

6.3. Ecuaciones de predicción de peso en bovinos criollos

En la Tabla 24 se presentan ecuaciones de regresión múltiple a partir de medidas biométricas para predecir el peso vivo de bovinos criollos machos y hembras y otras de uso general. Estas ecuaciones tienen criterios de AIC y BIC (según la metodología empleada), para elegir el mejor modelo se tuvo en cuenta el modelo con menor AIC y BIC y un r^2 alta que indican un buen ajuste de dichas ecuaciones. Además de medidas biométricas se integró el grado de condición corporal (CC) para mejorar la precisión, tras permitir un mejor ajuste de estas. Las ecuaciones de la Tabla 24, tienen al perímetro de tórax oblicuo (PTOb) y siete de las ocho al ancho anterior de tórax (AATo), lo que destaca la relevancia de esta región anatómica.

Del mismo modo en la Tabla 25 se presentan ecuaciones lineales de regresión múltiple con los mismos criterios de información, para la estimación del peso de carcasa caliente de bovinos criollos, se destaca además que las ecuaciones generadas para bovinos criollos machos presentan mejores ajustes y el más práctico es la opción 6 con ($r^2 = 0.91$).

Del análisis de regresión múltiple y en contraste con la Tabla 6, la estimación del peso vivo en función de las variables biométricas como regresores presentan una variabilidad sobre el grado de ajuste de los modelos de regresión lineal múltiple y poseen una predisposición que a mayor número de variables regresores aumenta el ajuste de las ecuaciones y lo propio para el peso de carcasa caliente, sin embargo esto puede implicar un mayor trabajo tras registrar varias medidas para la predicción del peso de bovinos. Se coincide con Gonzales (2008) que reportó mejores ajustes del modelo ($r^2 = 0.91$) para el peso de carcasa caliente en bovinos criollos machos cuando se emplearon mayor número de medidas biométricas y la condición corporal como variables regresores, aunque en bovinos criollos hembras las ecuaciones tienen coeficientes de determinación más altos que Gonzales (2008) ($r^2 = 0.71$) para el mismo tipo de animales. Ello se debe al mayor número de regresores, tiene un efecto de mayor ajuste de estas ecuaciones, pero también podría deberse en parte al mayor número de bovinos hembra empleados en la presente investigación.

Tabla 24

Ecuaciones para estimar el peso vivo de bovinos criollos usando sus medidas biométricas

N°	Uso/Método	Ecuaciones de regresión lineal múltiple para peso vivo	r ²	AIC/ BIC	p-value
1	Macho (¹)	PVm = -613.8318 + 18.0268(CC) + 2.1988(PTOb) + 1.7707(AATo) + 0.8002(Prof.T) + 1.0121(LCu) + 1.1395(AzGr) + 2.6767(AAG)	0.956	904.78	<0.001
2	Macho (²)	PVm = -613.7954 + 18.5115(CC) + 2.2778(PTOb) + 1.7361(AATo) + 1.0296(LCu) + 1.3906(AzGr) + 2.7303(AAG)	0.955	-502.73	<0.001
3	Hembra (¹)	PVh = -519.4071 + 29.0697(CC) + 1.0474 (PTOb) + 2.7336(AATo) + 0.9179(Prof.T) + 0.9234(LCu) + 2.0852(AAG) + 2.1617(LGr) + 5.1476(PCñP)	0.922	751.49	<0.001
4	Hembra (²)	PVh = -520.6480 + 26.4970(CC) + 1.5414(PTOb) + 2.6328(AATo) + 1.3008(LCu) + 2.4530(AAG) + 5.9957(PCñP)	0.915	-312.41	<0.001
5	General (¹)	PV = -573.4231 + 11.2189(SM) + 22.1757(CC) - 0.8941(LogCa) + 1.8914(PTOb) + 2.1558(AATo) + 0.9399(Prof.T) + 1.0510(LCu) + 0.5793(AzGr) + 2.3069(AAG) + 0.8867(LGr) + 2.6579(PCñP)	0.949	1665.13	<0.001
6	General (¹)	PV = -581.9906 + 12.1506(SM) + 20.9689(CC) + 2.1826(PTOb) + 2.1188(AATo) + 1.0713(LCu) + 0.9549(AzGr) + 2.7160(AAG)	0.945	2559.73	<0.001
7	General (¹)	PV = -600.4528 + 23.0634(CC) + 3.1494(PTOb) + 1.1356(LCu) + 1.2854(AzGr)	0.931	2623.48	<0.001
8	General (²)	PV = -583.4619 + 9.7970(SM) + 21.4961(CC) + 2.0529(PTOb) + 2.0996(AATo) + 1.0630(LCu) + 0.8100(AzGr) + 2.6191(AAG) + 2.4380(PCñP)	0.946	-861.64	<0.001

Nota. (¹) Método Stepwise regression, (²): método Bayesiano. r²: coeficiente de determinación. AIC: Criterio de información Akaike, BIC: Criterio de información Bayesiana, CC: condición corporal, PTOb: perímetro torácico oblicuo, AATo: ancho anterior de tórax, Prof.T: profundidad de tórax, LCu: longitud de cuerpo, AzGr: alzada a la grupa, AAG: ancho anterior de grupa, LGr: longitud de grupa, PCñP: perímetro de caña posterior, SM: sexo macho, LogCa: longitud de cabeza.

Tabla 25

Ecuaciones para estimar el peso carcasa caliente de bovinos criollos usando sus medidas biométricas

N°	Uso/Método	Ecuaciones de regresión lineal múltiple para peso de carcasa caliente	r ²	AIC/ BIC	p-value
1	Macho (¹)	PCm = -355.1671 + 11.4563(CC) + 1.8059(AnCab) - 1.3862(LoCab) + 1.8589(PTOb) + 1.1149(AATo) + 0.7147(LCu) + 0.2977(AzGr) + 1.3905(PCñP)	0.920	641.04	<0.001
2	Macho (²)	PCm = -327.6987 + 10.6271(CC) - 1.2173(LoCab) + 1.9523(PTOb) + 1.0787(AATo) + 0.8394(LCu) + 1.9562(PCñP)	0.922	-410.34	<0.001
3	Hembra (¹)	PCh = -245.3675 + 13.0008(CC) - 1.7078(LoCab) + 1.6306(AnMo) + 1.0311(PTOb) + 0.9201(LaTo) + 1.0783(AATo) + 0.4882(AzCr) - 0.4441(AzGr) + 0.8332(LGr) + 2.2371(PCñA) + 2.9562(PCñP)	0.875	627.92	<0.001
4	Hembra (²)	PCh = -241.3986 + 13.1902(CC) - 1.7086(LoCab) + 1.7634(AnMo) + 1.0579(PTOb) + 0.9138(LaTo) + 1.1536(AATo) + 0.9184(LGr) + 4.2776(PCñP)	0.869	-241.04	<0.001
5	General (¹)	PC = -330.8575 + 9.2398(SM) + 12.2369(CC) + 1.7772(AnCab) - 1.6736(LoCab) + 1.7470(PTOb) + 1.1055(AATo) - 0.5677(Prof.T) + 0.7622(LCu) + 0.3656(AzGr) + 2.4173(PCñP)	0.930	1490.48	<0.001
6	General (²)	PC = -346.1006 + 14.6693(SM) + 11.6466(CC) + 2.0925(PTOb) + 0.5165(LCu) + 0.3200(AzCr)	0.913		<0.001
7	General (²)	PC = -300.8744 + 13.1128(SM) + 11.0171(CC) - 1.6745(LoCab) + 1.7550(PTOb) + 1.1598(AATo) + 0.8242(LCu) + 2.7351(PCñP)	0.926	-769.32	<0.001

Nota. (¹) Método Stepwise regression, (²): método Bayesiano. r²: coeficiente de determinación. AIC: Criterio de información Akaike, BIC: Criterio de información Bayesiana. CC: condición corporal, AnCab: ancho de cabeza, LoCab: longitud de cabeza, PTOb: perímetro torácico oblícuo, AATo: ancho anterior de tórax, LCu: longitud de cuerpo, AzGr: alzada a la grupa, PCñP: perímetro de caña posterior, AnMo: ancho de morro, LaTo: largo de tórax, AzCr: alzada a la cruz, LGr: longitud de grupa, PCñA: perímetro de caña anterior, Prof.T: profundidad de tórax, SM: sexo macho.

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en la presente investigación y considerando el número de bovinos criollos evaluados que beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco, se concluye lo siguiente:

a) Las medidas biométricas e índices zoométricos comparados, evidenciaron un dimorfismo sexual ($p < 0.05$), además del incremento de las medidas biométricas conforme la edad dentaria aumenta. Los índices zoométricos obtenidos según su estructura corporal en general poseen una predisposición al tipo lactopoyetico o lechero, además de ser armónicos según su peso y estructura corporal (elipométricos y brevilineos) con ligera orientación cárnica en machos, sin llegar a las características de bovinos cárnicos.

b) En cuanto a las correlaciones entre las medidas biométricas e índices zoométricos con relación al peso vivo, en general se vio que las medidas biométricas tienen una relación positiva y directa que oscila entre 0.59 a 0.94 con respecto al peso vivo y de 0.42 a 0.91 para el peso de carcasa caliente. Con relación a los índices zoométricos se concluye que el índice de anamorfosis correlaciona directamente (0.85 - 0.86) y el índice corporal es inversamente (-0.41 y -0.50) para el peso vivo y peso de carcasa caliente respectivamente.

c) Referente a la estimación del peso vivo y de carcasa caliente en bovinos criollos, estos pueden ser predichos a partir de un conjunto de medidas biométricas que guardan correlación con los pesos. Es decir, cada medida biométrica posee un valor explicativo, donde la región anatómica del tórax específicamente el perímetro de tórax oblicuo ($r = 0.94$) y el ancho anterior de tórax ($r = 0.80$) guardan una relación alta y por tanto explicativa con respecto a los pesos evaluados, además la condición corporal (CC) un carácter que permite ajustar de mejor manera las ecuaciones de regresión lineal múltiple generadas.

VIII. RECOMENDACIONES

a) El bovino criollo es destinado para el consumo cárnico, en ese entender se debe potenciar el incremento de la alzada a la cruz, sin aumentar el diámetro longitudinal del bovino, ya que este posee caracteres de tipo lactopoyetico que lo hacen menos eficiente para ganar peso y por tanto carne.

b) Considerar en plano nutricional y sanitario adecuado en bovinos criollos de la región, para apreciar las verdaderas aptitudes productivas como lo es el peso de carcasa caliente y el peso vivo, el cual puede ser estimado con precisión mediante el uso de las ecuaciones planteadas en este trabajo de investigación.

c) Considerar un plan de conservación genética para el ganado bovino criollo de la región del Cusco, ya que se está erosionando y se encuentra en estado vulnerable.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alderson , GL. 1999. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. Reino Unido: Rare Breeds International, Avenue Q, N.A.C.
- Alvarado, F. 1982. Consejos prácticos para zootécnia en bovinos INIAP "Santa Catalina". Manual de explotación de bovinos lecheros., 55-57. Quito, Ecuador.
- Aracema, M; Mujica, F. 2011. Caracterización del bovino criollo patagónico chileno. Un estudio de caso. Agro Sur, 106-115.
- Bavera, GA; Peñafort, C. 2005. Condición corporal (CC). Sitio argentino de producción animal, 113. https://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf
- BIF. 2016. Beef Improvement Federation. Retrieved from Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs: https://beefimprovement.org/wp-content/uploads/2013/07/BIFGuidelinesFinal_updated0916.pdf
- Caballero, W; Flores, A. 2006. Pobreza y pobreza extrema rural: en la pequeña agricultura y en la agricultura de minifundio. Lima-Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina.
- Cabezas Congo, R; Barba Capote, C; Gonzáles Martínez, A; Cevallos Falquez, O; León Jurado, JM; Aguilar Reyes, JM; García Martínez, A. 2019. Estudio biométrico del bovino criollo de Santa Elena (Ecuador). Rev Mex Cienc Pecu, 819-836. doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4850>
- Carollo Limeres, MC. 2012. Departamento de estadística e investigación operativa. Retrieved from Regresión lineal simple: http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOSPHPDPTO/MATERIALES/Mat_50140116_Regr_%20simple_2011_12.pdf

- Carrastila Rodrigues, A; Chacón Rodriguez, A; K, N. M; Gomez Espinoza, O; Valverde, J; Guerrero Barrantes, M. 2016. Regresión lineal y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. doi:10.18845/tm.v29i8.2983
- Contreras P, JI; Cordero FA; Reymundo CB; Ramos A, HE; Curasma C, J; Delgado C, A. 2020. Correlación fenotípica y estimación del peso vivo en bovinos criollos. Rev Inv Vet Perú, 4-6. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17546>
- Contreras, JL; Cordero, AG; Curasma, J; Enriquez, D; Vilcapaza, L; Guitierrez, N; Del solar, J. 2021. Caracterización biométrica y estimación del peso corporal en bovinos criollos en la comunidad de Chuñuranra - Huancavelica (Perú). Archivos de zootecnia, 70(271): 246-250.
- De Alba, J. 1987. Criollo cattle of Latin America. Animal Genetic Resources. Strategies for improved use and conservation. Animal Production and Health paper, FAO 66; edited by John Hodges. <http://www.fao.org/docrep/010/ah806e/AH806E06.htm>.
- De Castilla Marin, MR. 2004. Genética y mejoramiento de animales domésticos. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- De Escobar, C; Villalobos, A; Núñez, J. 2014. Medidas zoométricas del ganado bovino criollo de panama. Invest. pens. crit., 2(5): 26-33.
- De Gea, GA; Petryna, A; Bonvillani, A; Turiello, P. 2008. Caracterización zoométrica de la cabra criolla de las sierras de los comechingones, córdoba, argentina. En: IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Mar de palta, provincia de buenos aires: Red Conbiand, Cytel.
- Delgado, A. 2018. El ganado vacuno criollo: fuente importante de carne en el Perú. Agroveter market, 1-6. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/ganado-vacuno-criollo-fuente-t41576.htm>

- Delgado C, A; García B, C; Allcahuamán M, D; Aguilar G, C; Estrada V, P; Vega A, H. 2019. Caracterización fenotípica del ganado criollo en el Parque Nacional Huascarán - Ancash, Perú. *Rev Inv Vet Perú*. 1143-1149. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16611>
- Delgado, JV. 2012. Conservación y utilización de los recursos genéticos de los animales de granja. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* (pp. 19-23). Córdoba- España: Universidad de Córdoba. http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo042_AICA2012.pdf
- Díaz Rivera, P; Vilaboa Arroniz, J; Wingching Jones, R; Zerina Córdova, P. 2013. Percepción, conocimiento y uso de las razas criollas lecheras tropicales (CLT) en países de Latinoamérica. *Revista Científica*, XXIII(4): 300-311. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95926991002>
- Diedenhofen; Musch 2015. Analysis of the data was done using the cocor package v1.1-3.
- Dipas Vargas, ES. 2015. *Zoometría e índices corporales del vacuno criollo en el matedero de Quicapata de la provincia de Huamanga, a 2720 m.s.n.m. Ayacucho - 2014* (Tesis de pregrado). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2827>
- Durán Ramírez , F. 2007. *Manual del ganadero actual Tomo I*. Bogota: Grupo Latino Ltda.
- Dzib, CA; Ortiz de Montellano, A; Torres Hernández, G. 2011. Variabilidad morfoestructural de ovinos blackbelly en Campeche, México. México.
- Enrique , HS. 2002. Estructura Corporal o "FRAME". *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-6. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/03-estructura_corporal_o_frame.pdf
- Espinosa, J; Ortega, R; Palacios, A; Guillen, A. 2011. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de diferentes grupos raciales de ganado bovino. *Revista MVZ Córdoba*, 2303. doi:10.21897/rmvz.288

- Espinoza Villavicencio, JL; Guevara Franco, JA; Palacios Espinoza, A. 2009. Caracterización morfológica y faneróptica del bovino criollo Chinampo de México. Archivos de zootecnia. 277-279.
- Estrada León, RJ; López Caraveo, E; Bojórquez Cat, JC; Moo Huchin, VM; Sierra Vásquez, AC. 2023. Caracterización etnológica de vacas criollas en el Estado de Campeche, México. Archivos de zootecnia. 72(279): 184-192.
- FAO. 2007. Global paln of action for animalgenetic resources and the interlaken declaration. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1250f/annexes/CountryReports/Peru.pdf>
- Fernández, G. 2000. Situación de los recursos genéticos domésticos locales del Uruguay. Montevideo.
- Flores , MA. 2002. Visión panorámica de la ganadería. En: Caballero W, Flores A, Arroyo O, Alcántar A (eds). Hacia una nueva agricultura, con énfasis en la generación y transferencia de tecnología. 245-314. Lima: CONCYTEC.
- Gonzales Aparicio, GW. 2008. Medición morfológica del ganado bovino criollo y su relación con el peso de carcasa caliente de animales beneficiados en el camal municipal de San Jeónimo - Cusco (Tesis de pregrado). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Hevia, ML; Quiles, A. 1993. Determinación del Dimorfismo Sexual en el Pura Sangre Inglés mediante Medidas Corporales.
- INAC. 2002. Instituto nacional de carnes - dirección de control y desarrollo de calidad. Retrieved from 2° congreso de producción y comercialización de carne: del campo al plato: https://www.inac.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
- Inchausti, D; Tagle, CT. 1980. Bovinotécnia: Exterior y razas. Buenos Aires : El ateneo.
- INEI. 2012. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012 Lima Perú: MINAGRI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1253/cap12/cap12.htm

- INEI. 2013. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima-Perú.
- Mahecha, L; Angulo, J; Manrique, L. 2002. Estudio bovinométrico y relaciones entre medidas corporales y el peso vivo en la raza Lucerna. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias*. 15(1): 80-87.
- Martínez, R; Fernández, E; Abbiati, N; Broccoli, A. 2007. Caracterización zoométrica de bovinos criollos: patagónicos vs. noreste argentino. *Revista MVZ Córdoba*. 1042-1049.
- Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. 2019. Razas de ganado del catálogo oficial de España. Madrid: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- More Montoya, MJ. 2016. Caracterización faneróptica y morfométrica del vacuno criollo en Ayacucho, Puno y Cajamarca (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.
- Narvaez, BC; Acero, A; Blanco, RJ. 2005. Variación morfométrica en poblaciones naturalizadas y domesticadas de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae) en el norte de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*
- Navidi, W. 2006. Estadística para ingenieros y científicos. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V.
- Parés, CM. 2006. Medidas e índices cefálicos en la raza bovina "Bruna dels Pirineus". <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090906.html>.
- Pond, KR; Pond, WG. 2006. Introducción a la ciencia animal. Zaragoza - España: Editorial Acribia, S.A.
- Pourrain, A. 2004. Tamaño, estructura corporal en vacunos o "Frame". Sitio Argentino de Producción Animal. 1-3. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/10-frame.pdf

- Quispe Coaquira, J; Apaza Zúñiga, E; Chambilla Carreón, P; Sapana Valdivia, R. 2014. índices reproductivos y productivos en un hato de bovinos criollos del antiplano peruano. Revista de Investigaciones altoandinas. 16(2): 49-56.
- Rivas, E; Veli, E; Aquino, Y; Rivas, V; Pastor, S; Estrada, R. 2007. Acciones para la caracterización y conservación del bovino criollo peruano (Bos taurus). Animal Genetic Resources Information: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/66/5/Rivas-et-al_2007_Bovinos_Conservaci%C3%B3n.pdf
- Rodríguez, M; Fernández, G; Silveira, C; Delgado, JV. 2001. Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I Análisis Biométrico. Archivos de zootecnia. 113-118.
- Rojas Espinoza, R; Gómez Urviola, N. 2005. Biometría y constantes clínicas del bovino criollo en el centro de investigación y producción Chuquibambilla de Puno (Perú). Archivos de Zootecnia. 54(206-207): 233-236.
- Rosemberg, BM. 2000. Producción de ganado vacuno de carne y doble propósito. CONCYTEC. Lima- Perú.
- Rouse, J.E. 1977. The Criollo, Spanish Cattle in the Americas. University of Oklahoma Press, Norman, p. 303.
- Sañudo Astiz, C. 2011. Atlas mundial de etnología zootécnica. España: Servet editorial.
- Sañudo, C. 2009. Valoración morfológica de los animales domésticos. Sociedad española de zooetnólogos (Primera ed.). Madrid: Ministerio de Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Serrano, J. 2014. Proceso y rendimiento del canal bovino. Curso de producción bovina de carne. Bogotá Colombia: Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad de Ciencias aplicadas y ambientales. Bogotá. Colombia.
- Smith, TM; Smith, RL. 2007. Ecología (Sexta ed.). Madrid: Pearson Educación, S. A. https://ele.chaco.gob.ar/pluginfile.php/724686/mod_resource/content/1/ECOLOG%C3%8DA%20.PDF

Sociedad Española de Zooetnólogos. 2009. Valoración morfológica de los animales domesticos.

In P. M. Parés Casanova, Zoometría. España: Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. pp. 184-189.

Téllez, JG. 1978. Manual de industrias carnicas. Trozado de carnes, embutidos y salchichas. Lima.

Villalba Pacheco, H. 2015. Ciencia ambiental - medio ambiente - Ecología. Editorial Atlas. Tercera ed. Cusco. Perú.

Vinuesa, P. 2016. Correlación: teoría y práctica.

https://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/R4biosciences/docs/Tema8_correlacion.pdf

Von den Driesch, A. 1976. A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites. Peabody Museum Bull. 1. Harvard University.

X. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de recolección de información biométrica

Nº	Nº
	CÓDIGO:
	FECHA
	TAB. PROCEDENCIA
	SEXO
	DENTICIÓN
	CC
	PESO VIVO (Kg)
	PESO CARCASA (Kg)
	ANCHO DE CABEZA
	LONGITUD DE
	ANCHO DETRÁS MORROS
	PERÍMETRO TORÁXICO RECTO
	PERÍMETRO TORÁXICO OBLICUO
	LARGO DE TÓRAX
	ANCHO DE TÓRAX ANTERIOR
	ANCHO DE TÓRAX POSTERIOR
	PROFUNDIDAD DE TÓRAX
	LARGO DE CUERPO
	ALZADA A LA CRUZ
	ALZADA A LA GRUPA
	ANCHO ANTERIOR DE GRUPA
	LONGITUD DE GRUPA
	ANCHO POSTERIOR DISTANCIA ENTRE ISQUIONES
	PERÍMETRO DE CAÑA ANTERIOR
	PERÍMETRO DE CAÑA POSTERIOR

Anexo 2. Línea de comandos para el análisis de un dato con lenguaje de programación R

```
DATOS1<-read.csv('DATOSAF.csv', header = T, sep= ";")
head(DATOS1)
str(DATOS1)
DATOS1$SEXO<-as.factor(DATOS1$SEXO)
DATOS1$DENT<-as.factor(DATOS1$DENT)
DATOS1$CC<-as.factor(DATOS1$CC)
library(car)
library(emmeans)
#
#   variable ALZADA A LA CRUZ (Al_Cx)
#
#VARIABLE RESPUESTA
VR<-DATOS1$Al_Cx
#
#GRAFICOS DE NORMALIDAD
boxplot(VR ~ DATOS1$SEXO, col = "yellow" ,main = "ALZADA A LA CRUZ")
qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
qqline(VR, col = "red")
#PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
ks.test(x=VR,"pnorm", mean(VR), sd(VR))
#
#PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
fligner.test(VR ~ DATOS1$SEXO)
leveneTest(VR ~ DATOS1$SEXO,center = "median")
#
#USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
#
M_VR<-lm(VR ~ DENT + SEXO + CC, data=DATOS1)
summary(M_VR)
anova(M_VR)
#
#COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
#
# ELABORACION DE GRILLA
M_VR.rg = ref_grid(M_VR)
#
#COMPARACION DE SEXOS
M_VR.RG.EMM.SEXO = emmeans(M_VR.rg, "SEXO")
summary(M_VR.RG.EMM.SEXO)
contrast(M_VR.RG.EMM.SEXO, "pairwise")
plot(M_VR.RG.EMM.SEXO, col="blue")
#
#COMPARACION DE DENTICIONES
M_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M_VR.rg, "DENT")
summary(M_VR.RG.EMM.DENT)
contrast(M_VR.RG.EMM.DENT, "pairwise")
plot(M_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
#
#   PARA DATOS DE HEMBRAS
#
#VARIABLE RESPUESTA
VR<-DATOS2$Al_Cx
```

```

#
#GRAFICOS DE NORMALIDAD
boxplot(VR ~ DATOS2$DENT, col = "yellow" ,main ="ALZADA A LA CRUZ")
qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
qqline(VR, col = "red")
#PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
ks.test(x= VR,"pnorm", mean(VR), sd(VR))
#
#PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
fligner.test(VR ~ DATOS2$DENT)
leveneTest(VR ~ DATOS2$DENT,center = "median")
#
#USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
#
M2_VR<-lm(VR ~ DENT + CC, data=DATOS2)
summary(M2_VR)
anova(M2_VR)
#
#COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
#
# ELABORACION DE GRILLA
M2_VR.rg = ref_grid(M2_VR)
#
#COMPARACION DE DENTICIONES
M2_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M2_VR.rg, "DENT")
summary(M2_VR.RG.EMM.DENT)
contrast(M2_VR.RG.EMM.DENT,"pairwise")
plot(M2_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
#
# PARA DATOS DE MACHOS
#
#VARIABLE RESPUESTA
VR<-DATOS3$A1_Cx
#
#GRAFICOS DE NORMALIDAD
boxplot(VR ~ DATOS3$DENT, col = "yellow" ,main ="ALZADA A LA CRUZ")
qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
qqline(VR, col = "red")
#PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
ks.test(x=VR,"pnorm", mean(VR), sd(VR))
#
#PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
fligner.test(VR ~ DATOS3$DENT)
leveneTest(VR ~ DATOS3$DENT,center = "median")
#
#USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
#
M3_VR<-lm(VR ~ DENT + CC, data=DATOS3)
summary(M3_VR)
anova(M3_VR)
#
#COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
#
# ELABORACION DE GRILLA
M3_VR.rg = ref_grid(M3_VR)
#
#COMPARACION DE DENTICIONES

```

```

M3_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M3_VR.rg, "DENT")
summary(M3_VR.RG.EMM.DENT)
contrast(M3_VR.RG.EMM.DENT, "pairwise")
plot(M3_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
#

```

RESULTADOS

```

> # variable ALZADA A LA CRUZ(Al_Cx)
> #
> #VARIABLE RESPUESTA
> VR<-DATOS1$Al_Cx
> #
> #GRAFICOS DE NORMALIDAD
> boxplot(VR ~ DATOS1$SEXO, col = "yellow" ,main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqline(VR, col = "red")
> #PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
> ks.test(x=VR, "pnorm", mean(VR), sd(VR))

```

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```

data: VR
D = 0.071983, p-value = 0.07258
alternative hypothesis: two-sided

```

Warning message:

```

In ks.test.default(x = VR, "pnorm", mean(VR), sd(VR)) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test

```

```

> #
> #PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
> fligner.test(VR ~ DATOS1$SEXO)

```

Fligner-Killeen test of homogeneity of variances

```

data: VR by DATOS1$SEXO
Fligner-Killeen:med chi-squared = 0.59461, df = 1, p-value = 0.4406

```

```

> leveneTest(VR ~ DATOS1$SEXO, center = "median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")

```

group	Df	F value	Pr(>F)
1	318	0.9257	0.3367

```

> #
> #USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
> #
> M_VR<-lm(VR ~ DENT + SEXO + CC, data=DATOS1)
> summary(M_VR)

```

Call:

```
lm(formula = VR ~ DENT + SEXO + CC, data = DATOS1)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-15.8688	-4.5801	-0.1616	3.3023	27.5051

Coefficients:

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
----------	------------	---------	----------

```

(Intercept) 115.7830    1.6259   71.214 < 2e-16 ***
DENT4D      1.2850     1.2463    1.031  0.30332
DENT6D     -0.3506     1.3652   -0.257  0.79751
DENT8D      0.4147     1.3518    0.307  0.75922
SEXOMACHO  -3.3019     1.1662   -2.831  0.00494 **
CC2         3.7972     1.1750    3.232  0.00136 **
CC2.5       5.4001     1.3103    4.121  4.84e-05 ***
CC3         6.1711     1.4712    4.195  3.57e-05 ***
CC3.5       8.3622     1.9163    4.364  1.74e-05 ***
CC4        13.7429     3.3943    4.049  6.51e-05 ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.233 on 310 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.09875, Adjusted R-squared: 0.07258
F-statistic: 3.774 on 9 and 310 DF, p-value: 0.0001574

```

> anova(M_VR)
Analysis of Variance Table

```

```

Response: VR
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
DENT    3  114.2   38.072   0.9799    0.4024
SEXO    1   22.2   22.166   0.5705    0.4506
CC      5 1183.2  236.647  6.0911 2.128e-05 ***
Residuals 310 12044.0  38.851

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

> #
> #COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
> #
> # ELABORACION DE GRILLA
> M_VR.rg = ref_grid(M_VR)
> #
> #COMPARACION DE SEXOS
> M_VR.RG.EMM.SEXO = emmeans(M_VR.rg, "SEXO")
> summary(M_VR.RG.EMM.SEXO)
SEXO  emmean    SE df lower.CL upper.CL
HEMBRA  122 1.069 310     120     124
MACHO   119 0.727 310     118     120

```

Results are averaged over the levels of: DENT, CC

Confidence level used: 0.95

```

> contrast(M_VR.RG.EMM.SEXO, "pairwise")
contrast      estimate    SE df t.ratio p.value
HEMBRA - MACHO      3.3 1.17 310    2.831 0.0049

```

Results are averaged over the levels of: DENT, CC

```

> plot(M_VR.RG.EMM.SEXO, col="blue")
> #
> #COMPARACION DE DENTICIONES
> M_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M_VR.rg, "DENT")
> summary(M_VR.RG.EMM.DENT)
DENT emmean    SE df lower.CL upper.CL
2D   120 1.295 310     118     123
4D   122 0.926 310     120     123
6D   120 0.997 310     118     122

```

```
8D      121 0.814 310      119      122
```

Results are averaged over the levels of: SEXO, CC
Confidence level used: 0.95

```
> contrast(M_VR.RG.EMM.DENT,"pairwise")
contrast estimate SE df t.ratio p.value
2D - 4D      -1.285 1.25 310  -1.031  0.7314
2D - 6D       0.351 1.37 310   0.257  0.9941
2D - 8D      -0.415 1.35 310  -0.307  0.9900
4D - 6D       1.636 1.09 310   1.497  0.4403
4D - 8D       0.870 1.08 310   0.807  0.8513
6D - 8D      -0.765 1.11 310  -0.688  0.9016
```

Results are averaged over the levels of: SEXO, CC
P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates

```
> plot(M_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
> #
> #   PARA DATOS DE HEMBRAS
> #
> #VARIABLE RESPUESTA
> VR<-DATOS2$Al_Cx
> #
> #GRAFICOS DE NORMALIDAD
> boxplot(VR ~ DATOS2$DENT, col = "yellow" ,main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqline(VR, col = "red")
> #PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
> ks.test(x= VR,"pnorm", mean(VR), sd(VR))
```

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: VR
D = 0.073826, p-value = 0.4349
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test.default(x = VR, "pnorm", mean(VR), sd(VR)) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
> #
> #PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
> fligner.test(VR ~ DATOS2$DENT)
```

Fligner-Killeen test of homogeneity of variances

```
data: VR by DATOS2$DENT
Fligner-Killeen:med chi-squared = 1.133, df = 3, p-value = 0.7691
```

```
> leveneTest(VR ~ DATOS2$DENT,center = "median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group  3  0.2678 0.8485
135
> #
> #USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
> #
> M2_VR<-lm(VR ~ DENT + CC, data=DATOS2)
> summary(M2_VR)
```

```
Call:
lm(formula = VR ~ DENT + CC, data = DATOS2)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-14.4427  -5.2495  -0.8268   3.5732  26.6278
```

```
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 114.4879     4.1579  27.535 < 2e-16 ***
DENT4D       0.8804     4.5572   0.193  0.84711
DENT6D       2.0093     4.3488   0.462  0.64481
DENT8D       1.4389     4.0107   0.359  0.72034
CC2          4.9455     1.3901   3.558  0.00052 ***
CC2.5        4.4585     1.7927   2.487  0.01413 *
CC3          0.6732     3.2501   0.207  0.83622
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 6.787 on 132 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.09856, Adjusted R-squared:  0.05758
F-statistic: 2.405 on 6 and 132 DF,  p-value: 0.03076
```

```
> anova(M2_VR)
Analysis of Variance Table
```

```
Response: VR
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
DENT    3   17.5    5.831  0.1266 0.94422
CC       3  647.3  215.781  4.6841 0.00384 **
Residuals 132 6080.8  46.066
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> #
> #COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
> #
> # ELABORACION DE GRILLA
> M2_VR.rg = ref_grid(M2_VR)
> #
> #COMPARACION DE DENTICIONES
> M2_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M2_VR.rg, "DENT")
> summary(M2_VR.RG.EMM.DENT)
DENT emmean   SE df lower.CL upper.CL
2D      117 4.062 132      109      125
4D      118 2.410 132      113      123
6D      119 1.986 132      115      123
8D      118 0.926 132      117      120
```

```
Results are averaged over the levels of: CC
Confidence level used: 0.95
```

```
> contrast(M2_VR.RG.EMM.DENT, "pairwise")
contrast estimate   SE df t.ratio p.value
2D - 4D    -0.880 4.56 132  -0.193 0.9974
2D - 6D    -2.009 4.35 132  -0.462 0.9671
2D - 8D    -1.439 4.01 132  -0.359 0.9841
4D - 6D    -1.129 2.91 132  -0.388 0.9800
```

```
4D - 8D      -0.559 2.36 132  -0.237  0.9953
6D - 8D      0.570 1.93 132   0.296  0.9910
```

Results are averaged over the levels of: CC
P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates

```
> plot(M2_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
> #
> #   PARA DATOS DE MACHOS
> #
> #VARIABLE RESPUESTA
> VR<-DATOS3$A1_Cx
> #
> #GRAFICOS DE NORMALIDAD
> boxplot(VR ~ DATOS3$DENT, col = "yellow" ,main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqnorm(VR, main = "ALZADA A LA CRUZ")
> qqline(VR, col = "red")
> #PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV
> ks.test(x=VR,"pnorm", mean(VR), sd(VR))
```

Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: VR
D = 0.069448, p-value = 0.3471
alternative hypothesis: two-sided
```

Warning message:

```
In ks.test.default(x = VR, "pnorm", mean(VR), sd(VR)) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
> #
> #PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA "FLIGNER-KIILLEN Y LEVENNE"
> fligner.test(VR ~ DATOS3$DENT)
```

Fligner-Killeen test of homogeneity of variances

```
data: VR by DATOS3$DENT
Fligner-Killeen:med chi-squared = 0.8095, df = 3, p-value = 0.8472
```

```
> leveneTest(VR ~ DATOS3$DENT,center = "median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
```

```
      Df F value Pr(>F)
group  3  0.3264 0.8063
      177
```

```
> #
> #USANDO MODELO QUE INCLUYE UNICAMENTE LOS FACTORES
> #
> M3_VR<-lm(VR ~ DENT + CC, data=DATOS3)
> summary(M3_VR)
```

Call:

```
lm(formula = VR ~ DENT + CC, data = DATOS3)
```

Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-12.6900  -3.9200  -0.1578   3.4026  15.3206
```

Coefficients:

```
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
```

```

(Intercept) 114.8900    2.6606  43.181 < 2e-16 ***
DENT4D      1.0322     1.1731   0.880  0.38014
DENT6D     -1.5257     1.3360  -1.142  0.25503
DENT8D      0.1217     1.4325   0.085  0.93241
CC2        -1.7926     2.8331  -0.633  0.52774
CC2.5       3.7001     2.5992   1.424  0.15638
CC3         4.7677     2.6157   1.823  0.07008 .
CC3.5       6.5557     2.8128   2.331  0.02093 *
CC4        11.8172     3.7910   3.117  0.00214 **

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.583 on 172 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.1875, Adjusted R-squared: 0.1497
F-statistic: 4.962 on 8 and 172 DF, p-value: 1.528e-05

```
> anova(M3_VR)
```

Analysis of Variance Table

Response: VR

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
DENT	3	163.9	54.626	1.7525	0.1582
CC	5	1073.6	214.718	6.8884	6.927e-06 ***
Residuals	172	5361.4	31.171		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> #
```

```
> #COMPARACION DE MEDIAS funcion LSMEANS USANDO PAQUETE EMMEANS
```

```
> #
```

```
> # ELABORACION DE GRILLA
```

```
> M3_VR.rg = ref_grid(M3_VR)
```

```
> #
```

```
> #COMPARACION DE DENTICIONES
```

```
> M3_VR.RG.EMM.DENT = emmeans(M3_VR.rg, "DENT")
```

```
> summary(M3_VR.RG.EMM.DENT)
```

DENT	emmean	SE	df	lower.CL	upper.CL
2D	119	1.151	172	117	121
4D	120	0.862	172	118	122
6D	118	1.043	172	115	120
8D	119	1.190	172	117	122

Results are averaged over the levels of: CC

Confidence level used: 0.95

```
> contrast(M3_VR.RG.EMM.DENT, "pairwise")
```

contrast	estimate	SE	df	t.ratio	p.value
2D - 4D	-1.032	1.17	172	-0.880	0.8153
2D - 6D	1.526	1.34	172	1.142	0.6641
2D - 8D	-0.122	1.43	172	-0.085	0.9998
4D - 6D	2.558	1.09	172	2.345	0.0919
4D - 8D	0.911	1.24	172	0.737	0.8820
6D - 8D	-1.647	1.36	172	-1.211	0.6205

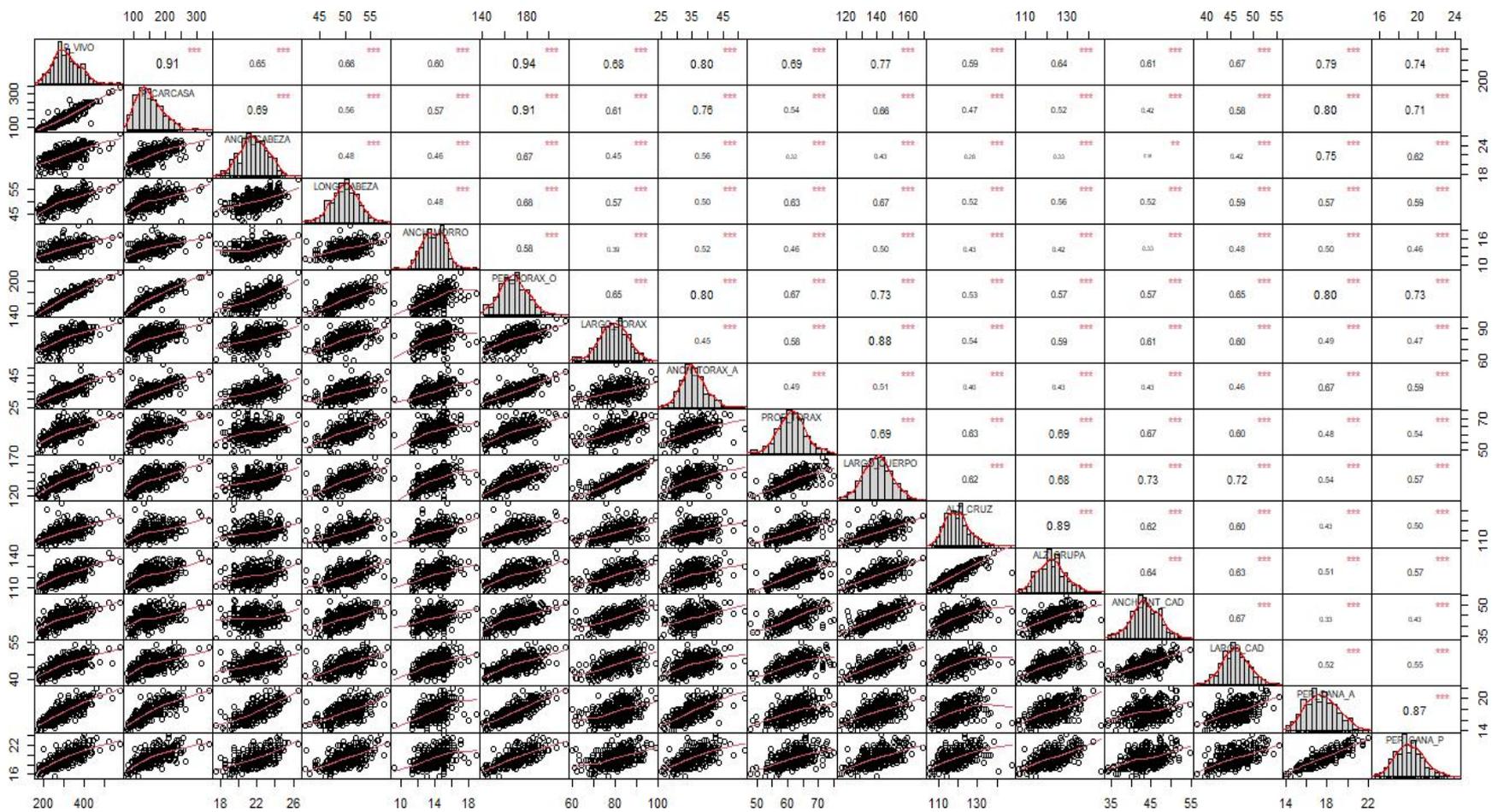
Results are averaged over the levels of: CC

P value adjustment: tukey method for comparing a family of 4 estimates

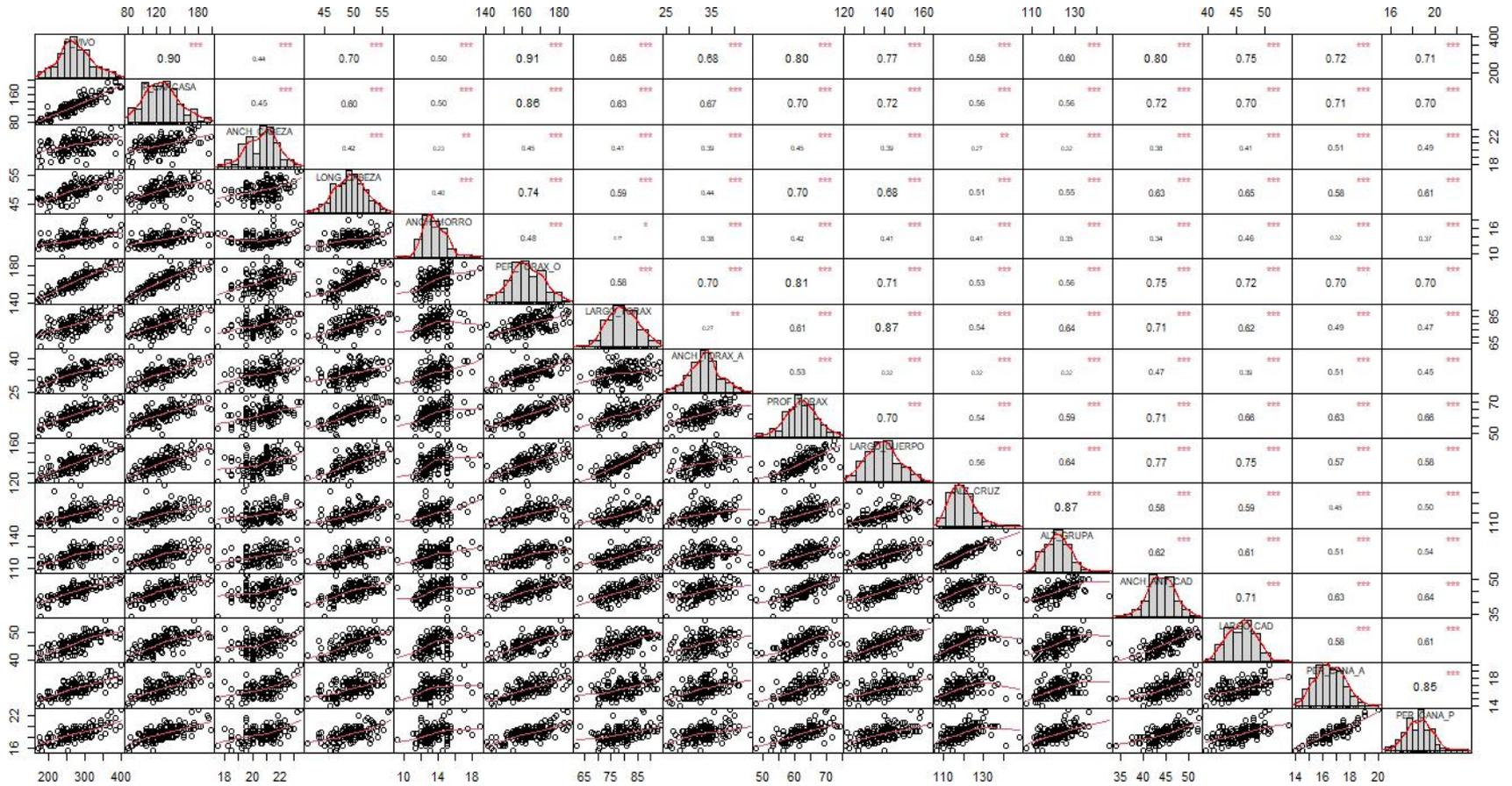
```
> plot(M3_VR.RG.EMM.DENT, col="blue")
```

```
> #
```

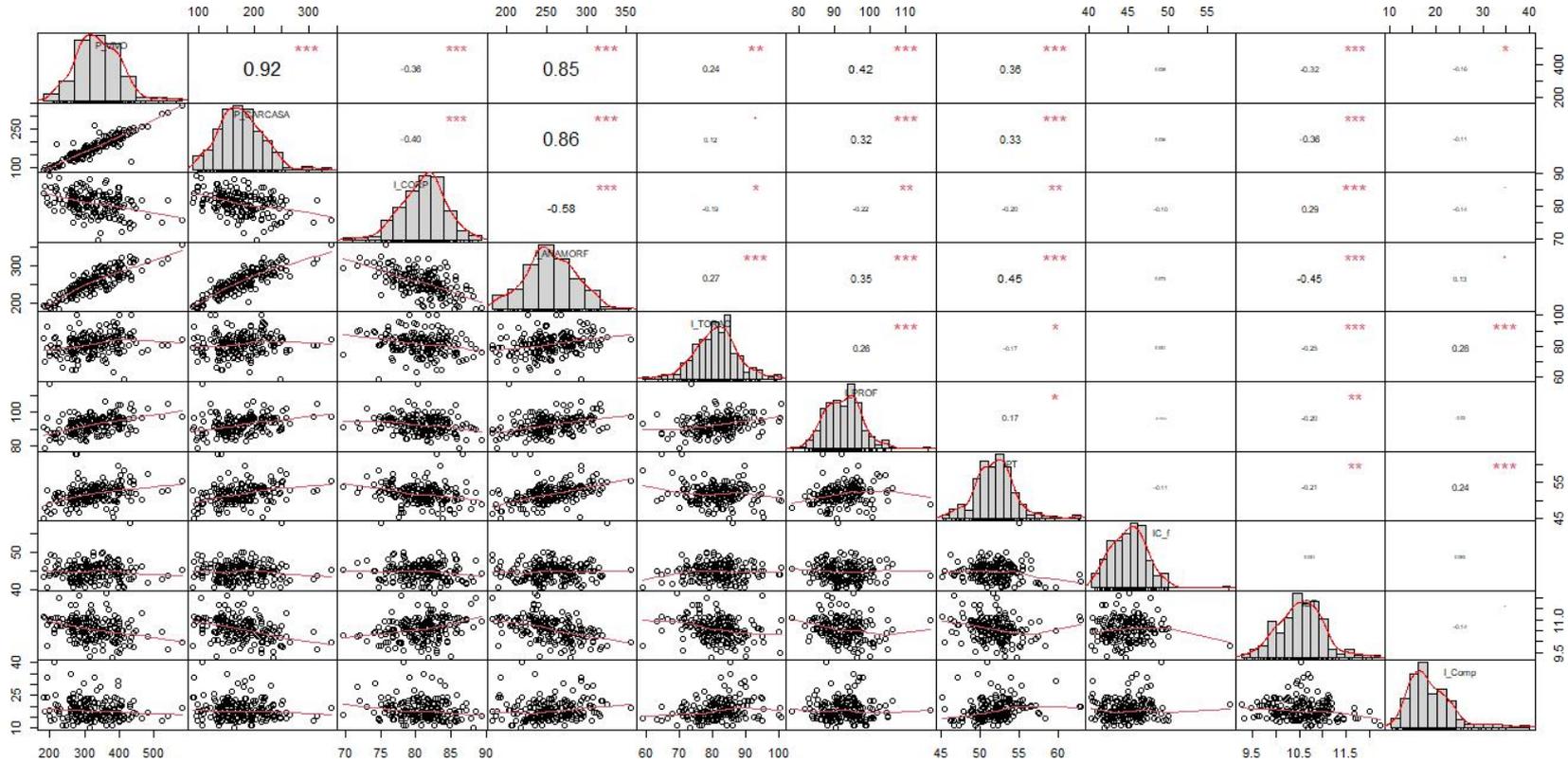
Anexo 3. Gráfico de correlación con histogramas de medidas biométricas de bovinos criollos en general



Anexo 4. Gráfico de correlación con histogramas de medidas biométricas de bovinos criollos hembras



Anexo 7. Gráfico de correlación con histogramas de índices zoométricos de bovinos criollos machos



Anexo 9. Cuadro comparativo de caracterización zoométrica por sexo de bovinos criollos en Perú

Variables	Berrio		More		Gonzales		Rosember		Dipas		Roman		Rojas y Gómez		Contreras	Delgado
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	Prom	Prom
Long. cabeza	51±0.28	50.9±0.43	-	-	47.3±2.4	47.2±2.4	46.00	44.97	43.92±277	42.91±2.76	-	-	46	41	42.76±4.75	44.8±2.6
Ancho cabeza	22.8±0.1	21.0±0.19	-	-	22.12±1.3	20.7±1.3	20.89	19.84	20.41±1.41	19.08±1.12	-	-	20	16	20.81±4.6	21.1±1.6
P. tórax recto	164±0.99	167±1.47	145.7±1.8	144.03±1.7	161.3±13.7	154.1±8.2	162	151	145.24±11.68	144.52±10.84	160.5	153.6	177	172	147.57±17.36	152.2±14.1
Largo tórax	81.2±0.7	81.0±1.15	-	-	75.1±6.6	73.9±6.1	-	-	-	-	-	-	80	72	70.98±18.8	-
Ancho tórax anter	36.2±0.3	36.1±0.57	-	-	-	-	36.9	34.1	29.88±3.67	28.9±3.60	32	30.4	53	45	27.88±5.48	-
Ancho tórax post	50.5±0.5	52.8±0.75	-	-	47.7±4.7	46.3±4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prof. tórax	62.1±0.4	64.7±0.70	-	-	60.5±5.3	58.5±3.9	56.9	54.3	56.54±4.20	56.97±4.15	61	58.5	67	62	54.22±7.72	-
Largo cuerpo	141±0.9	143±1.36	119±2.7	117.31±2.5	132.0±10.3	129.2±8.7	137.0	111.0	125.36±8.46	128.44±9.37	129.2	123.9	127	129	116.67±13.7	134.7±8.9
Alzada a cruz	119±0.73	122±1.07	108.3±1.9	107.2±1.8	115.3±6.4	114.7±5.4	113.0	111.0	110.6±6.11	112.74±6.44	116	114.3	127	118	111.5±9.96	115.3±5.0
Alzada a grupa	123±0.73	127±1.07	111.22±1.5	112.33±1.4	117.2±5.62	117.1±4.7	-	-	111.73±5.80	113.88±6.15	121.9	121.1	134	124	115.19±10.05	114.9±5.3
Ancho grupa	43.4±0.3	46.5±0.51	35.2±0.9	35.68±0.9	39.8±3.44	40.8±3.2	36.4	37.2	36.44±3.53	38.95±4.31	38.5	39	42	40	-	41.3±3.1
Largo grupa	46.2±0.3	46.6±0.47	38.06±0.7	36.81±0.7	44.4±3.3	43.8±3.1	43.4	43.1	41.82±3.24	41.45±3.43	43.5	41.7	47	43	38.43±5.2	44.2±2.7
Ancho isquiones	7.52±0.1	10.09±0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.99±4.27	18.7±2.8
P caña anterior	18.4±0.1	17.5±0.1	16.35±0.4	15.61±0.3	17.7±1.4	16.07±0.8	-	-	16.55±1.35	15.55±1.04	-	-	22	17	16.11±2.07	-
P caña posterior	20±0.15	19.5±0.2	-	-	-	-	-	-	17.96±1.41	17.49±1.35	-	-	-	-	-	-
Peso vivo	335±5.5	334±8.1	-	-	-	-	-	-	-	-	291.4	239.1	441.8	327.8	224.2±58.36	-
Peso carcasa			-	-	139.14±36.4	105.7±16.3	-	-	-	-	153.4	122	-	-	-	-

Anexo 10. Cuadro comparativo de promedios de caracterización zoométrica de bovinos criollos en Perú

Variables	Berrio	Contreras <i>et al.</i> , (2020)	Delgado <i>et al.</i> , (2019)	More (2016)	Dipas (2015)	Gonzales (2008)	Rojas y Gomes (2005)	Rosemberg (2000)	Román (1998)
	Prom,	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.
Longitud cabeza	50.95	42.76	44.8	-	43.415	47.2	43.5	45.49	-
Ancho de cabeza	21.9	20.8	21.1	-	19.745	21.4	18	20.37	-
Perímetro tórax recto	165.5	147.57	152.2	144.87	144.88	157.7	174.5	156.5	157.05
Perímetro tórax oblicuo	173.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Largo de tórax	81.1	70.98	-	-	-	74.5	76	-	-
Ancho tórax anterior	36.15	27.88	-	-	29.39	-	49	35.48	31.2
Ancho tórax posterior	51.65	-	-	-	-	47	-	-	-
Profundidad tórax	63.4	54.22	-	-	56.755	59.5	64.5	55.57	59.75
Largo de cuerpo	142	116.7	134.7	118.16	126.9	130.6	128	124	126.55
Alzada a la cruz	120.5	111.5	115.3	107.75	111.67	115	122.5	112	115.15
Alzada a la grupa	125	115.19	114.9	111.78	112.81	117.2	129	-	121.5
Ancho anterior grupa	44.95	-	41.3	34.44	37.695	40.3	41	36.77	38.75
Largo de grupa	46.4	38.43	44.2	37.435	41.635	44.1	45	43.28	42.6
Ancho isquiones	8.805	18.99	18.7	-	-	-	-	-	-
Per. caña anterior	17.95	16.11	-	15.98	16.05	16.9	19.5	-	-
Per. caña posterior	19.75	-	-	-	17.725	-	-	-	-
Peso vivo	334.5	224.2	-	-	-	-	384.8	-	265.9
Peso carcasa	-	-	-	-	-	122.4	-	-	138.1

Anexo 11. Cuadro resumen de caracterización zoométrica de bovinos criollos a nivel internacional

Variables	Berrio		Cabezas Congo et al., (2019) Ecuador		Rodríguez et al., (2001) Uruguay	Espinoza et al., (2009) México		Martínez et al., (2007) Argentina	Aracena y Mujica (2011) Chile		Alvarado (1982) España	
	M	H	M	H	Prom.	M	H	Prom.	M	H	M	H
Longitud cabeza	51±0.289	50.9±0.426	44.63±11.92	45.62±2.92	-	-	-	52.57±3.24	53.5	47.6	-	-
Ancho cabeza	22.8±0.134	21.0±0.197	18.32±2.03	20.63±4.29	-	-	-	26.2±3.53	25.5	25	-	-
Per. tórax recto	164±0.999	167±1.470	173.05±8.85	156.21±10.9	156.35±10.54	151±10	153±7	178.56±14.5	-	-	206	190
Ancho tórax anter.	36.2±0.391	36.1±0.575	42.28±2.24	69.72±10.09	31.3±4.07	-	-	-	-	-	-	-
Profundidad tórax	62.1±0.478	64.7±0.703	62.58±19.42	61.95±8.78	59.19±4.13	-	-	-	-	-	-	-
Largo de cuerpo	141±0.927	143±1.364	-	-	137.93±11.57	128±10	139±6	163.91±11.8	220	182	185	178
Alzada a la cruz	119±0.727	122±1.069	132±5.59	124.21±5.27	119.17±6.69	120±7	117±5	124.4±5.31	152	127	144	139
Alzada a la grupa	123±0.732	127±1.077	137.37±7.46	130.51±5.23	-	-	-	126.27±4.69	-	-	-	-
Ancho ant, grupa	43.4±0.350	46.5±0.515	39.11±8.55	42.02±5.73	41.44±3.72	-	-	53.58±4.38	-	-	43	45
Largo de grupa	46.2±0.326	46.6±0.479	43.05±6.03	43.26±3.31	31.84±2.93	-	45±5	54.09±3.62	-	-	53	50
Per. caña anterior	18.4±0.132	17.5±0.195	19.29±3.7	15.58±0.62	16.5±1.04	-	-	-	-	-	-	-
Peso vivo	335±5.53	334±8.14	569.58±10.3	395.72±55.4	-	345±15	255±9	-	-	-	-	-

Anexo 12. Cuadro resumen de estudios con índices zoométricos de bovinos criollos a nivel nacional

Índices zoométricos según interés		Berrío		Delgado et al, (2019)	More (2016)		Dipas (2015)		Gonzales (2008)		Román 1992
		♂	♀	♀Prom.	♀Ayacucho	♀Puno	♂	♀	♂	♀	Prom.
Etnológicos	Corporal	80.9±0.419	83.9±0,617	89.23±10.2	81.40±0.7	86.16±1.2	86.48±3.8	88.97±3.7	82.01±4.0	83.87±3.7	80.7±5.0
	Torácico	81.3±0.809	81.8±1.190				52.80±4.6	50.74±5.0	–	–	52.3±4.9
	Pelviano	93.9±0.593	99.7±0.873	93.57±5.51	96.90±1.0	98.82±1.1	87.15±5.6	93.89±5.5	89.58±3.4	93.15±3.0	84.1±6.3
	Cefálico	44.7±0.285	41.3±0.419				47.51±2.8	44.54±2.3	–	–	
Productivos	Anamorfosis	259±2.69	243±3.95	2.02±0.33	2.18±0.02	–	1.91±0.22	1.86±0.21	2.26±0.29	2.07±0.16	2.2±0.3
	Proporcionalidad			85.94±5.99			88.35	87.98	–	–	
	Profundidad relativa torácica	52.1±0.328	52.9±0.482				51.1±2.04	50.54±2.4	–	–	
	Dáctilo - torácica (metacarpo torácico)	10.5±0.054	10.2±0.0802		10.42±0.0	9.89±0.08	11.41±0.4	10.78±0.5	11.03±0.6	10.44±0.4	
	Compactibilidad	18.6±0.535	15.7±0.787						–	–	21.4±1.5

Anexo 13. Bovinos criollos machos beneficiados en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco



Anexo 14. Bovinos criollos hembras beneficiadas en el camal municipal de San Jerónimo - Cusco



Anexo 15. Materiales y evidencias en el Camal de San Jerónimo - Cusco

Materiales y equipos



Evidencias personales



Anexo 16. Peso vivo y peso de carcasa de bovinos criollos evaluados

Peso vivo de bovinos criollos



Peso carcasa de bovinos criollos



Anexo 17. Ilustración de la dentición de bovinos criollos beneficiados - Cusco

Dentición de bovinos criollos – Cusco

2 dientes (2D)



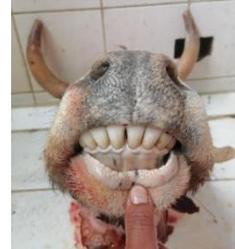
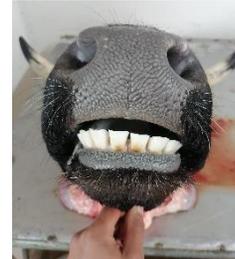
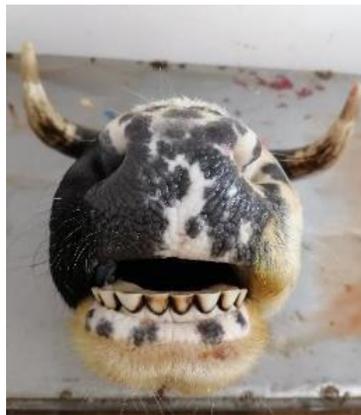
4 dientes (4D)



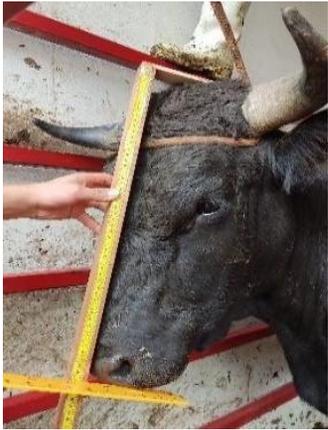
6 dientes (6D)



Boca llena (8D)



Anexo 18. Medidas biométricas de bovinos criollos por regiones anatómicas

Región anatómica: Cabeza	
Longitud de cabeza	
	
Ancho de cabeza	
	
Ancho de morro	
	

Región anatómica: Tórax

Perímetro torácico recto



Perímetro torácico oblicuo



Largo de tórax



Región anatómica: Tórax

Ancho de tórax anterior



Ancho de tórax posterior



Profundidad de tórax



Región anatómica: Dorso y extremidades

Alzada a la cruz



Longitud de cuerpo



Perímetro de caña anterior



Región anatómica: Grupa

Alzada a la grupa



Ancho anterior de grupa



Longitud de grupa



Ancho entre izquiones



Anexo 19. Cuadro de estructura corporal (Frame Score) para machos enteros en cm.

Edad (mes)	Escala Frame Score para bovinos macho								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	84.8	89.9	95.1	100.2	105.4	110.2	115.7	120.8	126.0
6	88.1	93.2	98.3	103.5	108.6	113.8	118.9	124.1	129.2
7	91.2	96.3	101.4	106.6	111.7	116.8	122.0	127.1	132.2
8	94.1	99.2	104.3	109.4	114.6	119.7	124.8	129.9	135.1
9	96.8	101.9	107.0	112.1	117.2	122.4	127.5	132.6	137.7
10	99.3	104.4	109.5	114.6	119.7	124.8	129.9	135.0	140.1
11	101.7	106.8	111.8	116.9	122.0	127.1	132.2	137.3	142.4
12	103.8	108.9	114.0	119.1	124.1	129.2	134.3	139.4	144.5
13	105.8	110.9	115.9	121.0	126.1	131.1	136.2	141.3	146.4
14	107.6	112.6	117.7	122.7	127.8	132.9	137.9	143.0	148.1
15	109.2	114.2	119.3	124.3	129.4	134.4	139.5	144.5	149.6
16	110.6	115.6	120.7	125.7	130.7	135.8	140.8	145.9	150.9
17	111.8	116.8	121.9	126.9	131.9	137.0	142.0	147.0	152.1
18	112.9	117.9	122.9	127.9	132.9	138.0	143.0	148.0	153.0
19	113.7	118.7	123.8	128.8	133.8	138.8	143.8	148.8	153.8
20	114.4	119.4	124.4	129.4	134.4	139.4	144.4	149.4	154.4
21	114.9	119.9	124.9	129.9	134.9	139.9	144.9	149.9	154.9

Nota. Adaptado de BIF (2016) Frame Score machos = $-11.548 + 0.192(\text{Altura}) - 0.0289(\text{Días de edad}) + 0.00001947(\text{Días de edad})^2 + 0.00001315(\text{Altura})(\text{Días de edad})$.

Anexo 20. Cuadro de estructura corporal (Frame Score) para hembras en cm.

Edad (mes)	Escala Frame Score para bovinos hembra								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	83.8	89.1	94.3	99.6	104.8	110.1	115.3	120.6	125.8
6	86.4	91.7	96.9	102.1	107.3	112.6	117.8	123.0	128.3
7	88.9	94.1	99.3	104.5	109.7	114.9	120.1	125.3	130.5
8	91.2	96.3	101.5	106.7	111.9	117.0	122.2	127.4	132.6
9	93.3	98.4	103.6	108.7	113.9	119.1	124.2	129.4	134.5
10	95.2	100.4	105.5	110.6	115.8	120.9	126.0	131.2	136.3
11	97.1	102.2	107.3	112.4	117.5	122.6	127.7	132.8	137.9
12	98.7	103.8	108.9	114.0	119.1	124.1	129.2	134.3	139.4
13	100.2	105.3	110.4	115.4	120.5	125.6	130.6	135.7	140.7
14	101.6	106.7	111.7	116.7	121.8	126.8	131.8	136.9	141.9
15	102.8	107.9	112.9	117.9	122.9	127.9	132.9	138.0	143.0
16	103.9	108.9	113.9	118.9	123.9	128.9	133.9	138.9	143.9
17	104.9	109.9	114.8	119.8	124.8	129.7	134.7	139.7	144.6
18	105.7	110.6	115.6	120.5	125.5	130.4	135.4	140.3	145.3
19	106.4	111.3	116.2	121.1	126.1	131.0	135.9	140.8	145.8
20	106.9	111.8	116.7	121.6	126.5	131.4	136.3	141.2	146.1
21	107.3	112.2	117.1	121.9	126.8	131.7	136.6	141.5	146.4

Nota. Adaptado de BIF (2016) Frame Score hembras = $-11.7086 + 0.1859(\text{Altura}) - 0.0239(\text{Días de edad}) + 0.0000146(\text{Días de edad})^2 + 0.00002988(\text{Altura})(\text{Días de edad})$

Anexo 21. Alzada de grupa (cm) y puntaje de (Frame Score) para toros maduros.

Edad (Mes)	Escala Frame Score para bovinos macho maduros										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
24	117. 9	122.7	127.8	132.8	136.9	142.2	147.3	152.4	132.4	162.6	167.6
30	120. 1	125.2	130.3	135.1	139.4	144.8	149.9	154.9	160.0	165.1	170.2
36	121. 9	127.0	131.8	136.7	141.0	146.1	151.1	156.2	161.3	166.4	171.2
≥48	123. 2	128.0	132.8	137.4	142.0	147.3	152.4	157.5	162.3	167.1	172.0

Nota. Adaptado de BIF (2016).

Anexo 22. Resolución de anteproyecto de tesis y constancia de recopilación de datos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

Centro Agronómico K'ayra – San Jerónimo s/n – Cusco correo E-mail....
AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO

RESOLUCION N° D- 2274-2023- FAZ.

Cusco, 26 de julio de 2023.

EL DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.

VISTO:

El expediente N° **483020-2022-FAZ**, mediante el cual Don (ña): **ALFREDO BERRIO ANCALLA**, de código universitario N° **160884**, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria solicita: **NOMBRAMIENTO DE ASESOR E INSCRIPCIÓN DE TEMA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

"RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS CON LOS PESOS VIVOS Y DE CARCASA DE BOVINOS CRIOLLOS BENEFICIADOS EN EL CAMAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO".

CONSIDERANDO:

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, emite **DICTAMEN N° 305-UIFAZ-2023**, manifestando que no existe **DUPLICIDAD** del Trabajo de Tesis.

Que, la Comisión de Calificación y Aprobación de Proyectos de Investigación del Departamento Académico de Agricultura de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, mediante **INFORME N°01-2022 CNAITT-EPIA-ST-UNSAAC** de fecha **26 de julio del 2023**, emite pronunciamiento favorable para la viabilización del Proyecto de Tesis, presentado por el (la) recurrente.

Conforme a la Ley Universitaria 30220 y las normas legales vigentes, al Estatuto Universitario y en uso de las facultades conferidas,

RESUELVE:

PRIMERO. -APROBAR, EL ANTEPROYECTO de la Tesis titulada: **"RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS CON LOS PESOS VIVOS Y DE CARCASA DE BOVINOS CRIOLLOS BENEFICIADOS EN EL CAMAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO"**, presentado por el (la) recurrente Don (ña): **ALFREDO BERRIO ANCALLA**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGROPECUARIO**.

SEGUNDO. - NOMBRAR, como Asesor (es) del mismo a:

ASESOR:

Ing. Mg. Sc. GONZALO WLADIMIR GONZALES APARICIO

CO-ASESOR:

MV. PhD. MANUEL JOSE MORE MONTOYA

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHÍVASE.

WGVA./Svp.
C.C.:
Interesado(a) Asesor
UI-FAZ
Archivo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

Dr. Walter Guillermo Vergara Abarca
DECANO

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA

HACE CONSTAR:

Que, el Bachiller en Ciencias Agropecuarias, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, **ALFREDO BERRIO ANCALLA**, identificado con DNI: **71916220**, ha realizado las actividades correspondientes a la recolección de datos biométricos, pesos vivos y de carcasa de ganado vacuno criollo que se ha beneficiado en las instalaciones del Camal Municipal de San Jerónimo para el proyecto de Tesis denominando: **“RELACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS CON LOS PESOS VIVOS Y DE CARCASA DE BOVINOS CRIOLLOS BENEFICIADOS EN EL CAMAL DE SAN JERÓNIMO - CUSCO”**, durante el tiempo comprendido entre el 14 de septiembre del 2022 hasta el 31 de marzo del 2023.

Se expide la presente constancia, para fines correspondientes.

San Jerónimo, 22 de mayo del 2023.



MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE
SAN JERÓNIMO
Hipólito Suizzo Canchi
GERENTE DE DESARROLLO ECONOMICO LOCAL