



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL



TESIS

INDICADORES FISIOLÓGICOS, ENDOCRINOS Y BIOQUÍMICOS EN ALPACAS A GRAN ALTITUD

PRESENTADA POR:

DIANNETT BENITO LOPEZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA ANIMAL

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud.

AUTOR

Diannett Benito Lopez

RECuento DE PALABRAS

25745 Words

RECuento DE CARACTERES

142103 Characters

RECuento DE PÁGINAS

111 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.2MB

FECHA DE ENTREGA

May 27, 2024 7:45 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 27, 2024 7:48 PM GMT-5

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)


PhD Bernardo Roque Huanda
DOCENTE PRINCIPAL



Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL

TESIS

INDICADORES FISIOLÓGICOS, ENDOCRINOS Y BIOQUÍMICOS EN ALPACAS A GRAN ALTITUD



PRESENTADA POR:

DIANNETT BENITO LOPEZ

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA ANIMAL

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

.....
Dra. MARTHA NANCY TAPIA INFANTES

PRIMER MIEMBRO

.....
D.Sc. FAUSTINO ADOLFO JAHUIRA HUARCAYA

SEGUNDO MIEMBRO

.....
D.Sc. ALBERTO SOTO QUISPE

ASESOR DE TESIS

.....
Ph.D. BERNARDO ROQUE HUANCA

Puno, 23 de enero de 2024.

ÁREA: Camélidos sudamericanos.

TEMA: Indicadores fisiológicos y bioquímicos de la alpaca.

LÍNEA: Fisiología de la alpaca.



DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos. A mis adorados padres José Salvador Benito Churata y Antonia Josefina Lopez de Benito, por haberme forjado con valores y principios, y haber estado en mis momentos de felicidad y tristeza. Gracias papitos, todos mis logros han sido por ustedes.

Diannett Benito Lopez.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis ha sido financiada por el Proyecto CONCYTEC - Banco Mundial “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica” 8682-PE, a través de su unidad ejecutora PROCIENCIA. Contrato 027-2019-FONDECYT-BM-INC-INV. Respuestas Fisiológico – Productivas de la Ganadería Altoandina en Escenarios de Cambio Climático: Propuesta Tecnológica; ejecutado por la UNMSM, con el objetivo de describir las respuestas fisiológico - productivas a la aclimatación y adaptación de dos especies ganaderas (vacunos y alpacas) a ecosistemas altoandinos en escenarios de cambio climático proponiendo una intervención tecnológica.

A mi asesor de tesis Ph.D. Bernardo Roque Huanca, por haberme guiado en esta investigación, en base a su experiencia y sabiduría.

Al coordinador del proyecto CONCYTEC - Banco Mundial, Dr. Víctor Manuel Vélez Marroquín por todo su apoyo brindado.

A mis asesores externos Ph.D. Laura Guadrón Duarte y Ph.D. Edward Cabezas Hernández, por su dedicación, amistad y paciencia, en la ejecución y culminación de este trabajo.

A mis Jurados Dra. Martha Nancy Tapia Infantes, D. Sc. Faustino Adolfo Jahuirra Huarcaya y D. Sc. Alberto Soto Quispe por haber contribuido con las mejoras de la presente investigación.

A mis hermanos Ronald, Roxana, Omar, Elizabeth e Ilda y a sus familias por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

A Manuel y Jimena que además de ser mis sobrinos, son mis cómplices y siempre han estado apoyando con todo cuanto han podido.

A todas las personas que han contribuido en mi tesis, al Ing. Rubén García, Ing. Francisco Franco, Feliciano Rivera, Yemi Sanca, Guadalupe Orellana y Nancy Huanca.

Diannett Benito Lopez.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ACRÓNIMOS	ix
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1 Marco teórico	5
1.1.1 La alpaca	5
1.1.2 Bienestar animal	5
1.1.3 Estrés y adaptación	12
1.2 Antecedentes	15
1.2.1 Internacionales	15
1.2.2 Nacionales	19
1.2.3 Locales	21
CAPÍTULO II	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
2.1 Identificación del problema	27
2.2 Enunciados del problema	29
2.2.1 Problema general	29
2.2.2 Problemas específicos	29
2.3 Justificación	29
2.4 Objetivos	31
2.4.1 Objetivo general	31
2.4.2 Objetivos específicos	31
2.5 Hipótesis	31
	iii



2.5.1	Hipótesis general	31
2.5.2	Hipótesis específicas	32
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	Lugar de estudio	33
3.2	Población	33
3.3	Muestra	33
3.4	Método de investigación	34
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	35
3.5.1	Variables analizadas	38
3.5.2	Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros	41
3.5.2	Aplicación de prueba estadística inferencial.	42
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Resultados	44
3.5.2	Indicadores fisiológicos	44
3.5.3	Indicadores endocrinos	45
3.5.4	Indicadores bioquímicos	46
4.2	Discusión	48
3.5.5	Indicadores fisiológicos	48
3.5.6	Indicadores endocrinos	52
3.5.7	Indicadores bioquímicos	54
CONCLUSIONES		63
RECOMENDACIONES		64
BIBLIOGRAFÍA		65
ANEXOS		81

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Principales indicadores de estrés agudo en bovinos que permiten evaluar el bienestar animal	6
2. Constantes fisiológicas en alpacas, en diferentes condiciones de crianza	23
3. Niveles de cortisol en alpacas, bajo diferentes condiciones	23
4. Indicadores bioquímicos en alpacas en Perú	24
5. Indicadores bioquímicos en alpacas en Chile y Ecuador	25
6. Indicadores bioquímicos en alpacas en USA y Europa	26
7. Peso vivo de alpacas según raza y época del año, alimentadas en pasturas cultivadas en Sangarará - Cusco (4141 m de altitud)	34
8. Composición química de los pastos cultivados (% en MS)	35
9. Consumo de materia seca en alpacas mantenidas en praderas de pastos cultivados	36
10. Indicadores endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud (4141 m)	41
11. Indicadores fisiológicos en alpacas Huacaya y Suri mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa-Sangarará-Cusco (4141 m) durante la época seca y lluviosa	44
12. Indicadores endocrinos en alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco) durante la época seca y lluviosa a gran altitud (4141 m)	46
13. Indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco) durante la época seca y lluviosa a gran altitud (4141 m)	47
14. Datos ambientales promedios por hora (Temperatura ambiental, humedad relativa e ITH) para la época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	83
15. Datos ambientales promedios por hora (Temperatura ambiental, humedad relativa e ITH), para la época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	84
16. Producción de heces, consumo de materia seca, peso vivo de alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas en época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	85



17.	Datos de consumo de materia seca, peso vivo de alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas en época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	86
18.	Indicadores Fisiológicos, Endocrinos y Bioquímicos de alpacas Huacayas y Suris en época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	87
19.	Indicadores Fisiológicos, Endocrinos y Bioquímicos de alpacas Huacayas y Suris en época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	88
20.	ANOVA de indicadores fisiológicos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	89
21.	ANOVA de indicadores endócrinos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco).	90
22.	ANOVA de indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	91



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Esquema de las zonas de sobrevivencia, bienestar y homotermia en relación a las condiciones ambientales de los rumiantes (Silanikove, 2000)	14
2. Temperatura ambiental (A), Humedad relativa (B) y (C) Índice de temperatura y humedad relativa por hora del día en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)	37
3. Interacción entre época y raza en la temperatura corporal en alpacas	45
4. Línea media dorsal de la alpaca Suri	51
5. Dormidero de los animales en época seca en Sangarará-Cusco	95
6. Cancha de pastoreo y suministro de agua	95
7. Cancha de pastoreo en Sangarará-Cusco	95
8. Dormidero de los animales en época lluviosa en Sangarará-Cusco	95
9. Identificación de animales para muestreo	96
10. Identificación de animales para muestreo	96
11. Determinación de la frecuencia cardíaca	96
12. Determinación de la frecuencia respiratoria	96
13. Determinación de temperatura corporal	97
14. Determinación de la frecuencia cardíaca	97
15. Determinación de la frecuencia respiratoria	97
16. Determinación de temperatura corporal	97
17. Toma de muestras de sangre	98
18. Toma de muestras de sangre	98
19. Toma de muestra de sangre	98
20. Procesamiento de muestras	98
21. Procesamiento de muestras	99
22. Procesamiento de muestras	99
23. Procesamiento de muestras	99
24. Pesado de animales	99



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	81
2. Índice temperatura y humedad	83
3. Consumo de materia seca de alpacas Huacayas y Suris.	85
4. Indicadores fisiológicos, endócrinos y bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris	87
5. Análisis estadístico para indicadores fisiológicos en alpacas Huacayas y Suris	89
6. Análisis estadístico para indicadores endócrinos en alpacas Huacayas y Suris.	90
7. Análisis estadístico para indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris	91
8. Índice fotográfico	95



ACRÓNIMOS

ACTH	:	Hormona adrenocorticotrópica
ALB	:	Albúminas
A/G	:	Relación albúmina/globulina
ALP	:	Fosfatasa alcalina
AST	:	Aspartato aminotransferasa
BUN	:	Nitrógeno ureico sanguíneo
BUN/CREA	:	Relación nitrógeno ureico sanguíneo - creatinina
Ca	:	Calcio
CK	:	Creatina quinasa
CMS	:	Consumo de materia seca
CREA	:	Creatinina
CSD	:	Camélidos sudamericanos domésticos
FC	:	Frecuencia cardíaca
FR	:	Frecuencia respiratoria
GGT	:	Gamma glutamil transferasa
GLOB	:	Globulinas
GLU	:	Glucosa
g	:	Gramos
ITH	:	Índice temperatura y humedad
HR	:	Humedad relativa
kg	:	Kilogramos
LDH	:	Lactato deshidrogenasa
PV	:	Peso vivo
TA	:	Temperatura ambiental
TC	:	Temperatura corporal
TG	:	Triglicéridos
TP	:	Proteínas totales
Wkg ^{0.75}	:	Peso metabólico

RESUMEN

Actualmente, la producción animal, además de cumplir estándares de calidad, vela por el bienestar animal, en alpacas es poca o inexistente la información acerca de indicadores de bienestar en comparación a otras especies. Por lo que objetivo de la presente investigación fue determinar indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud. Se utilizó 14 alpacas en gestación (8 Huacayas y 6 Suris), ubicadas en Punapampa-Sangarará-Cusco (4141 m.s.n.m), alimentadas en pasturas cultivadas; las evaluaciones se realizaron en dos épocas del año (seca y lluviosa). Los indicadores fisiológicos se determinaron con termómetro digital, estetoscopio y observación directa; los indicadores endócrinos y bioquímicos fueron determinados por espectroscopía de absorción. Los datos fueron evaluados en un ANVA en DCA con arreglo factorial 2 x 2. Existió interacción de la época y raza sobre la TC, siendo menor para las alpacas Suri (1.1 °C y 1.8 °C de diferencia en época seca y lluviosa respectivamente); la raza tuvo efecto sobre la FC (menor para las alpacas Suris en ambas épocas); no existió diferencia para la FR. Asimismo, no existió diferencias en las concentraciones de ACTH y cortisol. Se observó que existe efecto de la época del año sobre los niveles de ALB, A/G, Ca, BUN/CREA y BUN; existió efecto de la raza para la ALB, GLOB, A/G, TP, CREA, BUN/CREA y ALP. Los datos constituyen un punto inicio para futuras investigaciones sobre indicadores de bienestar animal en alpacas.

Palabras clave: Alpacas, altitud, endocrinos, estacionalidad, fisiológicos, indicadores.

ABSTRACT

Currently, animal production, in addition to complying with quality standards, is concerned with animal welfare, but in alpacas there is little or no information about welfare indicators compared to other species. Therefore, the objective of this research was to determine physiological, endocrine and biochemical indicators in alpacas at high altitude. We used 14 alpacas in gestation (8 Huacayas and 6 Suris), located in Punapampa-Sangarará-Cusco (4141 m.a.s.l.), fed on cultivated pastures; the evaluations were carried out in two seasons of the year (dry and rainy). Physiological indicators were determined by digital thermometer, stethoscope and direct observation; endocrine and biochemical indicators were determined by absorption spectroscopy. The data were evaluated in an ANOVA in DCA with a 2 x 2 factorial arrangement. There was an interaction of season and breed on TC, being lower for Suri alpacas (1.1 °C and 1.8 °C difference between dry and rainy season, respectively); breed had an effect on FC (lower for Suri alpacas in both seasons); there was no difference for FR. Likewise, there were no differences in ACTH and cortisol concentrations. It was observed that there was an effect of time of year on ALB, A/G, Ca, BUN/CREA and BUN levels; there was a breed effect for ALB, GLOB, A/G, TP, CREA, BUN/CREA and ALP. The data constitute a starting point for future research on animal welfare indicators in alpacas.

Keywords: Alpacas, altitude, endocrine, indicators, physiological, seasonality.



Dr. Edmundo G. Moreno Terrazas
PROFESOR PRINCIPAL
UNA - PUNO

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global es el principal desafío potencial más preocupante para el desarrollo del sector ganadero. El aumento previsto de la temperatura atmosférica en dos grados Celsius para el año 2050 (Pielke et al., 2022; Joseph et al., 2023), tendrá impactos complejos y catastróficos en los sistemas de producción de los animales domésticos, que desafiará su mecanismo termorregulador, con un efecto devastador para el bienestar y la productividad de los animales debido al estrés por calor (Ryding et al., 2021).

Los camélidos sudamericanos domésticos (CSAD) son animales que han desempeñado un papel clave en la cultura, la economía, la seguridad alimentaria y los medios de vida de las sociedades antiguas y contemporáneas de los países andinos, gracias a la capacidad de las alpacas y las llamas para utilizar los recursos y producir fibra y carne en condiciones geográficas y climáticas extremas; sin embargo, existen pocos registros científicos sobre su bienestar, especialmente desde una perspectiva conductual (Miranda-de la Lama y Villarroel, 2023).

La fibra de alpaca ha experimentado un importante auge en la industria textil, por lo que su crianza se ha extendido incluso fuera de su lugar, evidenciando una amplia capacidad de adaptación, prosperando no solo en condiciones nativas, sino también en diversas altitudes y condiciones climáticas (Lupton et al., 2006), donde desarrolla tamaños y pesos corporales distintos, mayor ventilación pulmonar y mayor afinidad de la hemoglobina por el oxígeno (Sun et al., 2018), un mecanismo de regulación térmica excepcional (Quispe, 2011), el uso eficiente de la energía y la proteína de los pastos y forrajes (San Martín, 1994).

El bienestar animal es el estado en que se encuentran los animales para disfrutar de las condiciones adecuadas de su entorno según sus necesidades. Un animal se encuentra en buen estado de bienestar cuando está en el marco de los cinco dominios del bienestar animal (nutrición, entorno físico, salud, interacciones conductuales y estado mental), sin sufrir dolor, miedo o angustia (Mellor et al., 2020); sin embargo, el frío, calor y el manejo pueden causar estrés, afectando su bienestar, desempeño productivo y reproductivo (Gebregeziabhear y Ameha, 2015).



Las actuales condiciones ambientales dadas por el cambio climático se están manifestando con los cambios bruscos de temperatura, humedad, velocidad del viento, la reducción del área de los glaciares andinos, la desaparición de los bofedales, lo que está alterando el desarrollo de la ganadería (Barrantes et al., 2021), por lo que es necesario evaluar los indicadores de bienestar animal bajo este nuevo escenario ambiental, como herramienta para evaluar el estado de los animales, especialmente en aquellos en que se ve afectada su homeostasis (Mahecha, 2009; Romero et al., 2011; Guzmán, 2018).

El nuevo mercado de la fibra exige prácticas ganaderas con menor estrés y mayor bienestar animal (Fernandez et al., 2020); sin embargo, se carece de información exhaustiva sobre indicadores de bienestar en hembras gestantes, dado que los datos disponibles proceden de investigaciones con animales machos en crecimiento o adultos y solo en alpacas Huacayas (Lupton et al., 2006). El trabajo aborda el tema sobre indicadores de bienestar, tales como los indicadores fisiológicos, endócrinos y bioquímicos en alpacas hembras Huacayas y Suris según época del año (seca y lluviosa) a gran altitud. Los resultados constituirán una primera aproximación al estudio del bienestar animal en alpacas, como información de utilidad para comprender las alteraciones en un escenario de cambio climático.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 La alpaca

La alpaca (*Vicugna pacos*) es una especie de camélido adaptada a ambientes de tierras altas de los andes, con una capacidad para utilizar muy eficientemente la energía dietaria (Reiner y Bryant, 1986; Wensvoort et al., 2001), conducta alimenticia, estructura y función de su tracto digestivo adaptado a pastizales, capaz de seleccionar una dieta de alta calidad cuando sea disponible y de sobrevivir sobre forrajes fibrosos de baja calidad; productora de fibra y carne, que contribuye efectivamente al bienestar y subsistencia de las poblaciones de esos ambientes duros y difíciles (Engelhardt et al., 1988; Miranda y Villarroel, 2023). El 87 % de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú (superando los 4.3 millones), de los cuales el 80 % son de la raza Huacaya, 12 % de la raza Suri y 8 % de razas híbridas (MIDAGRI, 2019).

1.1.2 Bienestar animal

El cambio climático amenaza seriamente el desarrollo de la agricultura (bienestar animal), por lo que se debe minimizar su impacto, esto se puede lograr reduciendo las emisiones de gases, promoviendo el desarrollo sostenible, nuevas tecnologías e industrias, así como integrando sus riesgos en las políticas y prácticas nacionales (UNDP, 2008).

El bienestar animal está relacionado con la salud física, el estado emocional y el comportamiento. El efecto del cambio climático dentro de este, dependerá de los cambios combinados de la temperatura ambiental, las precipitaciones, la frecuencia y la magnitud de los fenómenos meteorológicos extremos (Lacetera, 2019).

Existe una variedad de parámetros propuestos para evaluar la respuesta de los animales ante el cambio de ambiente, como son los de comportamiento, fisiológicos, bioquímicos, inmunológicos y patológicos (Tabla 1). Dentro de los biomarcadores más estudiados, relacionados como indicadores de estrés

producidos por cambio de ambiente, se tiene el cortisol, progesterona, concentraciones de albúmina plasmática, urea, globulina, proteínas totales, actividad de creatinfosfoquinasa (CK), β -hidroxibutirato (β -OHB), haptoglobina, fibrinógeno, el volumen celular acumulado (VCP) y el conteo de leucocitos (Romero et al., 2011).

Tabla 1

Principales indicadores de estrés agudo en bovinos que permiten evaluar el bienestar animal

Indicadores	Índices
Comportamiento	Vocalización, agitación, lucha, dejar de avanzar, consumo, erizamiento y temblor
Fisiológicos	<p><u>Hipertermia-hipotermia:</u> incremento y variabilidad de tasa cardíaca, presión sanguínea, tasa respiratoria, transpiración, temperatura corporal.</p> <p><u>Estrés fisiológico:</u> mortalidad</p> <p><u>Debilidad:</u> aumento vasopresina</p> <p><u>Marcadores de miedo/excitación:</u> aumento tasa cardíaca</p>
Desempeño	Reducción del rendimiento de leche, interferencia con la eyección láctea
Medidas endocrinas	Incremento de las hormonas como el cortisol, oxitocina, catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), hormona liberadora de corticotropina, hormona adrenocorticotrópica, vasopresina y β -endorfinas
Marcadores bioquímicos	<p><u>Índice de privación de alimento:</u> Incremento de ácidos grasos no esterificados, β-hidroxibutirato (β-HOB), urea, disminución de glucosa.</p> <p><u>Indicadores de deshidratación y/o hemoconcentración:</u> incremento de la osmolaridad, volumen celular aglomerado (VGA), proteína total y albúmina.</p> <p><u>Índices de esfuerzo físico:</u> incremento de creatinfosfoquinasa (CK), lactato, lactato deshidrogenasa</p> <p><u>Índices de miedo/excitación y la liberación de catecolaminas:</u> aumento VGA, glucosa, urea, β-HOB</p> <p><u>Indicadores de ayuno:</u> peso vivo, β-HOB, ácidos grasos libres, glucógeno muscular.</p>

Nota. Adaptado por Knowles y Warriss (2014).

A. Indicadores fisiológicos

Los indicadores fisiológicos son herramientas fundamentales para evaluar el estado de los animales. La temperatura corporal es un factor fundamental para la evaluación semiológica, en especial en animales que tienen riesgo de presentar hipotermia o pirexia. Se obtienen por medio de un termómetro, pudiendo ser en forma interna (rectal, vaginal y ruminal) (Mahecha, 2009) o externa (termografía infrarroja); la temperatura interna se utiliza como indicador estrés térmico, siendo la temperatura rectal (TR) el método más empleado (Hoffmann et al., 2020).

La frecuencia cardíaca es el número de veces que se contrae el corazón en un minuto; estos pueden variar entre especies y edad. Se puede medir con un estetoscopio a la altura del corazón. Así como también con monitores compuesto por reloj, sensor transmisor y electrodos ajustados (Guerrero et al., 2009).

La frecuencia respiratoria es la cantidad de veces que el animal respira durante un minuto. Puede ser medido mediante observación de los movimientos reparatorios a nivel torácico, por auscultación directa con fonendoscopio o por monitores con sensores (Mahecha, 2009; Guerrero et al., 2009).

B. Indicadores endocrinos

La medición de los indicadores endocrinos está directamente relacionados a la respuesta al estrés. La hormona adrenocorticotrópica (ACTH) es producida por la hipófisis, actúa sobre la parte exterior de la glándula suprarrenal para controlar la liberación de las hormonas corticosteroideas. Se segrega en momentos de estrés o tensión, específicamente controla la secreción del cortisol (Chacon et al., 2009; Anderson et al., 1999).

El cortisol es un glucocorticoide que juega un papel clave en la respuesta fisiológica al estrés, así como en el proceso activo de mantenimiento y restablecimiento de la homeostasis logrando que el animal se adapte al cambio en su ambiente por lo que influye directamente

sobre el bienestar animal. Su secreción controla el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas, reduce la respuesta inmunitaria a la inflamación, regula la presión sanguínea y el balance de agua en el organismo (Arias y Velapatiño, 2015; Cortés et al., 2018).

C. Indicadores bioquímicos

Estos indicadores son utilizados en el estudio nutricional y estado de salud de los animales bajo condiciones ambientales diferentes. Están relacionados con la capacidad adaptativa propia de su hazienda, lo que permite comprender el rol fundamental de los metabolitos en la conservación de la homeostasis (Guzmán, 2018).

La glucosa es el principal producto de la degradación de los carbohidratos y fuente de energía. Niveles altos de glucosa activan la liberación de insulina, incrementando su utilización para la formación de tejidos, excepto cerebro e hígado incrementándose la síntesis de glucógeno en hígado y músculo e inhibiéndose la gluconeogénesis. El glucagón es segregado en niveles bajos de glucosa generando principalmente la movilización de tejido adiposo (Nelson y Cox, 2006). Los camélidos tienen mayores concentraciones de glucosa en sangre que los rumiantes, que podría ser una respuesta de insulina débil y lenta absorción celular de glucosa (Foster et al., 2009).

El nitrógeno ureico sanguíneo (BUN =Blood Urea Nitrogen), es la cantidad de nitrógeno en sangre en forma de urea, formado por el exceso de amoníaco producido en el rumen, que, al ser absorbido en la pared epitelial, es transportado al hígado donde es transformado en urea. Al salir a circulación sanguínea puede reingresar por la pared ruminal, por la saliva (reciclaje de urea) o ser transportado al riñón para excretarse (Pabón y Ossa, 2005). Su concentración indica el nivel de proteína de la dieta (Van Saun, 2009) y el balance de la disponibilidad de energía y de fuentes nitrogenadas dentro del rumen o compartimiento I. Los niveles de urea se incrementan ante el estrés, por el aumento del catabolismo proteico, esto indica que al animal se le privó de alimento (Pabón y Ossa, 2005); provocando trastornos renales (insuficiencia renal crónica y aguda),

obstrucción de vías renales, fiebre (destrucción de las proteínas). El descenso son raros, pueden presentarse en asociación con graves enfermedades hepáticas o malnutrición de proteínas (López y Mesa, 2015).

La creatinina se produce de forma endógena a partir de la creatina y el creatinfosfato como resultado de los procesos metabólicos musculares. Se elimina por riñón mediante filtración glomerular, su determinación en suero sirve para el diagnóstico de enfermedades renales agudas y crónicas así como para la estimación del filtrado glomerular (Perazzi y Angerosa, 2016). Sus valores tienden a aumentar con la edad, lo que refleja cambios en la masa muscular, madurez y alteraciones posteriores en la tasa de filtración glomerular (Nelson y Cox, 2006).

La relación nitrógeno ureico sanguíneo (BUN): creatinina, se utiliza en la determinación eficaz de la función renal y hepática. Un cociente aumentado puede obedecer a una disminución del flujo de sangre hacia los riñones, como en una insuficiencia cardiaca congestiva o una deshidratación. También puede ser debido a un aumento de las proteínas, como sucede en los sangrados gastrointestinales, o como consecuencia de una dieta con alto contenido proteico. El cociente puede estar disminuido en enfermedades hepáticas (debido a una disminución de la formación de urea) y en la malnutrición (Nelson y Cox, 2006).

La creatina quinasa (CK) o Creatina Fosfatoquinasa (CPK), es una enzima muscular encargada de transferir un fosfato de alta energía del fosfato de creatina al ADP, para generar el ATP, su análisis se utiliza como indicador de actividad física y daño muscular (Nelson y Cox, 2006). A nivel hepático las concentraciones de AST no deben interpretarse de forma aislada sin tener en cuenta la CK, dado que esta última también aumenta con daños hepatocelulares (Foster et al., 2009).

La gamma-glutamil transferasa (GGT), se encuentra en todo el organismo, principalmente a nivel del riñón, hígado, páncreas, bazo y pulmón. Sus niveles aumenta en la mayoría de enfermedades del hígado (hepatobiliopatías) (Nelson y Cox, 2006). La actividad basal de GGT

hepática en perros, gatos y ratas es mínima comparado con cobayos, bovinos y equinos, siendo en estas dos últimas especies la enzima más específica para el diagnóstico de colestasis (López y Mesa, 2015). En bovinos se ha observado que un incremento de GGT se da por infestación de *Fasciola hepática* y lipidosis hepática (hígado graso) (Noro, et al., 2006).

El aspartato aminotransferasa (AST) o transaminasa glutámica-oxalacética (SGOT), se distribuye ampliamente en varios tejidos, destacando el hígado, músculo cardíaco, músculo esquelético y glóbulos rojos (Nelson y Cox, 2006). En rumiantes la AST es un buen indicador de daño hepático, su actividad elevada en conjunto con bajas concentraciones de colesterol y de albúminas aparece en trastornos de la funcionalidad hepática. En ovinos la actividad plasmática de AST se incrementa 8 cuando se presentan intoxicación crónica por cobre y en hepatotoxicosis por plantas (Noro et al., 2006).

La fosfatasa alcalina (ALP = Alkaline Phosphatase) enzima presente en varios tejidos como hígado, hueso, riñón, intestino y placenta. Durante el crecimiento sus niveles son altos por la actividad osteoblástica, lo mismo ocurre en el embarazo o preñez sobre todo en el tercer trimestre (Nelson y Cox, 2006; Noro et al., 2006); sus concentraciones más elevadas se observan en las células óseas y hepática de importancia diagnóstica en enfermedades en pequeños animales (López y Mesa, 2015) y de menor importancia en equinos y rumiantes (Noro et al., 2006).

La Lactato Deshidrogenasa (LDH) es una enzima que se encuentra principalmente en músculo, hígado, riñón, pulmón, huesos y eritrocitos. Utilizada como un indicador de daño músculo-esquelético o cardíaco (Noro et al., 2006). Elevadas concentraciones de LDH han sido reportadas en numerosos trastornos musculares caracterizados por la mionecrosis, así como una variedad de trastornos hepáticos. Salvo que se utilice el análisis de isoenzimas, las elevaciones de LDH no son específicas de un órgano (Murray et al., 2014).

La albúmina es una proteína producida por el hígado evita que se filtre la parte líquida de la sangre a otros tejidos, transporta varias hormonas, vitaminas y enzimas (Murray et al., 2014). Se analiza para comprobar el funcionamiento del hígado y de los riñones; valorar el contenido proteico de la dieta; ayudar a diagnosticar casos de ascitis, o de la presencia de líquido en los pulmones (edema pulmonar) (López y Mesa, 2015). Un incremento de esta proteína se debe a un proceso de deshidratación asociado a un aumento de globulinas, hemoglobina y hematocrito. Un descenso puede deberse a la disminución de síntesis hepática o aumento en la pérdida de albúmina a través de la mucosa intestinal o renal y otros tejidos (Noro et al., 2006).

Las globulinas son proteínas de la sangre, algunas son producidas por el hígado y otras por el sistema inmunitario. Cumplen la función de combatir infecciones y transportan nutrientes; además juegan un papel importante en el funcionamiento del hígado y la coagulación de la sangre. Los niveles bajos pueden ser un signo de enfermedad hepática, renal o malnutrición. Un nivel alto puede ser un signo de infección o enfermedad inflamatoria (Nelson y Cox, 2006).

La concentración de albúmina es ligeramente superior a la de globulina, la relación albúmina/globulina es mayor que 1; un cociente bajo indica un aumento en la producción de globulinas (mieloma múltiple y enfermedades autoinmunes), disminución de albúmina (cirrosis hepática) (Guner y Seker, 2020).

Las proteínas totales indican el estado nutricional, sospechas de alteración hepática o renal, trastorno de la médula ósea o retención anormal de líquidos. El incremento de estas puede deberse a la deshidratación, la misma se produce cuando el consumo de alimento y de agua se reduce drásticamente. El descenso puede revelar presencia de edema ventral simétrico (Guner y Seker, 2020).

Los triglicéridos (TG) son fuente de energía metabólica celular se acumulan en el tejido adiposo (Nelson y Cox, 2006). Para el caso de los rumiantes, los TG en sangre representan la grasa contenida en las

lipoproteínas (Noro et al., 2006). En herbívoros la cantidad en la dieta es mínima, por lo tanto la cantidad de quilomicrones circulantes es baja; en este caso las lipoproteínas y todo el material graso que contienen, entre ellos los TG, representan los lípidos exportados por el hígado y que no fue removido por los tejidos (Cebra y Tornquist, 2004). La capacidad en rumiantes para el transporte de TG desde el hígado es baja, lo que resulta en la acumulación e hígado graso, esto puede suprimir más la capacidad gluconeogénica hepática, y ocurrir una insuficiencia hepática (Noro et al., 2006).

El calcio es un mineral que el organismo necesita para formar y mantener los huesos, y funciones importantes, como la contracción muscular y la transmisión de mensajes por los nervios desde el cerebro hasta las distintas partes; además, ayuda a que la sangre circule a través de los vasos sanguíneos y a liberar las hormonas necesarias para muchas funciones del organismo. Una disminución de Ca se produce cuando hay alteración a nivel de los huesos, concentración baja de magnesio, insuficiencia renal, ingesta inadecuada de Ca y pancreatitis. Un aumento se produce cuando existe una absorción gastrointestinal excesiva o una excreción renal disminuida (úlceras de estómago, aumento de vitamina D, tumores renales, pulmonares y ováricos, y trastornos óseos (Murray et al., 2014).

1.1.3 Estrés y adaptación

A. Estrés

El estrés es una reacción refleja que se manifiesta por la incapacidad del animal para enfrentarse a su entorno provocando consecuencias desfavorables y hasta la muerte (Endris y Feki, 2021). Dentro de los factores estresantes están los relacionados con las condiciones como son el frío, el calor, la manipulación, el transporte, el temperamento, la introducción en un nuevo rebaño y las enfermedades (Gebregeziabhear y Ameha, 2015; Odeón y Romera, 2017). Su respuesta está controlada por el sistema nervioso central y los sistemas encargados de mantener la homeostasis: nervioso autónomo, endocrino e inmune, sus

efectos sobre este último están mediados por los glucocorticoides y las catecolaminas, adrenalina y noradrenalina (Segura et al., 2006).

B. Adaptación animal

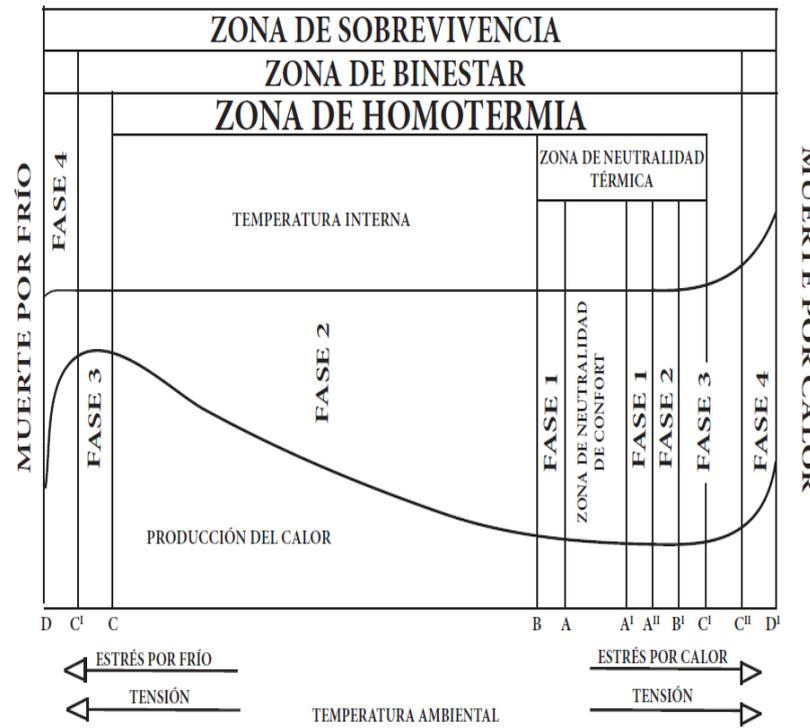
La adaptación es el conjunto de cambios fisiológicos producidos por una particular circunstancia o un fuerte estrés del medio ambiente, existiendo adaptación fenotípica referida a cambios ocurridos en la vida de un animal y la genotípica que está relacionada con cambios ocurridos en un largo tiempo, mantenidos por generaciones (Sarmiento y Moreno, 1998).

Por el cambio climático, los animales deben afrontar condiciones extremas de frío o calor (Arias et al., 2008). La alpaca posee características biológicas de adaptación a ecosistemas áridos y a la altura, ya que su fisiología cardiovascular y respiratoria presenta condiciones propias que han permitido a estos animales enfrentar las situaciones extremas (Crossley et al., 1994), compensando la hipoxia. En altura tiene el mismo gasto cardíaco que a nivel del mar; aun cuando su frecuencia cardíaca es menor, disponiendo de una gran superficie de intercambio y transporte de gases, lo que facilita la disponibilidad de oxígeno tisular (Martínez et al., 1988). Sus glóbulos rojos son elípticos, de pequeño tamaño y no circulares como los demás mamíferos, presentando un elevado recuento de células rojas totales con una vida media de 60 días, la mitad del tiempo para el glóbulo rojo humano (Quispe, 2011).

La termorregulación es el proceso natural en el que se activa los mecanismos centrales y periféricos para mantener la homeostasis corporal y las funciones vitales constantes como un proceso de adaptación del animal (Figura 1). La exposición al estrés térmico no implica necesariamente un adecuado bienestar, el reto para productores será proporcionar condiciones y flexibilidad en sus operaciones para permitir que los animales expresen su comportamiento para hacer frente a estos desafíos de manera que la producción y el bienestar se maximicen dentro de las limitaciones impuestas por un entorno siempre cambiante (Villalba et al. 2016; Sanmiguel y Diaz, 2011).

Figura 1

Esquema de las zonas de sobrevivencia, bienestar y homotermia en relación a las condiciones ambientales de los rumiantes (Silanikove, 2000)



El mecanismo de regulación térmica en alpacas, les permite mantener su temperatura corporal en un rango de variación más amplio que el de otras especies (Raggi, 1992). A nivel del Altiplano, la respuesta termorreguladora se relaciona con una condición de frío y presencia de vientos imperantes en la zona. Gran parte de la resistencia a estas condiciones externas son producto de la presencia de una cubierta de fibra que los aísla del medio ambiente, la que se combina con actitudes conductuales o de manejo, que determinan que los animales en forma natural busquen zonas protegidas y permanezcan agrupados durante la noche (Crossley et al., 1994; Aparicio, 2019).

En relación a la respuesta al calor se sabe que las alpacas poseen una alta eficiencia en los mecanismos economizadores de agua. Un aspecto fisiológico muy relevante, que los diferencia de los otros rumiantes y las hace aptas para habitar ecosistemas áridos es la eficiencia

de su sistema digestivo capaces de aprovechar la vegetación escasa y fibrosa de los ecosistemas de montaña. Lo anterior se debe a la selectividad que estos animales realizan en la pradera, al mayor tiempo de retención de los alimentos en el tracto digestivo, a la mayor frecuencia de contracciones estomacales y ciclos de rumia cortos, a la amplia relación flujo salival y tamaño estomacal y a la presencia de sacos glandulares en el estómago (San Martín, 1987).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

El índice de Temperatura y Humedad es el parámetro más utilizado para medir el estrés por calor, calculado de mediciones meteorológicas. En el ganado vacuno de carne y leche, un índice ideal de confort y bienestar animal es hasta 70, con temperaturas entre 16 a 25°C y humedad relativa de 14 a 33 % (López et al., 2021). En los yaks (*Capra hircus*) que viven a gran altitud en el Himalaya (8850 m) se ha determinado un índice de 52, valores superiores indicarían estrés térmico (Krishnan et al., 2009). La temperatura confortable para el yak oscila entre 5°C a 13°C (Gerald et al., 2019), siendo el promedio 10°C (Long et al., 1999). La humedad relativa deseable para el yak oscila entre del 50 al 65%, con una media del 60% (Gerald et al., 2019).

En respuesta al transporte de corta duración de alpacas de ambos sexos la frecuencia cardíaca no cambió, siendo para machos de 62 l.p.m. y de 67 l.p.m., para hembras de 75 l.p.m. y de 70 l.p.m. antes y después del transporte respectivamente (Anderson et al., 1999).

La activación de mecanismos para la conservación del calor corporal implica cambios comportamentales y posturales, activación del sistema simpático alfa adrenérgico, contracciones musculares, vasoconstricción cutánea, piloerección, aumento del consumo de alimentos, combustión de grasas de reserva (Sanmiguel y Díaz, 2011). Así mismo, durante la exposición a temperaturas extremadamente frías, los animales deben generar más calor metabólico a través de su propia regulación corporal para mantener su temperatura corporal central (Silva y Bittar, 2019).

En las llamas al medir la tasa metabólica bajo diferentes estaciones, donde se observó que esta especie es capaz de ahorrar energía, reduciendo su tasa metabólica, la actividad locomotora y hasta cierto punto ajustar su TC de acuerdo a la estación del año e incluso la hora del día, cuando la temperatura ambiente es baja y/o el alimento es escaso (Riek et al., 2017).

Sin la influencia del ejercicio, la ansiedad o temperaturas ambientales inusuales, la temperatura corporal de los camélidos domésticos (alpaca) puede oscilar entre 37.5°C a 38.9 FC (Tabla 2). Sin embargo, cuando la temperatura ambiental se eleva, la temperatura corporal de muchos animales se incrementará a 40°C; esto predispone al estrés térmico por esfuerzo, este fenómeno es considerado de especial atención en regiones geográficas como Europa, Oceanía y los Estados Unidos (Cebra et al., 2014).

Los camélidos sudamericanos, especialmente las alpacas, por su cualidad de producir fibra de calidad son cada vez más populares y su crianza ha ido en aumento en el Reino Unido y USA; por lo cual se han desarrollado diferentes investigaciones que proporcionan parámetros hematológicos, bioquímicos, etc. (Tabla 6) (Foster et al., 2009; UCDAVIS, 2010) utilizando intervalos de referencia, que servirán para el diagnóstico de diferentes enfermedades, así como para el análisis del estado nutricional.

En los camélidos sudamericanos, las concentraciones de enzimas hepatocelulares, biliares y las que están presentes en el músculo y tejido óseo, pueden variar desde una lesión primaria donde pudieran estar elevadas inicialmente y luego disminuir sus concentraciones, es así que la actividad de la CK, AST y LDH pueden utilizarse como indicadores de lesión muscular; aumentos leves (100 a 300 U/L) de la CK son comunes en inyecciones intramusculares, así mismo aumentos aún mayores pueden indicar mionecrosis, estrés térmico, temblores o convulsiones, sarcocistosis, miopatía nutricional o traumatismo importante (Cebra et al., 2014).

En la evaluación de los efectos de la epinefrina e insulina sobre las variables bioquímicas plasmáticas y séricas en llamas y alpacas en machos castrados (Tabla 6), se observó que la administración de epinefrina aumenta la concentración de glucosa en sangre principalmente por glucogenólisis hepática.

La insulina endógena disminuyó las concentraciones séricas o plasmáticas de los sustratos energéticos circulantes, excepto la concentración de triglicéridos (Cebra y Tornquist, 2004).

En respuesta al transporte de corta duración de alpacas, en Ohio-USA, se ha determinado que el cortisol es un indicador fiable del estrés, encontrándose una concentración mayor después del transporte (Tabla 3), pero tras un período de 4 horas de recuperación, la concentración volvió a sus niveles basales (Anderson et al., 1999).

Parámetros fisiológicos y de liberación de cortisol en alpacas fueron medidas bajo un manejo extensivo en el altiplano chileno (Tablas 2 y 3). Las frecuencias cardíacas y respiratorias, así como los niveles de glucosa no mostraron ser diferentes, en horas de la mañana y tarde. La temperatura corporal fue mayor en horas de la tarde, dado por la típica actividad metabólica del día. Los niveles de cortisol fueron mayor por la tarde, lo que podría indicar la presencia de un ritmo circadiano para la liberación de esta hormona (Raggi et al., 1994).

La caracterización de la hipertrigliceridemia en llamas y alpacas en sistemas productivos de USA considera a aquellos camélidos que tengan más de 60 mg/dL como hipertrigliceridémicos, sin asociar esta condición a la edad, sexo o estado reproductivo, sino más bien a enfermedades hepáticas como la lipodosis que contribuyen al aumento de las concentraciones de triglicéridos en el suero o plasma, e incluye la derivación grasa intrahepática, producción de lipoproteínas o la inhibición de la captación por los tejidos periféricos. Los valores bioquímicos referenciales en la Tabla 6 (Waitt y Cebra, 2008).

En alpacas criadas en Europa Central se determinaron diferentes parámetros bioquímicos (Tabla 6), en verano e invierno, donde se reportó que un nivel bajo de urea, que pudo deberse a la composición de la ración y estado de los animales. Las enzimas (principalmente para análisis de funcionamiento hepático) estuvieron influenciadas por el efecto edad y estado fisiológico. La gestación y lactación en verano generó una mayor demanda en el metabolismo del hígado debido a la movilización de las reservas de grasa, lo que provoca un aumento de los niveles circulantes de NEFA, BHB y también las actividades de ALT y GGT (Husakova et al., 2014).

La respuesta adaptativa de alpacas, sometidas a cambios de ambiente (altitud de 4500 m a 400 m) en Chile existió una reacción inicial de estrés hasta el primer mes, con un incremento de la frecuencia cardíaca (Tabla 2) como consecuencia a cambios anatómicos (disminución de la masa ventricular derecha), con una menor descarga sistólica y un aumento compensatorio. Los niveles de glucosa se incrementaron (Tabla 5), como respuesta al estrés ambiental y social. El cortisol (Tabla 3) descendió a partir del primer día de permanencia en una baja altitud, que indica un proceso de adaptación al estrés, los valores elevados inicialmente, se les atribuyo a un fenómeno social de dominancia y cambio de ambiente (Crossley et al.,1994).

Valores sanguíneos en alpacas hembras adultas, reintroducidas en el sur de Chile se muestra en la Tabla 5, cuya información puede ser utilizada en el estudio nutricional y estado de salud de las alpacas. Los valores bioquímicos mostraron diferencias, donde los valores enzimático presentaron coeficientes entre 20 y 48 % , que es lo esperado, ya que la actividad enzimática celular en sangre no tiene un distribución normal (Oblitas et al.,1998).

La determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas machos y hembras en un estudio realizado en Ecuador muestran rangos variables (Tabla 5). Estas diferencias fueron explicadas por la calidad de sus pasturas, como también a la cantidad de minerales, esto se debe a que, Guangaje se encuentra a más de 3600 m de altitud con un suelo es limoso montano alto con un tipo de vegetación caracterizada por pajonales altimontanos y montanos paramunos ricos en materia orgánica, mientras que a ambientes a una altura entre 2600 y 3000 m, con suelo arcilloso montano bajo muy trabajado con muy poca materia orgánica y un tipo de vegetación carente de nutrientes (Toral, 2011).

Al evaluar parámetros sanguíneos de alpacas (Tabla 5), procedentes de diferentes zonas de la serranía del Ecuador se reporta que la variabilidad de los resultados en AST GGT, PT y albúmina, se debieron a factores como son el sexo y la zona, a este último se le puede atribuir a los cambios en el flujo de nutrientes, influenciados directamente por la disponibilidad de materia seca de la pradera (Apiña, 2018).

En un estudio realizado en Ecuador sobre parámetros bioquímicos (Tabla 5) y fisiológicos (Tabla 3), un incremento de las constantes fisiológicas puede deberse a la tasa de procesos metabólicos, que suplen los requerimientos de oxígeno y nutrientes. Y la disminución de urea sérica se debería a una insuficiente carga hepática de proteínas, o por el aumento de aclaramiento renal de la urea a causa de una inadecuada secreción de vasopresina o al estado fisiológico reproductivo como la gestación al incrementar el filtrado glomerular. La creatinina baja puede ser a causa de la desnutrición (Cuichán y Pinzón, 2019).

Aba et al. (1998) reportaron que en hembras en los últimos meses de gestación hasta los días del inmediato postparto, existen concentraciones de cortisol entre 0.725 y 2.175 $\mu\text{g/dL}$, sin modificaciones desde los 38 días previos al parto, ni los 5 primeros días post parto. Los picos en concentraciones en sangre solo se presentan el día del parto y sus horas previas. Según este estudio este comportamiento se presenta en alpacas, pero no en llamas, en las cuales se evidencia mayores concentraciones entre los 10 días previos al parto y los inmediatamente siguientes al mismo.

1.2.2 Nacionales

Los camélidos se encuentran adaptados para vivir a gran altitud, pues posee mecanismos preadaptativos, a pesar de que estas zonas tienen efectos estresantes como la radiación, temperatura, humedad e hipoxia. Estas especies han desarrollado adaptaciones fisiológicas importantes principalmente relacionados al aspecto de abastecimiento de oxígeno a las células tisulares, para lo cual tienen excelentes mecanismos de captación de oxígeno a nivel pulmonar, adecuados mecanismos en el transporte de oxígeno, e intrincados procesos para un mejor aprovechamiento del oxígeno a nivel tisular, lo cual permite no sufrir severos efectos de la hipoxia atmosférica (Quispe, 2011).

La temperatura rectal se puede usar como un indicador de estrés térmico o incluso como indicador de enfermedad, donde el termómetro rectal es la herramienta más utilizada (Tabla 2) siendo el termómetro insertado aproximadamente de 6 a 7 cm en el recto durante un minuto. Se ha propuesto la estimación de la temperatura a través de medición con rayos infrarrojos en la zona interna de la oreja y considerando a su vez la temperatura ambiental, pues esta

última varían mucho durante en día en algunas zonas y afecta la temperatura corporal (Eduardo y Vilela, 2021).

Al analizar el perfil bioquímico sanguíneo hepático y renal (Tabla 4) de alpacas tuis y adultos procedentes de la sierra de Junín. Se encontró diferencia respecto a la bilirrubina y fosfatasa alcalina entre edades; que pudo deberse alguna enfermedad o a un grado de anorexia. En el caso de las globulinas pueden elevarse en enfermedades hepáticas crónicas, y disminuir a la última mitad de la gestación (Flores et al., 2016).

Los niveles de lactato deshidrogenasa (LDH) por lo general se utiliza en el diagnóstico de daños en diferentes tejidos, en las alpacas se le relaciona con la presencia de micro o macro quistes de *Sarcocystis* sp; se reportaron diferencias estadísticas, por efecto de la edad, pues encontraron niveles mayores de esta enzima en animales jóvenes por la exposición a infestaciones masivas y continuas, en contraste con los adultos quienes podrían estar ya adaptados a una infestación (Arellano et al., 2005).

Los parámetros bioquímicos (Tabla 6) de alpacas Huacayas entre las zonas altoandina y costa de Tacna fueron diferentes para la glucosa, AST, ALP, bilirrubina y ALB, relacionadas con factores como son el sexo, edad, estado reproductivo, estrés, estación del año, condición ambiental y alimentación. La hiperglucemia fue transitoria debido al aumento de la epinefrina y norepinefrina; existió una demanda de actividad glicolítica como compensación a la hipoxia. Los niveles altos de AST estarían asociados al estrés y a una mayor actividad física producida al momento de la colección de sangre (Quispe et al., 2022).

Se evaluó el efecto de las estaciones seca y húmeda sobre las concentraciones plasmáticas de metabolitos en alpacas adultas Huacaya procedentes de Huancavelica, mostrando los rangos para el nitrógeno ureico sérico (NUS), glucosa, colesterol y triglicéridos en la Tabla 4. En este estudio se encontraron diferencias altamente significativas en los niveles de NUS, glucosa y colesterol, debiéndose, según los investigadores, a los cambios en el flujo de nutrientes influenciados directamente por la disponibilidad de materia seca desde la pradera en cada estación evaluada; no se encontraron diferencias estadísticas en los niveles de triglicéridos (Siguas el at., 2007).

Al evaluar la restricción alimenticia sobre la composición bioquímica sérica (Tabla 4) y fluido folicular en alpacas suris en Puno, que consumieron pastura natural y alpacas que consumen concentrado + pastura natural. Mostrando que la suplementación incrementa los niveles de glucosa y proteínas totales en suero sanguíneo. El incremento de glucosa lo relaciona al estrés de la estabulación y al suministro de un alimento diferente a la pastura natural, lo que produce la activación del sistema simpático, y ejerce múltiples efectos metabólicos como la liberación de glucosa desde el hígado hacia el torrente sanguíneo; también podría deberse al tipo de alimentación. Con respecto a las proteínas lo relaciona al incremento de globulinas, debido a que un mayor aporte de grasas por parte del concentrado (Ticona, 2018).

En la determinación del efecto de la nutrición proteica sobre características reproductivas y salud uterina en alpacas, se determinó los niveles de BUN y proteína total (Tabla 4) alimentadas en pastizales naturales en tres regiones altoandinas como son Puno, Junín y Pasco. Se encontró diferencia debido de la fisiología digestiva y metabólica de la especie, así como la etapa reproductiva en que se encuentran los animales, donde el metabolismo se ve incrementada debido a que hay episodios fisiológicos como la parición, lactación y el empadre que contribuyen probablemente a la movilización alta de reservas y a que algunos metabolitos como el BUN y la glucosa se vean incrementadas (Ancco, 2019).

Bravo et al. (2001) señalan que las concentraciones de cortisol al nacimiento están relacionadas con el momento del parto, preparando al recién nacido a un entorno nuevo y a veces hostil, relacionándolo con las funciones del cortisol, el cual regula la disponibilidad de la glucosa mediante la estimulación de la gluconeogénesis hepática.

1.2.3 Locales

En la determinación del nitrógeno ureico (BUN) en sangre y leche de alpacas madre y crías, se menciona que los bajos niveles de BUN encontrados en su investigación (Tabla 4), estarían relacionados con la ingestión de proteínas, reduciendo la excreción renal de urea, exhibiendo una mayor capacidad para reciclar y utilizar la urea (Rodrigo, 2016).



El efecto de ayuno prolongado en alpacas machos en Puno (Tabla 4), sobre componentes bioquímicos hubo un aumento de la glucosa en un primer momento, debido al estrés y no al efecto del ayuno, durante el estrés hay un aumento del cortisol que a su vez es hiperglucemiante. Los niveles de urea aumentan conforme transcurren los días de ayuno, que activa una cascada de eventos como la estimulación los glucoreceptores en el hipotálamo, que estimula a la médula adrenal y aumenta la secreción de adrenalina, ésta, a su vez, activa la glucogenólisis, lipólisis, gluconeogénesis (aminoácidos), por lo tanto, se producirá un mayor uso de intermediarios para producir energía y una mayor excreción urinaria de nitrógeno (Coila et al., 2020).

Tabla 2

Constantes fisiológicas en alpacas, en diferentes condiciones de crianza

Indicador fisiológico	Raggi et al. (1994)		Crossley et al. (1994)		Cebra et al. 2014	Cuichán y Pinzón (2019)	Eduardo y Vivela (2021)
	Mañana	Tarde	4500 m altitud	Nivel del mar			
TC, T°	37.93	38.52	37.77	38.31	37.5-38.9	37.26-38.21	37.92
FC, l.p.m.	54.76	57.5	45.21	43.92	60 -90	60-67	-
FR, r.p.m.	22.89	25.06	19.84	25.57	10-30	26-30	-

Nota. TC= temperatura corporal, FC= frecuencia cardíaca (l.p.m.= latidos por minuto), FR= Frecuencia respiratoria (r.p.m.=respiraciones por minuto).

Tabla 3

Niveles de cortisol en alpacas, bajo diferentes condiciones

Indicador endocrino	Anderson et al. (1999)		Aba et al. (1998)		Raggi et al. (1994)		Crossley et al. (1994)	
	Macho	Hembra	Hembra		Mañana	Tarde	4500 m	Nivel del mar
Cortisol (µg/dL)	0.75 * y 1.95 **	0.75* y 1.63**	0.725 -2.175		1.04	0.5	1.56	1.14
								400 m

Nota. * Antes del transporte ** Después del transporte.

Tabla 4

Indicadores bioquímicos en alpacas en Perú

Indicador Bioquímico	Arellano et al. (2005)		Siguas et al. (2007)		Flores et al. (2016)		Rodrigo (2016)		Ticona (2018)		Ancco (2019)		Coila et al. (2020)		Quispe et al. (2022)	
	Hembras y machos	Época húmeda	Época seca	Machos y hembras	Hembras lactantes	Hembras vacías al pastoreo	Hembras 4335 m de altitud	Machos de 2 años	Pastoreo	Ayuno	Hembra	Hembra	4500 m de altitud	Hembra	Hembra	560 m de altitud
GLU (mg/dL)	-	112.3-260.1	12.6-299.3	-	-	120.42	-	145	139	129.92	110.44	-	129.92	-	110.44	-
ALB (g/dL)	-	-	-	3.53	-	4.24	-	-	-	4.21	3.63	-	4.21	-	3.63	-
GLOB (g/dL)	-	-	-	4.03	-	4.43	-	-	-	2.32	3.63	-	2.32	-	3.63	-
A/G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TP (g/dL)	-	-	-	7.5	-	8.62	-	7.03	8.58	6.53	5.91	-	6.53	-	5.91	-
BUN (mg/dL)	-	3.9-31.8	3.5-30.9	-	8.50 - 10.16	-	21.6 - 30.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CREA (mg/dL)	-	-	-	2.11	-	-	-	-	-	1.39	1.29	-	1.39	-	1.29	-
GGT (U/L)	-	-	-	22.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AST (U/L)	-	-	-	187.7	-	-	-	-	-	214.78	110.44	-	214.78	-	110.44	-
ALP (U/L)	-	-	-	115.57	-	-	-	-	-	224.4	56.2	-	224.4	-	56.2	-
LDH (U/L)	383.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TG (mg/dL)	-	2.7-14.3	1.8-25.4	-	-	9.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, TP= proteínas totales, BUN=nitrógeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, GGT= gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH= Lactato deshidrogenasa y TG= triglicéridos.

Tabla 5

Indicadores bioquímicos en alpacas en Chile y Ecuador

Indicador Bioquímico	Raggi et al. (1994)		Crossley et al. (1994)			Oblitas (1998)	Toral (2011)	Apiña (2018)	Cuichán y Pinzón (2019)
	Mañana	Tarde	4500 m de altitud	Nivel del mar	400 m de altitud	Hembras			
GLU (mg/dL)	94.56	95.83	92.85	145.85	130.63	-	-	100.85 - 116.97	79.57 - 84.6
ALB (g/dL)	-	-	-	-	-	3.1 - 4.5	-	3.50 - 3.92	-
GLOB (g/dL)	-	-	-	-	-	1.5 - 3.6	-	-	-
TP (g/dL)	-	-	-	-	-	5.4 - 7.2	-	6.0 - 6.61	6.61 - 6.70
Ca (mg/dL)	-	-	-	-	-	-	7.81 - 9.17	-	-
CREA (mg/dL)	-	-	-	-	-	-	-	1.49 - 1.63	1.84 - 2.27
GGT (U/L)	-	-	-	-	-	5 - 41	-	11.91 - 32.91	-
AST (U/L)	-	-	-	-	-	81 - 187	-	128.43 - 234.48	85.3 - 134.05
ALP (U/L)	-	-	-	-	-	167	-	-	-

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, TP= proteínas totales, Ca=Calcio, CREA=creatinina, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina.

Tabla 6

Indicadores bioquímicos en alpacas en USA y Europa

Indicador Bioquímico	Cebra y Tornquist (2004)	Waitt et al. (2008)	Foster et al. (2009)	UCDAVIS (2010)	Husakova et al (2014)			
					Verano		Invierno	
					Macho	Hembra	Macho	Hembra
GLU (mg/dL)	131	88.0 - 151	91.8 - 163.8	101 - 129	-	-	-	-
ALB (g/dL)	3.71	3.50 - 4.90	2.5 - 4.2	3.6 - 4.2	3.67	3.77	3.81	3.8
GLOB (g/dL)	-	-	-	1.7 - 3.0	2.71	2.71	2.48	2.65
TP (g/dL)	-	-	5.1 - 7.9	5.4 - 6.9	6.37	6.42	6.41	6.5
Ca (mg/dL)	-	-	-	-	8.82	8.9	9.1	9.06
BUN (mg/dL)	-	13 - 28	-	7 - 22	-	-	-	-
CREA (mg/dL)	-	0.90 - 1.70	0.61 - 2.0	1.1 - 1.9	1.47	1.41	1.64	1.41
CK (U/L)	-	43 - 750	56 - 662	37 - 108	189	139.2	22.6	124.2
GGT (U/L)	-	10 - 37	13 - 50	11 - 33	22.8	28.8	23.4	24.6
AST (U/L)	-	127 - 298	137 - 391	-	229.8	218.4	219.6	207
ALP (U/L)	-	-	-	-	116.4	97.79	99	84.6
LDH (U/L)	-	-	-	-	873	757.2	856.2	769.8
TG (mg/dL)	13.1	44 - 60	10.62-45.13	11 - 30	10.62	12.39	21.24	21.24

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, TP= proteínas totales, Ca= calcio. BUN=nitrogeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, CK=creatina quinasa, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH=lactato deshidrogenasa y TG= triglicérido.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

La altitud es un espacio geográfico del globo terrestre ubicado a muchos metros por encima del nivel del mar, clasificada en: nivel del mar (<500 m), baja altitud (500 a 2000 m), altitud moderada (2000 a 3000 m), gran altitud (3000 a 5500 m) y extrema altitud (>5500 m) (Sinex y Chapman, 2015), donde cada nivel tiene sus características de presión barométrica y presión parcial de oxígeno que desencadena en el organismo una serie de cambios adaptativos, denominados aclimatación, tales como cambios en los sistemas respiratorio, cardiovascular, hematológico y adaptaciones celulares (Paralíkar y Paralíkar, 2010), siendo los 8000 m considerado como el límite de la vida o la zona de muerte (Huey y Eguskitza, 2001; Szymczak et al., 2021).

Los camélidos son especies adaptadas a la hipoxia de la gran altitud, con una curva de disociación peculiar de la hemoglobina que permite una gran afinidad de esta por el oxígeno a nivel pulmonar y la liberación de oxígeno a nivel tisular (Reynafarje et al., 1975). Esta característica las hace muy resistentes a las condiciones de las grandes altitudes, permitiéndoles lograr su crecimiento, desarrollo y reproducción, siendo uno de los recursos genéticos más importantes de los sistemas pastorales en la región de los Andes (Rodríguez y Quispe, 2020); sin embargo, se desconoce los ajustes que pueden experimentar por el cambio climático, influenciada por factores de estrés, que son fenómenos comunes en muchos entornos, con probabilidad de que continúen en aumento (Sejian et al., 2018).

El enfoque clásico del cambio climático se ha centrado en las mediciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero, principalmente metano (Nisbet et al., 2020) y óxido nítrico (Schils et al., 2013), con fines de mitigación, siendo pocos los estudios en el problema de la adaptación de la ganadería al cambio climático (Bernabucci, 2019). El cambio climático está generando una diversidad de climas y microclimas en el mundo (Pinares, 2017), con impacto negativo en la agricultura, con la consecuente baja disponibilidad de recursos forrajeros para los animales (Sánchez et al., 2020); así como en la ganadería, que está expuesta a factores estresantes como calor, escasez de agua y alimentos, con efectos en las tasas de crecimiento, producción, desempeño reproductivo,

morbilidad y mortalidad, es decir que afectan directamente al bienestar animal (Cheng et al., 2022).

La altitud es un espacio geográfico del globo terrestre ubicado a muchos metros por encima del nivel del mar, clasificada en: nivel del mar (<500 m), baja altitud (500 a 2000 m), altitud moderada (2000 a 3000 m), gran altitud (3000 a 5500 m) y extrema altitud (>5500 m) (Sinex y Chapman, 2015), donde cada nivel tiene sus características de presión barométrica y presión parcial de oxígeno que desencadena en el organismo una serie de cambios adaptativos, denominados aclimatación, tales como cambios en los sistemas respiratorio, cardiovascular, hematológico y adaptaciones celulares (Paralíkar y Paralíkar, 2010), siendo los 8000 metros considerado como el límite de la vida o la zona de muerte (Huey y Eguskitza, 2001; Szymczak et al., 2021).

Los camélidos son especies adaptadas a la hipoxia de la gran altitud, con una curva de disociación peculiar de la hemoglobina que permite una gran afinidad de esta por el oxígeno a nivel pulmonar y la liberación de oxígeno a nivel tisular (Reynafarje et al., 1975). Esta característica las hace muy resistentes a las condiciones de las grandes altitudes, permitiéndoles lograr su crecimiento, desarrollo y reproducción, siendo uno de los recursos genéticos más importantes de los sistemas pastorales en la región de los Andes (Rodríguez y Quispe, 2020); sin embargo, se desconoce los ajustes que pueden experimentar por el cambio climático, influenciada por factores de estrés, que son fenómenos comunes en muchos entornos, con probabilidad de que continúen en aumento (Sejian et al., 2018).

El enfoque clásico del cambio climático se ha centrado en las mediciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero, principalmente metano (Nisbet et al., 2020) y óxido nitroso (Schils et al., 2013), con fines de mitigación, siendo pocos los estudios en el problema de la adaptación de la ganadería al cambio climático (Bernabucci, 2019). El cambio climático está generando una diversidad de climas y microclimas en el mundo (Pinares, 2017), con impacto negativo en la agricultura, con la consecuente baja disponibilidad de recursos forrajeros para los animales (Sánchez et al., 2020); así como en la ganadería, que está expuesta a factores estresantes como calor, escasez de agua y alimentos, con efectos en las tasas de crecimiento, producción, desempeño reproductivo, morbilidad y mortalidad, es decir que afectan directamente al bienestar animal (Cheng et al., 2022).

Los indicadores de bienestar animal son medidas utilizadas para evaluar el estado de bienestar físico y psicológico de los animales en diferentes entornos, como granjas, laboratorios, hogares y entornos salvajes. Estos, pueden ser de diferentes tipos (comportamentales, fisiológicos, ambientales, conductuales, nutricionales, entre otros) y se utilizan para monitorear y mejorar las condiciones en las que viven los animales. La evaluación del bienestar implica un enfoque holístico considerando múltiples indicadores en conjunto para obtener una imagen completa del estado de los animales (Sejian et al., 2018; Romero et al., 2011).

La alpaca se adapta fácilmente a diferentes medios; sin embargo, es muy susceptible a eventos estresantes, con la secreción de cortisol en sangre y metabolitos de cortisol en heces (Arias y Velapatiño, 2015), siendo necesario estudiar los cambios en su conducta ante los cambios ambientales producidos por el calentamiento global, con énfasis en el ganado hembra, Huacaya y Suri, dada sus características raciales y los efectos de la gestación, por lo que se hace relevante conocer la respuesta en términos bienestar animal y su relación con el cambio climático (Pinares, 2017), evaluado a través de indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos influenciados por la época del año (seca y lluviosa) y la raza (Huacaya y Suri) a gran altitud.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Cómo son los indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud (4141 m)?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo son los indicadores fisiológicos en alpacas a gran altitud (4141 m)?
- ¿Cómo son los indicadores endocrinos en alpacas a gran altitud (4141 m)?
- ¿Cómo son los indicadores bioquímicos en alpacas a gran altitud (4141 m)?

2.3 Justificación

El creciente interés por el bienestar animal se debe a la confluencia de varios factores, entre ellos el mayor conocimiento en distintas disciplinas relacionadas a los

animales, como elementos dentro de un sistema productivo, como el comportamiento animal, la fisiología del estrés y el manejo correcto, entre otros (Koscinczuk, 2014).

El fenómeno del acelerado calentamiento global genera un ambiente con cambios drásticos y un efecto importante en los organismos vivos (IPCC, 2012). En los sistemas productivos, principalmente en aquellos de pequeños productores y comunidades rurales altamente dependientes del uso de los recursos naturales y de sus cambios según la estacionalidad, el impacto es aún mayor (Pinares, 2017). Existe un consenso general que para reducir la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios frente a la variabilidad y cambio climático, se debe mejorar las capacidades adaptativas del sistema mediante el incremento de la diversidad (Pizarro, 2017). La capacidad adaptativa son medidas que genera un sistema para responder y reducir la vulnerabilidad cuando es expuesto a un estrés externo, tal como los efectos del cambio climático (IPCC, 2012). La capacidad adaptativa está conformada por la interacción de componentes medio ambientales, sociales, culturales, políticos y económicos del sistema que determinan la vulnerabilidad, la sensibilidad y la reacción de los componentes del mismo y sus interacciones ante la exposición a agentes de estrés externo (Pinares, 2017).

Los detonantes del estrés se dividen en factores de interacciones con los individuos de la misma especie y prácticas relacionadas con el manejo animal. Dentro de estos encontramos los factores como los cambios de temperatura, humedad relativa, lluvias prolongadas, vientos fuertes, nevadas, sequías, inundaciones, instalaciones precarias, comederos y bebederos de poca capacidad, ambientes sucios, oscuros, ventilación exagerada o deficiente, hacinamiento, esquila (ovinos y camélidos), destete, transporte, cambios de potrero, arreos largos, ordeño, vacunación, hambre, sed, sobrealimentación, cambios de nutrición, pasturas suculentas o secas, alimentos inadecuados para la especie, enfermedades víricas, bacterianas, micóticas, parasitarias, intoxicaciones, entre otros (Odeón y Romera, 2017).

Los camélidos se encuentran adaptados para vivir en zonas bastante elevadas, aunque también se adaptan a entornos diferentes como altitudes cercanas al nivel de la costa (Torres, 2014; Bonavia, 1996). No se encuentra mucha información de lo que ocurre con los indicadores (fisiológicos, endocrinos y bioquímicos) en el contexto actual de cambio ambiental (cambios en la temperatura y humedad ambiental, oferta de la calidad y cantidad de materia seca). Del mismo modo la mayoría de investigaciones se realizan

en animales machos por su facilidad de colecta de datos, por lo que no existen reportes de hembras en diferentes etapas fisiológicas como la gestación.

Cualquier cambio ambiental, como se ha mencionado anteriormente, es una amenaza ampliamente reconocida (Arias y Velapatiño, 2015), cuyos impactos no se encuentran registrados, principalmente aquellos relacionados con el bienestar, la salud y el rendimiento de los animales. En ese contexto de determinaron la temperatura corporal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria (indicadores fisiológicos); concentraciones de las hormonas cortisol y ACTH (indicadores endócrinos) y concentraciones de glucosa, albúmina, globulina, relación A/G, proteínas totales, calcio, nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), creatinina, relación BUN/crea, creatina quinasa, gamma glutamil transferasa, aspartato amino transferasa, fosfatasa alcalina, lactato deshidrogenasa y triglicéridos (indicadores bioquímicos) en sangre en alpacas hembras gestantes por época del año (seca y lluviosa) y por raza (Huacayas y Suris).

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Determinar los indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los indicadores fisiológicos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).
- Determinar los indicadores endocrinos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).
- Determinar los indicadores bioquímicos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- Los indicadores fisiológicos, endócrinos y bioquímicos son similares entre épocas del año y razas de alpacas criadas a gran altitud.



2.5.2 Hipótesis específicas

- Los indicadores fisiológicos en alpacas son similares entre razas de alpacas y épocas del año.
- Los indicadores endócrinos en alpacas son similares entre razas de alpacas y épocas del año.
- Los indicadores bioquímicos en alpacas son similares entre razas de alpacas y épocas del año.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de Punapampa-Sangarará-Cusco, ubicado a 4141 m de altitud, con una temperatura anual promedio de 7.5 °C (máxima 15.9 °C y mínima -0.9 °C), una presión atmosférica de 451.2 mm Hg, donde se realizó el seguimiento a las alpacas adultas gestantes durante dos momentos de control de sus indicadores (época seca y lluviosa). El periodo experimental estuvo entre los meses de setiembre 2021 a julio 2022.

3.2 Población

La población estuvo conformada por 131 alpacas hembras adultas gestantes y vacías, de la raza Huacaya y de la raza Suri, pertenecientes a la Estación Experimental del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Marangani-Cusco.

3.3 Muestra

La muestra estuvo conformada por 8 alpacas Huacayas de 55.75 ± 4.72 kg de peso vivo, y 6 alpacas Suris de 57.25 ± 7.73 kg de peso vivo, obtenida de la referida población de 131 alpacas hembra adultas. El tamaño muestral fue calculado por el método probabilístico, considerando el tipo de población finita (< 1000) y variable cuantitativa, sujeto a la siguiente fórmula (Miot, 2011).

$$n = \frac{N * \delta^2 * (Z_{\alpha/2})^2}{(N - 1) * (E)^2 + \delta^2 * (Z_{\alpha/2})^2}$$

Donde: n, tamaño de muestra; $Z_{\alpha/2}$, valor crítico para el grado de confianza (95%) deseado ($Z_{\alpha/2} = 1.96$); δ , desviación estándar de peso vivo considerado como variable de referencia ($\delta = 4.72$); E, error estándar, usualmente 5% de la proporción de casos ($E = 5$); N, tamaño de la población finita ($N = 131$).

Sustituyendo valores:

$$n = \frac{131 * (4.72)^2 * (1.96)^2}{(131 - 1) * (5)^2 + (4.72)^2 * (1.96)^2} = 6.8$$

Los factores excluyentes considerados fueron: animales machos, hembras vacías, hembras con problemas reproductivos y hembras de colores. Las alpacas gestantes fueron ubicadas en la comunidad de Punapampa-Sangarará-Cusco, a 4141 m de altitud, alimentadas con pastos cultivados asociados, donde se realizó el primer control de los indicadores en el día 275.8±10.2 de gestación (época seca), y en el segundo control, en el día 323.8±10.2 de gestación (época lluviosa) (Tabla 7).

Tabla 7

Peso vivo de alpacas según raza y época del año, alimentadas en pasturas cultivadas en Sangarará - Cusco (4141 m de altitud)

Ítem	Época	
	Seca	Lluviosa
Huacaya, kg	55.75 ± 4.72	57.25 ± 7.73
Suri, kg	57.38 ± 4.09	58.25 ± 11.35

3.4 Método de investigación

3.4.1 El Tipo de investigación

La investigación estuvo enmarcada en el enfoque cuantitativo, tipo explicativo y argumentativo, con datos sometidos al análisis estadístico, a fin de confirmar la hipótesis.

3.4.2 Diseño de investigación

La investigación consistió en medir los indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos en dos razas de alpacas gestantes y en dos épocas del año; por lo que la investigación está en el marco del diseño experimental, con asociación de variables, donde la influencia de las variables independientes fue medida en las variables dependientes, a fin de evaluar la causa y el efecto entre las variables. Las variables independientes fueron dos: la raza de alpaca (Huacaya

y Suri), y época del año (seca y lluviosa). El control de variables extrañas estuvo dado por la uniformidad de la muestra de animales (todos adultos y gestantes), alimentados con la misma asociación de pastos cultivados, alojados en un mismo contexto (altitud 4141 m).

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

La alimentación de las alpacas, en Punapampa-Sangarará-Cusco (altitud 4141 m), fue al pastoreo con pastos cultivados de la asociación raigrás (*Lolium perenne*) (69%), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (8%), llantén (*Plantago major*) y achicoria (*Cichorium intybus*) (23%). Los pastos cultivados fueron evaluados y analizados en dos momentos, concordantes con la época seca y lluviosa, respectivamente. La Tabla 8 muestra la composición química de los alimentos, cuyas muestras mixtas obtenidas a través de aforos para establecer la disponibilidad de forraje de las praderas y sus características nutricionales, fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa. Durante la época seca, los pastos cultivados contaron con riego, a fin de mantener la producción de biomasa. Previo a la experimentación los animales fueron acostumbrados por un período de 30 días (Lund et al., 2012). El agua se suministró para consumo *ad libitum*.

Tabla 8

Composición química de los pastos cultivados (% en MS)

Alimentos y momento de control	MS	PC	FDN	FDA	Cnz
Pastos cultivados (Época seca)	34.7	9.5	37.4	19.7	6.4
Pastos cultivados (Época lluviosa)	27.9	8.4	36.4	21.6	5.7

Nota. MS, materia seca; PC, proteína cruda, FDN, Fibra detergente neutro; FDA, Fibra detergente ácido; Cnz, cenizas totales.

Se estimó el consumo de materia seca en pastoreo (Tabla 9), con la determinación de la excreción total de la materia seca fecal de 24 horas y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca consumido (Van Dyne y Meyer, 1964).

Tabla 9*Consumo de materia seca en alpacas mantenidas en praderas de pastos cultivados*

Raza	Época	
	Seca	Lluviosa
Huacaya (g/d)	1344.2 ± 443.3	809.3 ± 193.3
Suri (g/d)	1360.5 ± 580.7	1012.7 ± 285.7

Como parte de los objetivos se determinó el Índice de temperatura y humedad (ITH): Para lo cual se contó el registro de la TA y HR se utilizó un data logger (Extech RHT10). Así mismo para determinar el confort térmico se estimó el índice de temperatura y humedad (Mader et al., 2004; García et al., 2007) bajo la siguiente fórmula:

$$ITH = (0.8)T + \frac{HR}{100} (T - 14.3) + 46.4$$

Donde:

ITH= índice de temperatura-humedad,

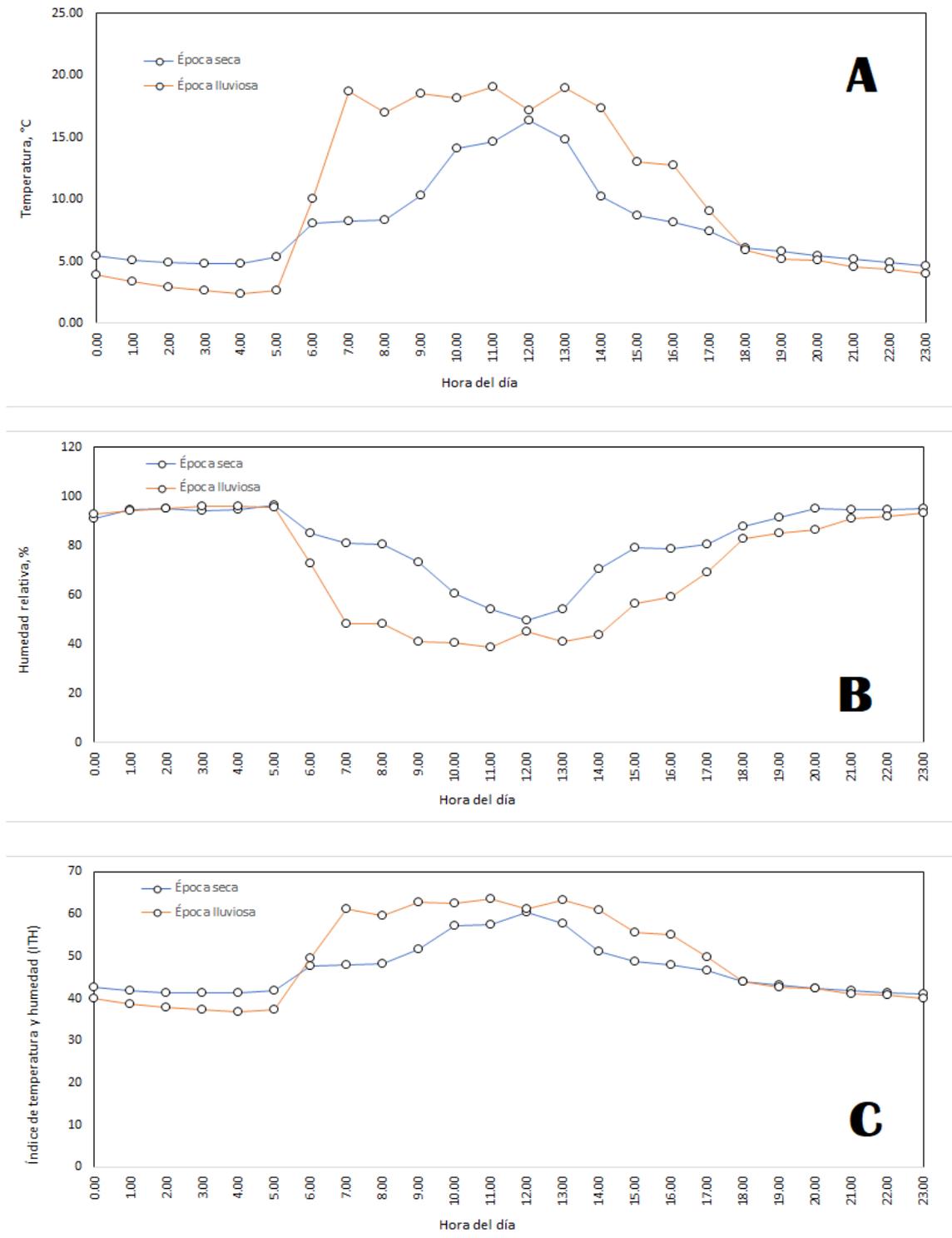
T= temperatura del aire, °C,

HR= Humedad relativa del aire, %.

El ITH para la presente investigación fue de 47.0 y de 49.3 para las épocas seca y lluviosa respectivamente (Figura 2 y Anexo 1). En el ganado vacuno de carne y leche, un ITH adecuado es hasta 70 (López et al., 2021). Krishnan et al. (2008) determinó un ITH para yaks de 52. Sin embargo, la presente investigación permite considerar algunos puntos iniciales al respecto, en la crianza de alpacas. Consideramos que para una modificación del ITH para especificidad en alpacas o camélidos sudamericanos, se debe realizar un estudio durante al menos un año que permita ver las respuestas de los animales en diferentes épocas y momentos del día.

Figura 2

Temperatura ambiental (A), Humedad relativa (B) y (C) Índice de temperatura y humedad relativa por hora del día en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)



3.5.1 Variables analizadas

A. Determinación de los indicadores fisiológicos

Los indicadores fisiológicos se obtuvieron con tres repeticiones por animal por periodo de evaluación (inter-días por tres días), estuvieron conformados por:

La temperatura corporal (TC) fue medida a nivel del recto utilizando un termómetro digital Marca Provèn DT-K117, con una precisión de ± 0.1 °C a 35.5~42.0°C a temperatura ambiente 18~28°C y de ± 0.2 °C a 32.0~35.5°C a otras temperaturas ambiente.

La frecuencia cardíaca (FC) fue medida contando los latidos por minuto utilizando un estetoscopio 3M Littmann Brand – Lightweight II S.E y un cronómetro.

La frecuencia respiratoria (FR) fue medida observando los movimientos respiratorios a nivel torácico por minuto utilizando un cronómetro.

B. Determinación de los indicadores endocrinos

Estos indicadores, fueron determinados en el laboratorio SUIZALAB-Lima, con el EUROLyser CUBE-VET (Eurolyser Diagnostica GmbH, Salzburg, Austria, equipo especializado en la determinación de hormonas), cuyo fundamento está basado en análisis por química húmeda con tecnología de espectroscopía de absorción. La Tabla 10 muestra las hormonas analizadas.

Procedimiento:

- 1) Obtener muestras de sangre por venopunción (yugular) 3 mL, con agujas hipodérmicas 20”, holder y tubos vacutainer con EDTA (análisis en plasma). Las muestras se obtuvieron con tres repeticiones por animal por periodo de evaluación (la colección se hizo inter-días por tres días).

- 2) Rotular y colocar la muestra en un cooler, luego centrifugar a 3000 rpm p * 10 min. La fracción líquida obtenida fue separada en alícuotas en viales criogénicos e inmediatamente almacenadas en congelación a -20° C.
- 3) Abrir el kit de pruebas de hormonas (ACTH o cortisol).
- 4) Colocar la cubeta y la tapa en la rejilla del kit de prueba y dejar que este alcance la temperatura ambiente por 10 minutos.
- 5) Colocar la tarjeta RFID en el equipo y presionar el botón “Medición” y comenzar a entrada de datos (nombre del paciente y tipo de muestra) y confirmar la entrada de datos.
- 6) Retirar la tapa de la cubeta de prueba; luego aspirar, dispensar y colocar sobre el líquido la muestra centrifugada (plasma) previamente homogenizado, en una alícuota de 20 μ L con la micropipeta.
- 7) Colocar la tapa R2 y cerrar bien la cubeta de prueba.
- 8) Insertar la cubeta de prueba al equipo y cerrar la entrada del equipo.
- 9) Leer y guardar los resultados en el equipo.
- 10) Desechar el cartucho y cerrar la entrada del equipo.

C. Determinación de los indicadores bioquímicos

Los indicadores bioquímicos fueron determinados en el laboratorio SUIZALAB-Lima, con el Element RC Panel de rotores (Scil Animal Care Company, Heska group, Viernheim, Germany, equipo especializado en la determinación de metabolitos); cuyo fundamento está basado en análisis por química húmeda con tecnología de espectroscopía de absorción. La Tabla 10 muestra los metabolitos analizados.

Procedimiento:

- 1) Obtener muestras de sangre por venipuntura (vena yugular), con la utilización de agujas hipodérmicas 20”, holder y tubos vacutainer, en una cantidad aproximada de 10 mL para los tubos sin aditivo (análisis en suero). Las muestras se obtuvieron con tres repeticiones por animal por periodo de evaluación (la colección se hizo inter-días por tres días).
- 2) Rotular y se colocar en un cooler las muestras; para luego centrifugar a 3000 rpm por 10 minutos. La fracción líquida obtenida fue separada en alícuotas en viales criogénicos e inmediatamente almacenadas en congelación a -20° C para su posterior análisis de laboratorio.
- 3) Retirar el rotor de la refrigeradora y dejar que este alcance la temperatura ambiente por 10 minutos.
- 4) Retirar de su envoltura al rotor, luego aspirar, dispensar y distribuir con la micropipeta 100 µl de la muestra centrifugada (suero) previamente homogenizado.
- 5) Colocar el rotor en el equipo y entrar de datos (número, nombre del paciente y tipo de muestra), confirmar la entrada de datos y cerrar la entrada del equipo.
- 6) Leer, imprimir y guardar los resultados en el equipo.
- 7) Desechar el rotor y cerrar la entrada del equipo.

Tabla 10

Indicadores endocrinos y bioquímicos en alpacas a gran altitud (4141 m)

Indicadores endocrinos	Indicadores bioquímicos		
Cortisol (µg/dL)	GLU (mg/dL)	BUN (mg/dL)	CK (U/L)
ACTH (pg/mL)	ALB (g/dL)	CREA	GGT (U/L)
		(mg/dL)	
	GLOB (g/dL)	BUN/CREA	AST (U/L)
	A/G		ALP (U/L)
	TP (g/dL)		LDH (U/L)
	Ca (mg/dL)		
	TG (mg/dL)		

Nota. ACTH=Hormona adrenocorticotropa, GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, A/G= relación A/G, TP= proteínas totales, Ca= calcio, BUN=nitrógeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, BUN/CREA=relación nitrógeno ureico sanguíneo creatinina, CK=creatinina quinasa, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH=lactato deshidrogenasa y TG= triglicéridos.

3.5.2 Descripción detallada del uso de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros

Material de campo

- Mallas arpilleras (1m de ancho).
- Driza para sujeción.
- Registro de campo, bolígrafo y tablero para toma de datos.
- Bolsas de recolección de heces

Equipos e instrumentos utilizados en el lugar del experimento

Equipos

- Cooler
- Centrifugadora 3000 rpm
- Congeladora a -20°C

- EUROLyser CUBE-VET
- Panel de rotores Element RC
- Incubador de Digestibilidad *in vitro*

Materiales para la toma de muestra de sangre

- Agujas Hipodérmicas 20 G X 1 ½
- Frascos colectores de suero sanguíneo (viales criogénicos) x 1 y 2 mL
- Tubos vacutainer de 6 mL (tapa roja, gris y lila)
- Holder
- Algodón.
- Alcohol yodado al 3%

Instrumentos

- Termómetro digital
- Estetoscopio
- Cronómetro
- Balanza digital con capacidad de 50/0.01 kg
- Balanza digital con capacidad de 5/0.01 kg
- Medidor de temperatura y humedad ambiental (EXTECH RHT10 Thermo-Hygro Data Logger)

3.5.3 Aplicación de prueba estadística inferencial.

Los datos se expresaron en medidas de tendencia central y dispersión, tales como el promedio y la desviación estándar, respectivamente.

Los indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos, se evaluaron mediante el análisis de varianza en diseño completamente al azar, experimento factorial 2 x 2, con dos razas de alpacas (Huacayas vs Suris) y dos épocas del año

(seca y lluviosa), con diferente número de réplicas (desbalanceado). El análisis de varianza estuvo sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo, con los supuestos de que los datos son paramétricos, distribuidos normalmente dentro de cada grupo, con varianza homogénea y observaciones independientes, a un nivel de significancia de 0.05 (Eze et al., 2018).

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, b$$

Donde:

y_{ijk} : Variable respuesta.

μ : Media general.

τ_i : Variación entre razas de alpacas (Huacayas y Suris).

β_j : Variación entre época del año (seca y lluviosa).

$\tau\beta_{ij}$: Interacción entre razas y edades gestacionales.

ε_{ijk} : Variación entre observaciones.

Los datos fueron procesados con el programa IBM SPSS Statistics versión

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Indicadores fisiológicos

Los indicadores fisiológicos por efecto de la época del año, se muestran en la Tabla 11 y Anexos 3 y 4.

Tabla 11

Indicadores fisiológicos en alpacas Huacaya y Suri mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa-Sangarará-Cusco (4141 m) durante la época seca y lluviosa

Indicador	Época seca		Época lluviosa		P _{valor}		
	Huacaya	Suri	Huacaya	Suri	Época	Raza	E × R
TC, °C	37.5±0.2	36.4±0.5	37.5±0.3	35.7±0.6	0.042	<0.001	0.039
FC, l.p.m.	62.7±6.1	59.3±5.1	68.1±5.1	60.6±2.6	0.118	0.014	0.314
FR, r.p.m.	27.1±4.0	25.1±4.3	28.6±2.4	25.4±2.4	0.506	0.770	0.694

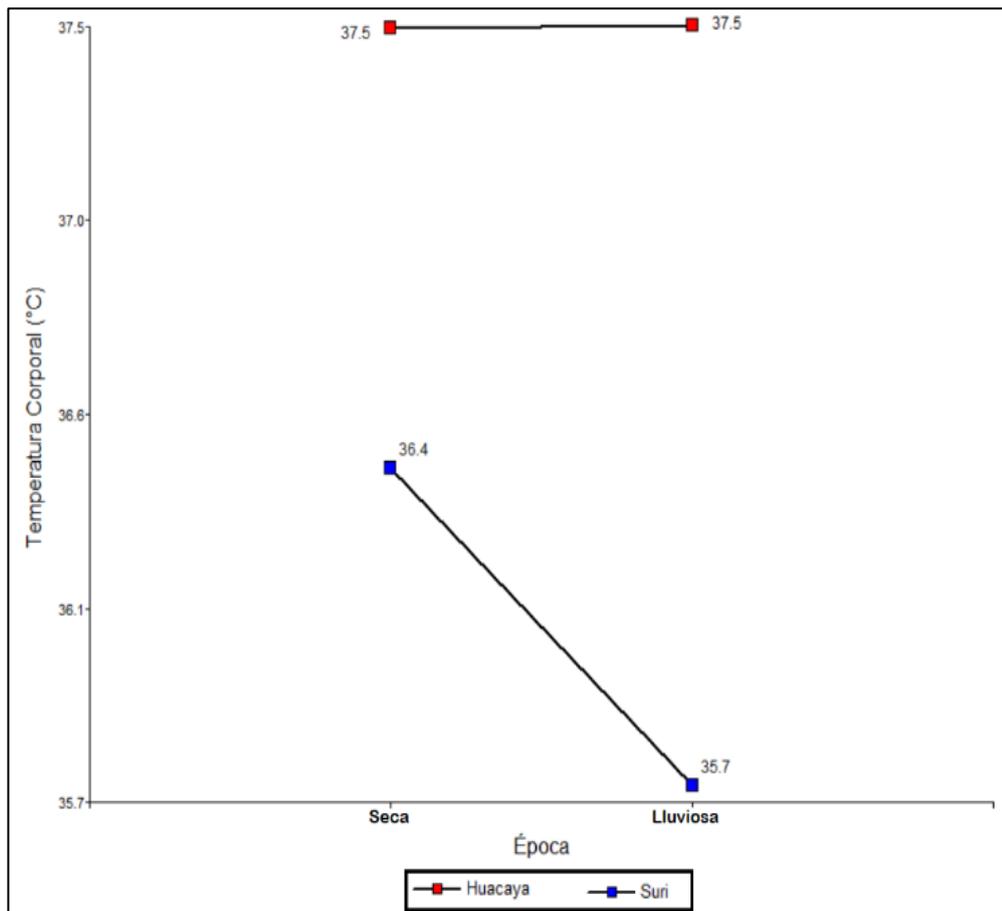
Nota. TC= temperatura corporal, FC= frecuencia cardíaca (l.p.m.= latidos por minuto), FR= Frecuencia respiratoria (r.p.m.=respiraciones por minuto).

Los efectos principales del análisis de varianza indican que sobre la temperatura corporal de las alpacas existe efecto de la época del año, así como de la raza. La temperatura corporal de las alpacas fue diferente ($p < 0.05$) entre épocas, con 37.0 ± 0.6 °C en época seca, frente a 36.7 ± 1.0 °C en época de lluvias. La temperatura corporal entre razas fue altamente significativa entre razas ($p < 0.01$), con una media de 37.5 ± 0.3 °C en alpacas Huacaya y 36.1 ± 0.7 °C en alpacas Suri, con 1.4 °C que marcó la diferencia entre ambas razas. Los efectos simples del análisis de varianza indican que, dentro de las mismas épocas, las alpacas Huacaya registraron una mayor temperatura corporal que las alpacas Suri ($p < 0.05$), con medias de 37.5 ± 0.2 °C vs 36.4 ± 0.5 °C, respectivamente, en época seca, y 37.5 ± 0.3 °C vs 35.7 ± 0.6 °C, respectivamente en época lluviosa.

El efecto secundario o efecto de interacción entre época del año y raza de alpaca fue significativa ($p < 0.05$). La temperatura corporal de las alpacas Huacayas no varió por época del año (37.5°C), mientras que en las alpacas Suri existió variación de 0.7°C desde la época seca hasta la época lluviosa (36.4°C vs 35.7°C) (Figura 3).

Figura 3

Interacción entre época y raza en la temperatura corporal en alpacas



4.1.2 Indicadores endocrinos

En las Tabla 12 y Anexos 3 y 4, se muestra los indicadores endocrinos por efecto de la época del año y raza. En relación a los niveles de ACTH y cortisol no existió efecto ($p > 0.05$) de la época del año ni de la raza.

Tabla 12

Indicadores endocrinos en alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco) durante la época seca y lluviosa a gran altitud (4141 m)

Indicador	Época seca		Época lluviosa		P _{valor}		
	Huacaya	Suri	Huacaya	Suri	Época	Raza	E × R
ACTH, pg/mL	19.90±6.0	29.40±8.0	24.95±17.0	26.20±17.0	0.861	0.327	0.450
Cortisol, µg/dL	0.53±0.3	0.42±0.1	0.66±0.35	0.63±0.37	0.189	0.559	0.758

Nota. ACTH=Hormona adrenocorticotrópica.

4.1.3 Indicadores bioquímicos

Los indicadores bioquímicos por efecto de la raza y época del año, se muestran en la Tabla 13 y Anexo 3.

En esta Tabla 13 se puede observar que existe efecto de la época del año sobre los niveles de ALB, A/G, Ca, BUN/CREA ($p < 0.05$) y BUN ($p < 0.01$).

Así mismo existe efecto de la raza sobre la ALB, GLOB, A/G, TP ($p < 0.001$) y sobre la CREA, BUN/CREA y ALP ($p < 0.05$).

No existió efecto ni de la época, raza ni la interacción de ambas sobre los niveles de GLU, Ca, CK, GGT, AST, LDH y TG.

Tabla 13

Indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco) durante la época seca y lluviosa a gran altitud (4141 m)

Indicador	Época seca		Época lluviosa		P _{valor}	
	Huacaya	Suri	Huacaya	Suri	Raza	E × R
GLU, mg/dL	131.4±11.6	136.8±19.3	122.7±12.1	137.2±24.4	0.552	0.169
ALB, g/dL	4.1±0.3	3.8±0.2	4.5±0.1	4.0±0.3	0.015	<0.001
GLOB, g/dL	3.6±0.3	4.4±0.5	3.0±0.4	4.4±0.7	0.149	<0.001
A/G	1.2±0.3	0.9±0.1	1.5±0.2	0.9±0.2	0.006	<0.001
TP, g/dL	7.7±0.3	8.2±0.5	7.5±0.3	8.3±0.6	0.931	0.001
Ca, mg/dL	9.5±0.4	9.1±0.9	9.7±0.2	9.8±0.4	0.008	0.514
BUN, mg/dL	5.5±1.2	6.5±0.9	8.1±1.6	8.9±2.1	0.001	0.162
CREA, mg/dL	1.9±0.4	1.6±0.25	1.7±0.3	1.2±0.3	0.054	0.003
BUN/CREA	3.4±1.2	4.22±1.05	4.8±1.1	8.1±3.0	0.001	0.005
CK, U/L	133.2±50.3	200.3±227.4	127.4±228.2	44.7±23.6	0.244	0.909
GGT, U/L	35.5±8.5	38.8±8.4	39.1±13.3	42.6±10.3	0.397	0.442
AST, U/L	162.9±94.8	164.3±37.7	177.3±50.7	181.0±50.3	0.564	0.923
ALP, U/dL	59.8±12.9	113.9±54.1	81.1±55.0	128.1±60.6	0.381	0.018
LDH, U/dL	191.8±30.7	202.8±31.9	227.7±31.8	207.0±30.2	0.129	0.707
TG, mg/dL	47.0±7.8	40.1±6.7	45.3±14.4	42.7±20.4	0.932	0.393

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, A/G= relación A/G, TP= proteína total, Ca= calcio, BUN=nitrógeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, BUN/CREA=relación nitrógeno ureico sanguíneo creatinina, CK=creatinina quinasa, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH=lactato deshidrogenasa y TG= triglicérido.

4.2 Discusión

4.2.1 Indicadores fisiológicos

Las causales de esa interacción pueden deberse a factores como la zona termoneutral, definida como el rango de temperaturas ambientales donde la producción de calor metabólico no está afectada por la temperatura ambiente, en el que el cuerpo puede mantener su temperatura central únicamente mediante la regulación de la pérdida de calor seco, es decir, el flujo sanguíneo de la piel (Kingma et al., 2014).

La mayor pérdida de calor corporal de las alpacas Suri durante la época lluviosa se atribuye a que tienen el cuerpo cubierto con vellón colgante y mojado, siendo la humedad la que influye en la pérdida de calor; esto posiblemente debido a que en época de lluvia se registró temperaturas ambientales menores a 5 °C; por lo que la TC disminuyó drásticamente en las alpacas Suris (35.7 °C), al respecto podemos mencionar que esta raza exhibió claros signos de escalofríos temprano en la mañana como resultado de las bajas temperaturas durante la noche (Figura 2-A y Anexo 1). Se observó además diferencias numéricas en la TC de 1.1 °C y 1.8 °C en época seca y lluviosa respectivamente entre alpacas Suris y Huacayas.

Los Andes de Perú se caracteriza por una estación seca (mayo-julio) con muy poca precipitación y una estación húmeda (diciembre-marzo) con la mayor parte de la precipitación anual (Perry et al., 2014), con un inicio y un cese en los períodos de transición de seco a húmedo (agosto a diciembre) y de húmedo a seco (marzo a mayo) (Sedlmeier et al., 2023), donde los animales están en estrés por frío debiendo generar más calor metabólico a través de su propia regulación corporal para mantener su temperatura central, con efectos en el crecimiento, la eficiencia productiva, el desempeño reproductivo, el bienestar y la respuesta inmune del ganado, causando pérdidas económicas (Hu et al., 2021), así como en la función digestiva y el metabolismo energético y el desbalance de la hormona del estrés, dañando el crecimiento y desarrollo normal del cuerpo (Wang et al., 2023), siendo esta condición más marcadas para las alpacas Suris.

La época lluviosa, desde el punto de vista de la termorregulación, es más adversa que la época seca, dado que la lluvia, la nieve y el barro mantienen

húmedo el cuerpo del animal, haciendo se pierda mayor cantidad de calor; y en el caso de la alpaca Suri, el asunto es más adverso que para la alpaca Huacaya, debido a que las variables ambientales, tales como la humedad del aire, la temperatura del aire, el índice de temperatura humedad y la carga térmica radiante (Luz et al., 2016). Activándose mecanismos para la conservación del calor corporal, que implica cambios comportamentales y posturales, activación del sistema simpático alfa adrenérgico, contracciones musculares, vasoconstricción cutánea, piloerección, aumento del consumo de alimentos, combustión de grasas de reserva (Sanmiguel y Díaz, 2011). Así mismo, durante la exposición a temperaturas extremadamente frías, los animales deben generar más calor metabólico a través de su propia regulación corporal para mantener su temperatura corporal central (Silva y Bittar, 2019).

Acerca de la frecuencia cardíaca podemos mencionar que existió efecto de la raza (Huacayas y Suris) ($p < 0.05$), con valores menores en las alpacas Suris en ambas épocas del año, esto posiblemente se deba a que exista una relación entre la menor TC con este parámetro, relacionados con los mecanismos de conservación de calor (Arnold et al., 2004).

Sobre la frecuencia respiratoria no existió efecto ($p > 0.05$), ni de época del año (seca y lluviosa) ni raza (Huacayas y Suris), sin embargo, existe una tendencia numérica menor en alpacas Suris de 25.1 y 25.4 r.p.m. en época seca y lluviosa respectivamente.

Es conocida la adaptabilidad de las alpacas a diversas condiciones ambientales, en particular las relacionadas con la variación de latitudes (Crossley et al., 1994), condición sin alteraciones significativas de las constantes fisiológicas, lo que les permite mantener una temperatura corporal constante, así como otros parámetros fisiológicos (Gerken, 2010), aplicable esto a las alpacas Huacayas. Sin embargo, en nuestro estudio observamos que las alpacas Suris exhibieron temperaturas corporales bajas. Al respecto de las diferencias entre las razas, no se encontró en la literatura revisada ningún registro de constantes fisiológicas específicas para alpacas Suris, por lo cual se dificulta la discusión sobre las diferencias encontradas. Como se mencionó anteriormente, durante la fase experimental, se observó que algunas de las alpacas Suris llegaron a

evidenciar signos de frío a tempranas horas de la mañana, lo que se percibió al ver a algunos animales con muestras de estremecimiento (tiritar) y con más incidencia en la época de lluvia; esto nos lleva a plantear la hipótesis de que la línea dorsal por estar casi descubierta, influye en el control de temperatura corporal haciendo que esta raza sea más sensible a efectos de la temperatura ambiental. Este evento se podría relacionar la disipación del calor, es así que según Schmidt-Nielsen (1970) menciona que los animales tienen aproximadamente un 40% del área total con pelaje muy denso y 20% está casi desnudo, lo que permite la disipación de calor; los camélidos se caracterizan por tener áreas de piel fina, desnuda o con pelo más corto, ubicadas en la parte ventral del abdomen, el espacio axilar, el interior de los muslos y el perineo, llamadas ventanas térmicas, que les permiten eliminar el exceso de calor (Gerken, 2010). A diferencia de la alpaca Huacaya que tiene un vellón entero, compacto y esponjoso con fibras rizadas que protegen todo el cuerpo (Paucar et al., 2019), la alpaca Suri, tiene un vellón con mechass sueltas, largas y colgantes a cada lado del cuerpo, dividido y descubierto en la línea dorsal (Figura 4) (Renieri et al., 2009), la misma pudiera cumplir la función de ventana térmica con capacidad termorreguladora, por donde disipa calor corporal, pero que en condiciones de la gran altitud, es un factor negativo (Gómez et al., 2022).

Parraguez et al. (1993) indican que la temperatura rectal de las alpacas tiende a sincronizarse con la temperatura ambiental, especialmente cuando ésta desciende por debajo de 0 °C. Esta sincronización podría estar relacionada con la función del metabolismo basal; por lo que se podría asumir que la menor TC de las alpacas Suris conllevaría a una disminución de la tasa metabólica y a su vez un ahorro de energía, lo cual se podría reflejar en una disminución la FC y FR. Sin embargo, la literatura científica sigue siendo escasa, especialmente en los campos de la nutrición y la energía. Así mismo, debemos mencionar que los mamíferos tienen la capacidad de mantener su TC dentro de un estrecho límite con condiciones ambientales cambiantes, lo que supone un alto costo energético. No obstante, algunos animales ungulados, como el ciervo rojo pueden reducir en cierta medida su tasa metabólica y su TC, por tanto, ajustar su gasto energético diario (Arnold et al., 2004). En las llamas se observó algo similar, al medir la tasa metabólica bajo diferentes estaciones, donde se observó que esta especie es capaz

de ahorrar energía, reduciendo su tasa metabólica, la actividad locomotora y hasta cierto punto ajustar su TC de acuerdo a la estación del año e incluso la hora del día, cuando la temperatura ambiente es baja y/o el alimento es escaso (Riek et al., 2017). Este efecto se da por la capacidad de utilizar la vasoconstricción periférica, además de que emplean ajustes de comportamiento para minimizar la pérdida de calor durante la exposición al frío, condiciones que también se reportaron en los guanacos (de Lamo et al., 1998). En ese contexto, podríamos asumir que las alpacas poseen también un mecanismo de ahorro de energía y si hablamos por razas quizá las alpacas Suris reduzcan más su tasa metabólica versus las Huacayas.

Figura 4

Línea media dorsal de la alpaca Suri



El contraste de TC con datos de otras investigaciones es aplicable solo para la raza Huacaya, ya que para el caso de las mediciones en hembras de la raza Suri no existen reportes. Es así que nuestros resultados son menores a lo reportado por Raggi et al. (1994), Crossley et al. (1994), y Eduardo y Vivela (2021) en 0.4, 0.2, 0.4 °C respectivamente. Se encuentran dentro de lo reportado por Cebra et al. (2014) y Cuichán y Pinzón (2019). Estas diferencias pudieran deberse a factores

como la hora del día en que se registró la TC, el tipo de termómetro utilizado, la temperatura ambiental, datos que no están especificados en los estudios contrastados.

La FC determinada por época del año es mayor a lo reportado por Raggi et al. (1994) y Crossley et al. (1994) en 7.9 y 17.5 l.p.m. para la época seca y de 13.3 y 22.9 l.p.m. para la época lluviosa respectivamente, además se encuentran dentro de lo reportado por Cebra et al. (2014), y Cuichán y Pinzón (2019).

En cuanto a la FR, en ambas épocas del año nuestros resultados son mayores a los reportados por Raggi et al. (1994) y Crossley et al. (1994) en 4.2 y 7 7.3 r.p.m. para la época seca y de 5.7 y 8.7 r.p.m. para la época lluviosa respectivamente. Además, se encuentran dentro de lo reportado por Cebra et al. (2014), y Cuichán y Pinzón (2019).

Las diferencias encontradas tanto para FC y FR posiblemente se deban a factores como estado fisiológico, actividad metabólica, temperatura ambiental, altitud, edad, sexo, ejercicio y estrés (Raggi et al., 1994; Crossley et al., 1994). Situaciones de estrés en los animales aumenta la secreción de catecolaminas, que provoca un incremento de la tensión arterial, haciendo que aumente la FC y FR (Romero et al., 2011). Por su parte las alpacas presentan características especiales que le permiten adaptarse a ecosistemas áridos y a la altura, en relación con la FC y FR, Vallenás y Sillau (1968) mencionan que la fisiología cardiovascular y respiratoria en esta especie, presenta condiciones propias que le han permitido enfrentar situaciones extremas, compensando eficazmente la hipoxia a la que pudieran estar sometidas. Urquieta y Martínez (1992) aluden que las alpacas disponen de una gran superficie de intercambio y transporte de gases, aumentando así la disponibilidad de oxígeno tisular, y poseen glóbulos rojos elípticos y de pequeño tamaño y no circulares como en los demás mamíferos, representando un elevado recuento de células rojas totales con una vida media de 60 días.

4.2.2 Indicadores endocrinos

Dentro de la literatura son escasos los reportes acerca de niveles de ACTH en alpacas, excepto por la mención del aumento en la concentración de la misma en hembras, en parte generado por el incremento de la producción de ACTH a

nivel fetal, como en otras especies mamíferas al final de la gestación, lo cual a su vez genera un aumento en la producción fetal de cortisol (Cebra et al., 2014). Aba et al. (1998) reportaron que en hembras en los últimos meses de gestación hasta los días del inmediato postparto, existen concentraciones de cortisol entre 0.725 y 2.175 $\mu\text{g/dL}$, sin modificaciones desde los 38 días previos al parto, ni los 5 primeros días post parto. Los picos en concentraciones en sangre solo se presentan el día del parto y sus horas previas. Según este estudio este comportamiento se presenta en alpacas, pero no en llamas, en las cuales se evidencia mayores concentraciones entre los 10 días previos al parto y los inmediatamente siguientes al mismo; Bravo et al. (2001) también señalan que las concentraciones de cortisol al nacimiento están relacionados con el momento del parto, preparando al recién nacido a un entorno nuevo y a veces hostil, relacionándolo con las funciones del cortisol, el cual regula la disponibilidad de la glucosa mediante la estimulación de la gluconeogénesis hepática (Nelson y Cox, 2006).

En la literatura se encontró un reporte de animales a los cuales se les suministró una dosis única de ACTH (ACTH challenge test) a través de inyección intravenosa de un análogo químico para generar una sobre respuesta, diferenciar respuestas de estrés entre habituación y estrés crónico, las condiciones de un estrés extremo, y así poder medir los niveles de cortisol. Esta metodología permitió reproducir una condición uniforme de estrés ya que esto no es fácil generarlo de manera experimental. El ensayo se realizó para poder medir niveles de cortisol o sus metabolitos en heces (los niveles más altos en heces se encontraron hacia las 30 horas de haber realizado el test ACTH). La dosis suministrada generó incrementos de concentración en heces de metabolitos del cortisol entre 8 y 10 veces en llamas y alpacas, respectivamente (Arias, 2013), los cuales fueron menores a las reportadas para otras especies de herbívoros. Para el caso de las concentraciones de cortisol en sangre respecto a la línea base en una respuesta fisiológica máxima generada por “challenge de ACTH” es de 5 veces más en camélidos sudamericanos mientras que en venados se ve un incremento de 13 veces en los niveles de cortisol. Lo anterior demuestra que se debe tomar con cautela los niveles de cortisol indicativos de estrés de una especie para otra (Bonacic, 2003).

No existen reportes de niveles de ACTH en alpacas, ni en rumiantes. En perros y gatos esta hormona es medida para la determinación de la enfermedad de Cushing, SUIZAVET (2016) indica que para perros los valores normales oscilan entre 15-60 pg/mL y para gatos de 4-40 pg/mL, estos datos permiten diferenciar hiperadrenocorticismismo hipofisario del adrenal; sin embargo, no creemos que nuestros resultados sean contrastables con las especies mencionadas.

Las concentraciones de cortisol de nuestra investigación, son menores a los reportados en la literatura (Crossley et al., 1994; Raggi et al., 1994; Anderson et al., 1999; en 1.0, 0.5 y 0.2 $\mu\text{g/dL}$ para la época seca y de 0.9, 0.4 y 0.1 $\mu\text{g/dL}$ para la época lluviosa respectivamente). Puesto que la literatura reporta niveles por encima del 1 $\mu\text{g/dL}$, para animales mantenidos a nivel del mar y a 4500 m de altitud (Crossley et al., 1994). Las concentraciones determinadas en nuestra investigación llegaron máximo a la mitad de estas concentraciones reportadas, lo que posiblemente estaría indicando que las hembras no estaban sometidas a un estrés agresivo sobre todo en la toma de muestras de sangre, recordando que el cortisol se libera en respuesta al estrés y desempeña un papel crucial en la regulación del metabolismo, la respuesta inmunológica y la adaptación al estrés (Nelson y Cox, 2006). Estas diferencias pudieron deberse a factores como edad, sexo, manejo, el estado fisiológico, ritmo circadiano, incluso el momento de la toma de muestra. Raggi et al. (1994) menciona que existe un ritmo circadiano para la producción del cortisol en alpacas, ya que en su estudio encontraban niveles alrededor de 1 $\mu\text{g/dL}$ en la mañana y aproximadamente la mitad en las muestras de la tarde.

4.2.3 Indicadores bioquímicos

La concentración de albúmina en alpacas Huacayas en ambas épocas, pudo estar relacionada a un proceso de deshidratación (Noro et al., 2006) no percibido, a pesar que los animales contaban con un suministro de agua *ad libitum*; esta condición, también estaría relacionada a un estado de subnutrición (Guner y Seker, 2020) por efecto de la calidad de las pasturas, así como biodisponibilidad de los nutrientes por época del año (San Martín, 1994), pues quizá no se cubrieron los requerimientos para esta etapa de gestación, a pesar de que los animales se encontraban en pasturas cultivadas. Respecto a la concentración de las globulinas

en alpacas Suris, así como la tendencia a una mayor concentración de proteína total en ambas épocas del año (seca y lluviosa), pudo deberse a la etapa de gestación, relacionada con el aumento de la concentración de inmunoglobulinas (Foster et al., 2009). Así mismo pudiera haberse producido un proceso inflamatorio, pues como se sabe, este metabolito es originado por el sistema inmunitario (Murray et al., 2014). Por lo que se podría asumir que esta raza de alpaca es más susceptible a cualquier cambio, por lo que pudieron haber pasado por un proceso infeccioso no percibido (Nelson y Cox, 2006).

El coeficiente de la relación A/G para las alpacas Huacayas en ambas épocas del año estaría relacionado a la elevación de la albúmina (Guner y Seker, 2020), dado probablemente por un proceso deshidratación o un estado nutricional deficiente como ya se ha mencionado, lo que puede conducir a un mayor recambio de proteínas corporales (Cebra et al., 2014). Además, es importante considerar la etapa de gestación sobre las concentraciones de proteínas, en este sentido Foster et al. (2009) y Cebra et al. (2014) han sugerido que, en esta etapa, existe el aumento de albúmina. En nuestro estudio la relación A/G fue mayor a 1, valores considerados normales por Foster et al. (2009) para camélidos versus otras especies de mamíferos (usualmente menor a 1), sin embargo, esto es válido específicamente para la raza Huacaya, mientras que las alpacas Suris mostraron una relación A/G de 0.9 en ambas épocas del año y al no existir reportes de esta raza no podíamos asumir si los niveles son normales o no.

En cuanto a las variaciones de la concentración de Ca por época del año (seca y lluviosa), San Martín (1994) menciona que los cambios de estacionalidad producen fluctuaciones muy marcadas en cantidad y calidad de forrajes, lo que influye directamente sobre los niveles de los minerales en los animales. Lo que podría estar relacionada al aporte de este mineral por las pasturas cultivadas, así como la biodisponibilidad de este mineral, pues los niveles de Ca sanguíneo dependen del tipo de alimentación y es reflejo del equilibrio entre los procesos de absorción intestinal, resorción en el hueso y excreción en orina o heces (Church et al., 2002). Así mismo el estado de gestación estaría influenciando sobre las concentraciones de Ca, pues existe una movilización de este mineral para la formación de los huesos del feto (Incahuanaco, 2008).

Las concentraciones del BUN en ambas épocas de año (seca y lluviosa) muestran ser mayores en alpacas Suris, esto podría deberse al diferente contenido proteico de la pastura por época del año; además que podría asumir que las alpacas Suri en la etapa de gestación tendrían mayores requerimientos de energía y proteína que las alpacas Huacayas; ya que los niveles de BUN pueden servir como indicador de la relación energía-proteína, mostrando valores más bajos cuando el suministro de proteína cruda es escaso o cuando el suministro de energía es excesivo (Burton et al., 2003). Esto último es corroborado por un mayor consumo de energía para mantener su temperatura corporal interna, por la observación de que los niveles de BUN y proteína total en sangre son similares a los reportados para animales en ayuno (Coila et al., 2020).

Para explicar el efecto de la raza sobre las concentraciones de creatinina (valores bajos en las alpacas Suri) en ambas épocas del año, debemos recordar que este indicador bioquímico, resulta del metabolismo y catabolismo de la creatina muscular (Nelson y Cox, 2006), por lo que la movilización de proteínas y la función renal explicarían los altos niveles en alpacas Huacayas (Burton et al., 2003), esto sugiere una mayor masa corporal magra para esta raza en comparación con las hembras Suri.

Los niveles de BUN influenciaron sobre la relación BUN/CREA, encontrándose que era más alta para las hembras Suris. Esta relación BUN/CREA puede servir como indicador de restricción nutricional (Moen y DelGiudice, 1997), pues a medida que la restricción progresa, los valores del ratio disminuyen, y luego aumentan si la restricción continúa, particularmente en condiciones extrema con bajos niveles de proteína en el alimento y suministro restrictivo de energía digestible. En ciervos en libertad, una relación BUN/CREA ≥ 3.5 indica una restricción severa y ≥ 23 refleja un estado agónico (Delgiudice, 1995). En el presente estudio, los valores de ratio encontrados podrían indicar restricción nutricional para todos los animales en ambas estaciones. Sin embargo, las hembras Suri exhibieron valores aún más altos en comparación con las Huacayas, probablemente debido a un mayor desequilibrio entre energía y proteína. Aunque los animales experimentales tuvieron libre acceso a agua potable, pudo ser un también un factor que hizo variar la relación BUN/CREA e indicar que los animales experimentan un proceso de deshidratación (Cebra et al., 2014).

Las diferencias de los niveles de ALP según raza podrían deberse al estado de gestación, existen rangos amplios para esta enzima haciendo la diferenciación entre la concentración normal y anormal difícil, es así que la gestación puede estar influenciando sobre su incremento debido a una remodelación ósea activa (Cebra et al., 2014), en vacunos en un estudio de isoenzimas séricas se ha observado una mayor actividad de la ALP₃ osteoblástica en la etapa del parto relacionada con la formación ósea de la cría, mientras que después del parto existió una disminución de esta enzima por lo cual se asumiría que los niveles están relacionados al estado fisiológico (Chiba et al., 2020), por lo que podemos asumir que la actividad es más alta en las alpacas Suris.

Las concentraciones reportadas por diferentes autores a cerca de los metabolitos bioquímicos en alpacas son muy variables (Tablas 4, 5 y 6), no existiendo estándares de referencia como en rumiantes (vacunos y ovinos). Las diferencias del presente estudio respecto a los demás autores, pudieron deberse a muchos factores, como la edad, sexo (Quispe et al., 2022), así como también al sistema de alimentación y localización geográfica, relacionadas a la calidad de alimento debiéndose a los cambios en el flujo de nutrientes (Siguas, 2007; Ticona, 2018; Cuichán y Pinzón, 2019). En el caso de los factores inherentes al animal, el estado fisiológico como gestación, parición, lactación y el empadre, genera efectos a nivel del metabolismo como la movilización de las reservas energéticas y el catabolismo de tejidos generando a su vez cambio en las concentraciones de algunos metabolitos sanguíneos (Ancco, 2019).

En cuanto a los niveles de glucosa Cebra et al. (2014); Foster et al., (2009) y Cebra et al., (2001) mencionan que la concentración de este metabolito en alpacas es mayor que en los rumiantes; lo que podría ser una respuesta de resistencia a la insulina, una lenta absorción celular de glucosa e incluso se menciona la incapacidad para sintetizar grasas a partir de carbohidratos. En llamas, un nivel elevado de glucosa ha sido relacionado con la secreción de hormonas glucogenolíticas como la norepinefrina, y por los glucocorticoides que inhiben la utilización de la glucosa y estimulan la gluconeogénesis (Tallacagua y Mamani, 2017). En camélidos sudamericanos falta mucho por dilucidar en lo concerniente al metabolismo de la glucosa comparado al de animales monogástricos y en otros animales con procesos de fermentación pregástrica. En

yaks se ha observado una relación inversa entre la altitud y las concentraciones de glucosa, los autores han asumido que en esta especie incluso existe una mayor utilización de aminoácidos gluconeogénicos (Li et al., 2016).

Las diferencias que existen en las concentraciones de albuminas, globulinas y proteínas totales con otros autores, se podría deber a factores como el consumo de alimento, estado fisiológico y procesos de deshidratación cuando el consumo de alimento y consumo de agua se reducen drásticamente (López y Mesa, 2015) generando hemoconcentración lo cual puede confirmarse por el asociado aumento de globulinas, hemoglobina y hematocrito. Adicionalmente, Guner y Seker (2020) mencionan que estas concentraciones pueden modificarse por alteración hepática o renal, trastornos de la médula ósea o retención anormal de líquidos. La disminución de las proteínas totales está relacionada con un nivel bajo de albúmina (Pabón y Ossa, 2005), la cual puede deberse a la disminución de síntesis hepática o aumento en las pérdidas a través de la mucosa intestinal o renal y otros tejidos (Noro et al., 2006). Con respecto al aumento de las globulinas, pudiera deberse al tipo de globulinas: α_1 , α_2 y β que varían de acuerdo al contenido nutricional; es así que Ticona (2018) relaciona un incremento de globulinas al mayor aporte de grasas por parte del concentrado, las que se unen a las globulinas α para ser transportadas (colesterol y vitaminas liposolubles – α_1 , triglicéridos – α_2 y lípidos - β) y posteriormente ser almacenadas. Por otro lado, se menciona que los niveles de globulinas séricas se incrementan en casos de enfermedades hepáticas crónicas, neoplasias, enfermedades infecciosas y una reciente exposición a antígenos (Flores et al., 2016).

La variación de la concentración en sangre de Ca, podría deberse a factores como la edad, sexo, estado fisiológico y alimentación. Las investigaciones son limitadas con respecto a posibles enfermedades por carencia de minerales en alpacas, algunas observaciones y estudios comparativos de minerales entre ovejas y camélidos que pastan en el mismo lugar, sugieren que los camélidos sudamericanos son menos susceptibles a las enfermedades por carencia de minerales (Cebra et al., 2014). Así mismo, San Martín (1994) menciona que los cambios de estacionalidad producen fluctuaciones muy marcadas en cantidad y calidad de forrajes, lo que influye directamente sobre los niveles de los minerales en los animales. Los niveles de Ca sanguíneo dependen del tipo de alimentación

y es un reflejo del equilibrio entre los procesos de absorción intestinal, resorción en el hueso y excreción en orina o heces (Church et al., 2002). En ovinos se relaciona la movilización de Ca desde el tejido óseo hacia la sangre, por variaciones individuales o de gestación pudiendo llegar a un balance negativo desde las dos semanas antes del parto (Incahuanaco, 2008), puesto que los requerimientos de Ca durante la gestación y la lactación son mayores que en cualquier otra etapa de la vida de las hembras, incrementándose su absorción posiblemente debido al incremento plasmático de la hormona paratiroidea (Georgievskiĭ et al., 1982), la cual activa los osteoclastos e incrementan los niveles de Ca de las reservas del animal.

La urea es el producto final del metabolismo de proteínas y aminoácidos; por lo que las diferencias podrían deberse a factores como la edad, sexo, nivel de nutrición y el estado fisiológico. En nuestra investigación las alpacas se encontraban en la etapa de gestación, lo que podría estar reflejándose en concentraciones menores de BUN; corroborado por Ancco (2019) quien menciona que existe niveles menores de BUN en el segundo o tercer trimestre de la gestación. Además, pudo estar acompañado con un estado de subnutrición no percibido, debido quizá a que las alpacas no cubrieron el nivel de proteína que requería en esta etapa de gestación, a pesar que pastoreaban en una parcela de pastos cultivados. Van Saun (2006) menciona que en la etapa de gestación se requiere aminoácidos esenciales para el desarrollo fetal, placentario uterino y mamario, sobre todo en el último mes de gestación. Las diferencias respecto a ensayos reportados también pudieron estar relacionadas a factores nutricionales como disponibilidad de proteína, ingestión de proteína y solubilidad de los componentes proteicos de la dieta (Siguas, 2007; Vivar y San Martín, 2019). En estudios donde se evaluó la restricción alimenticia en llamas se observó un descenso del BUN en el tiempo, relacionado con un consumo energético menor a lo requerido, llevándola incluso a hepatopatías (Tornquist et al., 2001). A pesar de los bajos niveles de BUN en las alpacas del presente estudio, pudieron llevar su gestación con normalidad, debido quizá a lo referido por Van Saun (2006), quien menciona que los camélidos sudamericanos poseen un mayor reciclaje de urea y utilización, que ha sido relacionada con una tasa más lenta de pasaje en los compartimentos C-1/C-2 constituyendo una adaptación fisiológica propia de los

camélidos, que les permite incluso sobrevivir en ambientes donde existe forrajes de baja calidad, así mismo Rodrigo (2016) menciona que un BUN bajo es por una menor ingestión de proteína lo que reduce la excreción renal de urea.

Al respecto de las diferencias de las concentraciones de creatinina, podemos mencionar que pudieron deberse a factores como el sexo, estado fisiológico y edad; así por ejemplo los valores de creatinina tienden a aumentar con la edad por los cambios en la masa muscular y la madurez, así mismo, puede aumentar en alteraciones posteriores en la tasa de filtración glomerular (Nelson y Cox, 2006). Se debe señalar que este metabolito se produce de forma endógena a partir de la creatina y la creatinafosfato como resultado de los procesos metabólicos musculares (degradación muscular), se elimina por riñón mediante filtración glomerular.

No existen reportes de la relación nitrógeno ureico en sangre/creatinina (BUN/CREA) en alpacas, sin embargo, este parámetro puede utilizarse para detectar procesos de malnutrición y deshidratación (Delgiudice, 1995).

En la literatura disponible para alpacas se ha documentado un amplio rango en los valores sanguíneos de la función hepática y otras enzimas, estas variaciones pueden atribuirse a numerosos factores como el estado nutricional, la edad, incluso alguna enfermedad no detectada (Foster et al., 2009; Simons et al., 1993). En consecuencia, puede ser un reto utilizar estos valores como marcadores fiables. No obstante, las diferencias respecto a otros autores, pueden atribuirse a numerosos factores como el estado nutricional, además, que muchas de estas enzimas son marcadores enzimáticos-órgano específicos, como por ejemplo la AST, ALT y ALP que funcionan como marcadores hepáticos (Nelson y Cox, 2006). Las concentraciones de enzimas como la AST, CK y LDH pueden variar a causa de una lesión primaria, y elevarse inicialmente y luego disminuir (Arellano et al., 2005). La CK puede variar con la utilización de inyecciones intramusculares, una posición reclinada, así como mionecrosis, estrés térmico, temblores o convulsiones, sarcocistiosis, miopatía nutricional o traumatismo. Para el caso de la CK el tiempo medio de vida es más corto que para la AST y tiende a aumentar para luego disminuir su concentración rápidamente (Cebra et al., 2014). A nivel hepático, las concentraciones de AST no deben interpretarse de forma

aislada sin tener en cuenta la CK, dado que esta última también aumenta con daños hepatocelulares (Foster et al., 2009). La AST puede variar por la edad, es así que en llamas observó que las crías muestran niveles altos versus las adultas, esto debido a la alimentación y un elevado metabolismo en las células (Fowler y Zinkl, 1989). La GGT en bovinos es incrementada por infestación de parásitos como la fasciola hepática y en desordenes metabólicos como la lipidosis hepática (hígado graso) (Noro et al., 2006). Así mismo a los 45 días de gestación existe una intensa actividad de ALP, haciendo la diferenciación entre la concentración normal y anormal difícil, la edad influencia en su incremento pues en crías tiene valores más altos debido a una remodelación ósea activa (Cebra et al., 2014). Si bien no existe reportes a cerca de la actividad enzimática por efecto de la altitud en alpacas, en los yaks (*Bos mutus*) y ganado vacuno llevados a grandes altitudes se ha reportado que el metabolismo en ambientes fríos e hipóxicos aumenta las concentraciones de AST y LDH a nivel de los tejidos, mostrando características potenciales anaeróbicas en el metabolismo de los carbohidratos, ya que se asume que para la gluconeogénesis se estaría utilizando más aminoácidos (Ding et al., 2014; Lin et al., 2011). En vacunos en un estudio de isoenzimas séricas se ha observado una mayor actividad de la ALP₃ osteoblástica en la etapa del parto relacionada con la formación ósea de la cría, mientras que después del parto existió una disminución de esta enzima por lo cual se asumiría que los niveles están relacionados al estado fisiológico (Chiba et al., 2020). La AST posee una relación muy estrecha con los niveles de triglicéridos (TG), es así que en vacas con concentraciones altas de TG en hígado mostraban niveles altos de AST, BHBA y NEFA (Sejersen et al., 2012). Incluso una baja relación entre la energía metabólica de la dieta y el contenido de nitrógeno puede causar potencialmente concentraciones anormales de indicadores séricos relacionados con la bioquímica, como la AST, CK y LDH, que podrían indicar daño hepático (Simons et al., 1993).

Las concentraciones elevadas de triglicéridos (TG) de nuestro estudio, probablemente estén relacionadas con una mayor movilización de grasa para cumplir con el balance energético negativo (Kaneko et al., 2008). Como ocurre en especies rumiantes, el aumento de los niveles de TG está probablemente relacionado con el transporte ineficiente de TG desde el hígado, lo que puede conducir a la enfermedad de hígado graso con esto comprometiendo la



gluconeogénesis (Noro et al., 2006). Un fenómeno similar ha sido documentado en llamas durante el último tercio de la preñez ya que estos animales son propensos a desarrollar una condición de hipertrigliceridemia mediada por catecolaminas (Tornquist et al., 2001; Cebra y Tornquist, 2004). En el presente estudio, la ración de forraje se ofreció *ad libitum* y, por lo tanto, se supone que los animales experimentales no experimentaron hambre. De hecho, las IMD observadas para ambas razas de alpacas, en ambas épocas del año, están en línea con estudios previos realizados con alpacas hembras, en la misma etapa fisiológica, y a las que se les ofreció una serie de dietas *ad libitum* (Pinares-Patiño et al., 2003; Van Saun, 2006; Folkesson, 2007). Así mismo, los niveles de triglicéridos en las alpacas durante la gestación pueden estar relacionados con la acción de la insulina, que tiene un papel directo en el metabolismo del tejido adiposo similar al observado en especies relacionadas como las ovejas (Balikci et al., 2007).



CONCLUSIONES

- Respecto a los indicadores fisiológicos existió interacción entre la época del año y la raza, siendo TC menor en las alpacas Suri (1.1 °C y 1.8 °C en época seca y lluviosa respectivamente) versus las Huacayas; así mismo, existió el efecto de la raza sobre la FC menor en alpacas Suris; no existió diferencias para la FR, sin embargo, numérica fue menor para alpacas suris en ambas épocas.
- Respecto a los indicadores endocrinos no existió diferencias por época del año ni por efecto raza para los niveles de ACTH y cortisol.
- Respecto a los indicadores bioquímicos se observó efecto de la época del año sobre los niveles de ALB, A/G, Ca, BUN/CREA y BUN; así mismo existe efecto de la raza para la ALB, GLOB, A/G, TP, CREA, BUN/CREA y ALP; no existió efecto de la época del año ni raza sobre los niveles de GLU, CK, GGT, AST, LDH y TG.



RECOMENDACIONES

- Determinar la índice temperatura humedad (ITH) para alpacas durante un año y correlacionado con datos productivos (producción de fibra y carne).
- Determinar la etología ante el cambio de ambiente como el comportamiento ingestivo, consumo.
- Determinar los indicadores de bienestar animal en alpacas bajo diferentes estados fisiológicos.
- Realizar estudios seriados de los indicadores en diferentes horarios y épocas del año.
- Determinar los requerimientos nutricionales para alpacas de la raza Suri.
- Determinar el metabolismo basal para alpacas según raza.

BIBLIOGRAFÍA

- Aba, M. A., Sumar, J., Kindahl, H., Forsberg, M., y Edqvist, L. E. (1998). Plasma concentrations of 15-ketodihydro-PGFf(2 α), progesterone, oestrone sulphate, oestradiol-17 β and cortisol during late gestation, parturition and the early post partum period in llamas and alpacas. *Animal Reproduction Science*, 50(1–2), 111–121. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(97\)00084-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(97)00084-5)
- Ancco, E. (2019). *Nutrición proteica y su relación con características reproductivas y salud utrina en alpacas* (Universidad Nacional Agraria La Molina). Retrieved from <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4198/ancco-gomez-edith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anderson D., Grubb T., S. F. (1999). The Effect of Short Duration Transportation on Serum Cortisol Response in Alpacas (Llama pacos). *The Veterinary Journal*, 157(2), 189–191. <https://doi.org/10.1053/tvj.1998.0270>
- Aparicio, J. (2019). Una Aproximación Al Efecto Del Cambio Climático En Los Camélidos Domésticos En Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(1), 87–93. Retrieved from http://www.scielo.org.bo/pdf/riarn/v6n1/v6n1_a12.pdf
- Apiña, I. (2018). *Perfil bioquímico sanguíneo de alpacas (Vicugna pacos) aparentemente sanas de la serranía del Ecuador*” (Vol. 151).
- Arellano, P., Paredes, D., Vélez, V., y Torres, J. (2005). Niveles de lactato deshidrogenasa (LDH) en relación a la presencia de micro o macro quistes de Sarcocystis sp en alpacas (Vicugna pacos). *VERITAS*. Retrieved from <https://revistas.ucsm.edu.pe/ojs/index.php/veritas/article/view/64/56>
- Arias C., N., y Velapatiño, B. (2015). Cortisol como Indicador Fiable del Estrés en Alpacas y Llamas. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(1), 1. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10915>
- Arias, R., Mader, L., y Escobar, C. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms. *Arch Med Vet*, 22, 7–22.

- Arnold, W., Ruf, T., Reimoser, S., Tataruch, F., Onderscheka, K., y Schober, F. (2004). Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 286(1 55-1), 174–181. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00593.2002>
- Balikci, E., Yildiz, A., y Gürdoğan, F. (2007). Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Small Ruminant Research*, 67(2–3), 247–251. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.10.011>
- Barrantes Campos, C. A., Flores Mariazza, E. R. R., y Ñaupari Vásquez, J. A. (2021). Pastores alpaqueros. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), e20396. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20396>
- Bernabucci, U. (2019). Climate change: impact on livestock and how can we adapt. *Animal Frontiers*, 9(1), 3–5. <https://doi.org/10.1093/af/vfy039>
- Bonavia, D. (1996). Los camélidos sudamericanos (Una introducción a su estudio). *Instituto Francés de Estudios Andinos . Universidad Peruana Cayetano Heredia. Conservation International.*
- Bravo, P. W., Garnica, J., y Aviles, E. (2001). Short communication: Cortisol concentrations in the perinatal and weaning periods of alpacas. *Animal Reproduction Science*, 67(1–2), 125–129. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00112-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00112-9)
- Burton, S., Robinson, T. F., Roeder, B. L., Johnston, N. P., Latorre, E. V., Reyes, S. B., y Schaajle, B. (2003). Body condition and blood metabolite characterization of alpaca (*Lama pacos*) three months prepartum and offspring three months postpartum. *Small Ruminant Research*, 48(2), 69–76. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00257-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00257-2)
- Cebra, C. K., Anderson, D. E., Tibary, A., Van Saun, R. J., y Johnson, L. W. (2014). *Llama Alpaca Care* (Edition 1.). Philadelphia-USA.
- Cebra, C. K., y Tornquist, S. J. (2004). Assessment of the effects of epinephrine variables in llamas and alpacas. *American Journal of Veterinary Research*, 65, 1692–1696.

- Chacon, G., Torre, J. R. de la, J. Palacio, X. M., y Garcia-Belenger, S. (2009). Determinación de metabolitos de glucocorticoides en heces del ganado porcino. In *AIDA (2009), XIII Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 478-480* (Vol. 27).
- Cheng, M., McCarl, B., y Fei, C. (2022). Climate Change and Livestock Production: A Literature Review. *Atmosphere, 13*, 140. <https://doi.org/10.3390/atmos13010140>
- Chiba, A., Onomi, R., Hatate, K., Moriyama, T., Goto, A., y Yamagishi, N. (2020). Peripartum changes in serum activities of three major alkaline phosphatase isoenzymes in Holstein dairy cows. *Polish Journal of Veterinary Sciences, 23*(3), 457–459. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2020.134691>
- Church, D., Pond, W., y Pond, K. (2002). Fundamentos de la Nutricion y Alimentacion de Animales. In *Lithium*.
- Coila-Añasco, P. U., Ruelas-Calloapaza, D. A., Guerra-Aguilar, F., Olaguivel Flores, C. A., y Oha-Humpiri, F. (2020). Variations in the energy metabolism of the alpaca (*Vicugna pacos*). An evaluation by effect of prolonged fasting . *Journal of the Selva Andina Animal Science, 7*(2), 63–71. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2020.070200063x>
- Cortés Romero, C. E., Noriega, A. E., Ruiz, J. C., Soto Rodríguez, G., Bilbao Reboredo, T., y Vélez Pliego, M. (2018). Estrés y cortisol: implicaciones en la ingesta de alimento. *Rev. Cuba. Investig. Bioméd, 37*(3), 1–15. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v37n3/ibi13318.pdf>
- Crossley, J. C., Marin, M. P., Ferrando, G., y Raggi, L. A. (1994). Modificaciones adaptativas de algunas constantes fisiológicas de alpaca (*Lama pacos*) sometidas a cambios de ambiente. *Archivos de Zootecnia*, pp. 215–223.
- Cuichán, E., y M., P. (2019). *Determinación de parámetros fisiológicos, hematológicos, bioquímicos y tracción animal de camélidos y mulares, en la parroquia Salinas, Provincia Bolívar-Ecuador*. (Universidad de las fuerzas armadas. Sangolquí. Ecuador.). Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15869/1/T-IASA%0AI-005473.pdf>

- de Lamo, D. A., Sanborn, A. F., Carrasco, C. D., y Scott, D. J. (1998). Daily activity and behavioral thermoregulation of the guanaco (*Lama guanicoe*) in winter . *Canadian Journal of Zoology*, 76(7), 1388–1393. <https://doi.org/10.1139/z98-070>
- Delgiudice, G. D. (1995). *Linked references are available on JSTOR for this article : Assessing winter nutritional restriction of northern deer with urine in snow : considerations potential , and limitations.* 23(4), 687–693.
- Ding, X. Z., Liang, C. N., Guo, X., Wu, X. Y., Wang, H. B., Johnson, K. A., y Yan, P. (2014). Physiological insight into the high-altitude adaptations in domesticated yaks (*Bos grunniens*) along the Qinghai-Tibetan Plateau altitudinal gradient. *Livestock Science*, 162(1), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.012>
- Eduardo V., G., y Vilela V., J. (2021). Predicción de temperatura corporal usando termómetro infrarrojo en un hato de alpacas (Arequipa, Perú). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(5), e18944. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.18944>
- Endris, M., y Feki, E. (2021). Review on Effect of Stress on Animal Productivity and Response of Animal to Stressors. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.36478/javaa.2021.1.14>
- Engelhardt, W., Lechner-Doll, M., Heller, R., y Rutagwenda, T. (1988). Physiology of the forestomach in camelids with particular reference to adaptation to extreme dietary conditions - a comparative approach. *Anim. Res. and Development*, 28(February), 56–70.
- Eze, F. C., Adimonye, F. O., y Urama, K. U. (2018). On Two Tests for Main Effects in A Balanced Two-way Interactive Model. *Mathematical Theory and Modeling*, 4(10), 83–90.
- Fernandez-Novoy, A., Pérez-Garnelo, S. S., Villagra, A., Perez-Villalobos, N., y Astiz, S. (2020). The effect of stress on reproduction and reproductive technologies in beef cattle — A review. *Animals*, 10(2096), 1–23. <https://doi.org/10.3390/ani10112096>
- Flores N., S., Li E., O., Gavidia C., C., Hoyos S., L., y Barrios-Arpi, M. (2016). Determinacion del Perfil Bioquimico Sanguneo Hepatico y Renal en Alpacas

- (Vicugna pacos) Aparentemente Normales. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(1), 196. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11445>
- Foster, A., Bidewell, C., Barnett, J., y Sayers, R. (2009). Haematology and biochemistry in alpacas and llamas. *In Practice*, 31(6), 276–281. <https://doi.org/10.1136/inpract.31.6.276>
- Fowler, M., y Zinkl, J. (1989). Reference ranges for hematologic and serum biochemical values in llamas (*Lama glama*). *Am J Vet Res.*, Dec;50(12). Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2610431/>
- García-Ispuerto, I., López-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Yániz, J. L., Nogareda, C., ... López-Béjar, M. (2007). Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology*, 67(8), 1379–1385. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.02.009>
- Gebregeziabhear, E., y Ameha, N. (2015). The Effect of Stress on Productivity of Animals: A Review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(3), 165–173.
- Georgievskii, V. I., Annenkov, B. N., y Samokhin, V. T. (1982). *Mineral nutrition of animals*. (1ra editio; Butterworths., Ed.). Studies in the Agricultural and Food Sciences.
- Gerald, W., Han, J., y Long, R. (2019). The Yak. In *The Law of the Lifegivers* (2° edition). <https://doi.org/10.4324/9781315079356-3>
- Gerken, M. (2010). Relationships between integumental characteristics and thermoregulation in South American camelids. *Animal*, 4(9), 1451–1459. <https://doi.org/10.1017/S1751731109991443>
- Gómez-Prado, J., Pereira, A. M. F., Wang, D., Villanueva-García, D., Domínguez-Oliva, A., Mora-Medina, P., ... Mota-Rojas, D. (2022). Thermoregulation mechanisms and perspectives for validating thermal windows in pigs with hypothermia and hyperthermia: An overview. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1023294. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1023294>

- Guerrero Nieto, P. A., Portocarrero Aya, L., Mutis Barreto, C. A., y Ramírez Troncoso, J. (2009). Determinación de frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, lactato deshidrogenasa, creatinquinasa y ácido láctico en caballos durante competencia de salto en la Sabana de Bogotá. *Revista Medicina Veterinaria*, 0(17), 37–52.
- Guner, E., y Seker, K. G. (2020). La relación albúmina/globulina preoperatoria como factor pronóstico en pacientes con cáncer testicular. *Actas Urológicas Españolas*, 44(7), 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2020.03.011>
- Guzmán Tasayco, J. (2018). Caracterización de niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras prepúberes y adultas en época seca y época húmeda - Cerro de Pasco – 2018.
- Hoffmann, G., Herbut, P., Pinto, S., Heinicke, J., Kuhla, B., y Amon, T. (2020). Animal-related, non-invasive indicators for determining heat stress in dairy cows. *Biosystems Engineering*, 199, 83–96. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.017>
- Hu, L., Brito, L. F., Abbas, Z., Sammad, A., Kang, L., Wang, D., ... Xu, Q. (2021). Investigating the short-term effects of cold stress on metabolite responses and metabolic pathways in inner-mongolia sanhe cattle. *Animals*, 11, 2493. <https://doi.org/10.3390/ani11092493>
- Huey, R. B., y Eguskitza, X. (2001). Limits to human performance: Elevated risks on high mountains. *Journal of Experimental Biology*, 204, 3115–3119. <https://doi.org/10.1242/jeb.204.18.3115>
- Husakova, T., Pavlata, L., Pechova, A., Hauptmanova, K., Pitropovska, E., y Tichy, L. (2014). Reference values for biochemical parameters in blood serum of young and adult alpacas (Vicugna pacos). *Animal*, 8(9), 1448–1455. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001256>
- Incahuanaco, R. (2008). *Niveles séricos de calcio y fósforo en ovinos criollo y corriedale de la comunidad campesina Cuturi-Azángaro-Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- IPCC. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.*
- Joseph, J., Charalambous, R., Pahuja, H., Fox, D., Jeon, J., Ko, N.-Y., ... Joe, E. N. (2023). Impacts of climate change on animal welfare. *CABI Reviews*. <https://doi.org/10.1079/cabireviews.2023.0020>
- Kingma, B. R. M., Frijns, A. J. H., Schellen, L., y van Marken Lichtenbelt, W. D. (2014). Beyond the classic thermoneutral zone: Including thermal comfort. *Temperature*, *1*(2), 142–149. <https://doi.org/10.4161/temp.29702>
- Knowles, T. G., Warriss, P. D., Vogel, K. R. (2014). Stress Physiology Of Animals During Transport. *Livestock Handling and Transport.*, 399–420. <https://doi.org/10.1079/9781780643212.0399>
- Koscinczuk, P. (2014). Ambiente, adaptación y estrés. *Revista Veterinaria*, *25*(1), 67–76. <https://doi.org/10.30972/vet.251555>
- Krishnan, G., Ramesha, K. P., Sarkar, M., Chakravarty, P., Kataktalware, M. A., y Saravanan, B. C. (2009). Modified temperature humidity index for yaks. *Indian Journal of Animal Sciences*, *79*(8), 788–790.
- Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, *9*(1), 26–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>
- Li, Y. X., Liu, F. Y., Hu, L., Liu, S. M., y Wu, T. Y. (2016). Comparative study of high altitude chronic hypoxia on renal function in yak and migrated cattle on Qinghai-Tibetan plateau. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi = Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi = Chinese Journal of Applied Physiology*, *32*(5), 440–443. <https://doi.org/10.13459/j.cnki.cjap.2016.05.014>
- Lin, Y. Q., Wang, G. S., Feng, J., Huang, J. Q., Xu, Y. O., Jin, S. Y., ... Zheng, Y. C. (2011). Comparison of enzyme activities and gene expression profiling between yak and bovine skeletal muscles. *Livestock Science*, *135*(1), 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.134>
- Long, R. J., Zhang, D. G., Wang, X., Hu, Z. Z., y Dong, S. K. (1999). Effect of strategic feed supplementation on productive and reproductive performance in yak cows.

Preventive Veterinary Medicine, 38(2–3), 195–206.
[https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(98\)00125-1](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(98)00125-1)

López-Quiñonez, E., Albarrán-Tamayo, F., Ramírez-Emiliano, J., Bañuelos-Hernández, B., y Cruz-Hernández, A. (2021). Índice de Temperatura y Humedad (THI) respaldado por el Cortisol Capilar en ganado lechero para la medición de Estrés Calórico Crónico. *Nova Scientia*, 13(27), 1–15.
<https://doi.org/10.21640/ns.v13i27.2811>

López, I., y Mesa, I. (2015). *Guía práctica de interpretación analítica y diagnóstico diferencial en pequeños animales. Hematología y Bioquímica*. (1º Edición). Zaragoza - España.

Lund, K. E., Maloney, S. K., Milton, J. T. B., y Blache, D. (2012). Gradual training of alpacas to the confinement of metabolism pens reduces stress when normal excretion behavior is accommodated. *ILAR Journal*, 53(1), E22-30.
<https://doi.org/10.1093/ilar.53.1.22>

Lupton, C. J., McColl, A., y Stobart, R. H. (2006). Fiber characteristics of the Huacaya Alpaca. *Small Ruminant Research*, 64(3), 211–224.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.023>

Luz, C. S. M., Fonseca, W. J. L., Vogado, G. M. S., Fonseca, W. L., De Oliveira, M. R. A., Terto E Sousa, G. G., ... Sousa, S. C. (2016). Adaptative thermal traits in farm animals. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 4(1), 6–11.
<https://doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v4n1p6-11>

Mader, T. L., Davis, M. S., and Gaughan, J. B. (2004). *Wind speed and solar radiation adjustments for the temperature humidity index* (B. S.A., Ed.). Retrieved from <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:107928>

Mahecha, T. (2009). Análisis de los parámetros fisiológicos de monitoreo en pacientes caninos y felinos. *Angewandte Chemie International*, (6), 951–952. Retrieved from https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33989/2/2021_analisis_parametros_fisiologicos.pdf

Martínez P., R., Urquieta M., B., Rojas C., J., y Sumar K., J. (1988). Estudio electrocardiográfico comparativo en camélidos sudamericanos en la Región

- Altoandina y a nivel del mar. *Avances En Ciencias Veterinarias.*, 3(2).
<https://doi.org/doi.org/10.5354/acv.v3i2.4511>
- Mellor, D. J., Beausoleil, N. J., Littlewood, K. E., McLean, A. N., McGreevy, P. D., Jones, B., y Wilkins, C. (2020). The 2020 five domains model: Including human–animal interactions in assessments of animal welfare. *Animals*, 10(10), 1–24.
<https://doi.org/10.3390/ani10101870>
- MIDAGRI. (2019). Potencial productivo y comercial de la alpaca. *Ministerio de Desarrollo Agricultura y Riego*, 53. Retrieved from
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/423423/potencial_productivo_comercial_de_la_alpaca.pdf
- Miot, H. A. (2011). Sample size in clinical and experimental. *Jornal Vascular Brasileiro*, 10(4), 275–278. <https://doi.org/10.1590/s1677-54492011000400001>
- Miranda-de la Lama, G. C., y Villarroel, M. (2023). Behavioural biology of South American domestic camelids: An overview from a welfare perspective. *Small Ruminant Research*, 220(November 2022), 106918.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106918>
- Moen, R., y DelGiudice, G. (1997). Simulating Nitrogen Metabolism and Urinary Urea Nitrogen : Creatinine Ratios in Ruminants. Source : The Journal of Wildlife Management ., *Journal of Wildlife Manage Society*, 61(3), 881–894. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3802197>
- Murray, R., Bender, D., Bothaum, K., Kennelly, P., Rodwell, V., y Weil, P. (2014). Harper Bioquímica Ilustrada. In *Igarss 2014* (28° Edició). México.
- Nelson, L., y M. Cox, M. (2006). *Principios De Bioquímica de Lehninger* (4ta Edició). Retrieved from <http://books.google.com/books?id=Wx-XPgAACAAJypgis=1>
- Nisbet, E. G., Fisher, R. E., Lowry, D., France, J. L., Allen, G., Bakkaloglu, S., ... Zazzeri, G. (2020). Methane Mitigation: Methods to Reduce Emissions, on the Path to the Paris Agreement. *Reviews of Geophysics*, 58(1), e2019RG000675.
<https://doi.org/10.1029/2019RG000675>

- Noro, M., Vargas, V., Pulido, R. G., y Wittwer, F. (2006). *Effects of two type of concentrate on energy and protein blood metabolites in grazing dairy cows during spring*. (Webster 1993), 227–232.
- Oblitas F., R., P., F., W., H., B., y H., L. (1998). *Valores sanguíneos en alpacas reintroducidas en el sur de Chile*. Valdivia-Chile.
- Odeón, M. M., y Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista Veterinaria*, 28(1), 69. <https://doi.org/10.30972/vet.2811556>
- Pabón, M., y Ossa, J. (2005). *Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca* (1^o Edición). Antioquia-Colombia.
- Paralíkar, S. J., y Paralíkar, J. H. (2010). High-altitude medicine. *Indian J Occup Environ Med.*, 14(1), 6–12. <https://doi.org/10.4103/0019-5278.64608>
- Parraguez G., Víctor H.; Crossley C., Jorge; Raggi S., L. A. (1993). *Variación circadiana de temperatura rectal en alpacas (Lama Pacos) mantenidas en el altiplano y en el valle central de Chile*. Retrieved from http://web.uchile.cl/vignette/avancesveterinaria/CDA/avan_vet_completa/0,1424_SCID%253D10587%2526ISID%253D479,00.html#:~:text=*Alpacas con variación circadiana.,a las 15%3A16 hrs.
- Paucar-Chanca, R., Alfonso-Ruiz, L., Soret-Lafraya, B., Mendoza-Ordoñez, G., y Alvarado-Quezada, F. (2019). Textile characteristics of fiber from Huacaya alpacas (Vicugna pacos). *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 429–432. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.14>
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.14>
- Perazzi, B., y Angerosa, M. (2016). Creatinina en sangre : calidad analítica e influencia en la estimación del Índice de Filtrado Glomerular Creatinine in blood : analytical quality Glomerular R esumen. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 45(2), 265–272. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/535/53521168003.pdf>
- Perry, L. B., Seimon, A., y Kelly, G. M. (2014). Precipitation delivery in the tropical high Andes of southern Peru: New findings and paleoclimatic implications. *International Journal of Climatology*, 34(1), 197–215. <https://doi.org/10.1002/joc.3679>

- Pielke, R., Burgess, M. G., y Ritchie, J. (2022). Plausible 2005-2050 emissions scenarios project between 2 °c and 3 °c of warming by 2100. *Environmental Research Letters*, 17(2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4ebf>
- Pinares, C. (2017). Cambio Climático y Ganadería en los Andes Peruanos: retos para su rentabilidad y sostenibilidad. *INIA La Eestanzuela - Uruguay*, 1.
- Pizarro Paz, D. M. (2017). Modelo de dinámica de sistemas para la adaptación al cambio climático de la ganadería Altoandina. *Tesis*, 128.
- Quispe, E. (2011). Adaptaciones hematológicas de los Camélidos Sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 5(1), 1–26. <https://doi.org/10.5209/RCCV.23410>
- Quispe Quispe, A. E., Torres Hualla, E. A., Puma Iquise, A., Rios Bobadilla, R. M., Manrique Espinoza, L. N., y Gandarillas Espezua, D. (2022). Evaluación de Parámetros bioquímicos de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*, Linnaeus 1758) entre las zonas altoandina y costa de Tacna, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 10(1–2), 1–10. <https://doi.org/10.22386/ca.v10i1-2.357>
- Raggi L. (1992). *Características fisiológicas y productivas de los camélidos sudamericanos domésticos*. Chile.
- Raggi, L. A., Crossley, J., Coppia, S., y Ferrando, G. (1994). Características fisiológicas de la alpaca (*Lama pacos*) sometida a manejo extensivo en el altiplano chileno. *Archivos de Zootecnia*, ISSN 0004-0592, Vol. 43, N° 163, 1994, Págs. 201-206, Vol. 43, pp. 201–206. Retrieved from Chile.
- Reiner, R. J., y Bryant, F. C. (1986). Botanical Composition and Nutritional Quality of Alpaca Diets in Two Andean Rangeland Communities. *Journal of Range Management*, 39(5), 424. <https://doi.org/10.2307/3899443>
- Renieri, C., Valbonesi, A., La Manna, V., Antonini, M., y Asparrin, M. (2009). Inheritance of Suri and Huacaya type of fleece in alpaca. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1), 83–91. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.83>
- Reynafarje, C., Faura, J., Villavicencio, D., Curaca, A., Reynafarje, B., Oyola, L., ... Faura, A. (1975). Oxygen transport of hemoglobin in high-altitude animals

- (Camelidae). *Journal of Applied Physiology*, 38(5), 806–810.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1975.38.5.806>
- Riek, A., Brinkmann, L., Gauly, M., Perica, J., Ruf, T., Arnold, W., ... Gerken, M. (2017). Seasonal changes in energy expenditure, body temperature and activity patterns in llamas (*Lama glama*). *Scientific Reports*, 7(1), 1–12.
- Rodrigo, Y. (2016). *Niveles de nitrógeno ureico en sangre y leche de alpacas madre y crías*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Rodríguez, C. T., y Quispe, J. L. (2020). Domesticated camelids, the main animal genetic resource of pastoral systems in the region of Turco, bolivia. In *FAO Inter-Departamental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture* (pp. 1–28). Rome.
- Romero, H.; Uribe, L.; Sanchez, J. (2011). Biomarcadores De Estrés Como Indicadores De Bienestar Animal En Ganado De Carne: Stress Biomarkers As Indicators of Animal Welfare in Cattle Beef Farming. *Biosalud*, 10(1), 71–87.
- Ryding, S., Klaassen, M., Tattersall, G. J., Gardner, J. L., y Symonds, M. R. E. (2021). Shape-shifting: changing animal morphologies as a response to climatic warming. *Trends in Ecology and Evolution*, 36(11), 1036–1048.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.07.006>
- San Martin, F. (1987). *Comparative Forage Selectiyity and Nutrition of*. Texas Tech University.
- San Martin, F. (1994). Avances y alternativas de alimentación para los camélidos sudamericanos. *Investigaciones Pecuarias*, 7(2), 2–5.
- Sánchez Mendoza, B., Flores Villalva, S., Rodríguez Hernández, E., Anaya Escalera, A. M., y Contreras, E. A. (2020). Causas y consecuencias del cambio climático en la producción pecuaria y salud animal. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11, 126–145.
<http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/148/147>
- Sanmiguel Plazas, Rosa A. ; Diaz Avila, V. (2011). Physiological mechanisms involved in thermoregulation of production animals. *Revista Colombiana de Ciencia*

Animal, 4(1), 88–94. Retrieved from
<http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/148/147>

Sarmiento, M., y Moreno, S. (1998). Adaptación del ganado bovino a la altura. *Pub. Tec. FMV*, 38, 1–6.

Schils, R. L. M., Eriksen, J., Ledgard, S. F., Vellinga, T. V., Kuikman, P. J., Luo, J., ... Velthof, G. L. (2013). Strategies to mitigate nitrous oxide emissions from herbivore production systems. *Animal*, 7(SUPPL.1), 29–40.
<https://doi.org/10.1017/S175173111100187X>

Schmidt-Nielsen, K. (1970). Energy metabolism, body size, and problems of scaling. *Animal Physiology Adaptation and Enviromen. Cambridge University Press. U.K.*, 4. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5459901/>

Sedlmeier, K., Imfeld, N., Gubler, S., Spirig, C., Caiña, K. Q., Escajadillo, Y., ... Schwierz, C. (2023). The rainy season in the Southern Peruvian Andes: A climatological analysis based on the new Climandes index. *International Journal of Climatology*, 43(6), 1–18. <https://doi.org/10.1002/joc.8013>

Segura, M. S., García, R. M. G., Padrón, Y. C., Abraham, C. M., Sánchez, P. T., Camps Herrero, C., y Sirera Pérez, R. (2006). Estrés y sistema inmune. *Psicooncología: Investigación y Clínica Biopsicosocial En Oncología*, 23(1), 35–48. Retrieved from
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2003350yorden=161284yinfo=link%5Cnhttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=2003350>

Sejersen, H., Sørensen, M. T., Larsen, T., Bendixen, E., y Ingvarsten, K. L. (2012). Liver protein expression in dairy cows with high liver triglycerides in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2409–2421. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4604>

Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J. B., Dunshea, F. R., y Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, 12(s2), S431–S444.
<https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>

Siguas, O; Paucar R, Olazabal, J, San Martin F. y Vélez, V. (2007). Valores bioquímicos sanguíneos en alpacas en dos épocas del año en condiciones de Huancavelica:

- aportes al perfil metabólico de la especie. *XX Reunión ALPA , XXX Reunión APPA-Cusco-Perú, 15*, 496–497.
- Silva, F. L. M., y Bittar, C. M. M. (2019). Thermogenesis and some rearing strategies of dairy calves at low temperature—a review. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 115–122. <https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1580199>
- Simons, J. A., Waldron, D. L., y Hennessy, D. P. (1993). Clinical biochemical reference ranges for female alpacas (*Lama pacos*). *Comparative Biochemistry and Physiology -- Part B: Biochemistry And*, 105(3–4), 603–608.
- Sinex, J. A., y Chapman, R. F. (2015). Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.07.005>
- SUIZAVET. (2016). Pruebas hormonales, Tipo de Muestra Técnica. *Manual Veterinario Anual*, 43–47.
- Sun, Y. B., Fu, T. T., Jin, J. Q., Murphy, R. W., Hillis, D. M., Zhang, Y. P., y Che, J. (2018). Species groups distributed across elevational gradients reveal convergent and continuous genetic adaptation to high elevations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(45), E10634–E10641. <https://doi.org/10.1073/pnas.1813593115>
- Szymczak, R. K., Marosz, M., Grzywacz, T., Sawicka, M., y Naczyk, M. (2021). Death zone weather extremes mountaineers have experienced in successful ascents. *Frontiers in Physiology*, 12, 696335. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.696335>
- Tallacagua, R., y Mamani, R. (2017). Determinación de los parámetros bioquímicos sanguíneos y hematología, en Llamas (*Lama glama*) en el Altiplano Central, La Paz. *Apthapi*, 3(3), 693–701. Retrieved from <http://ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/164>
- Ticona, M. (2018). *Efecto de la suplementación alimenticia sobre la composición bioquímica sérica y fluido folicular en alpacas*.
- Toral, C. (2011). *Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de Alpacas, en la comunidad de Guangaje, Cantón Pujilí*. (Universidad Técnica de

- Cotopaxi). Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/680/1/T-UTC-0542.pdf>
- UCDAVIS. (2010). *Clinical Chemistry Reference Intervals* (Vol. 09). California.
- UNDP. (2008). *Resource Guide on Gender and Climatic Change* (First Edit; UNDP, Ed.). New York: United Nations Development Programme.
- Van Dyne, G. M., y Meyer, J. H. (1964). A method for measurement of forage intake of grazing livestock using microdigestion techniques. *Journal of Range Management*, 17(4), 204–208. <https://doi.org/10.2307/3895768>
- Van Saun, R.J. (2006). Nutrient requirements of South American Camelids: A factorial approach. *Small Ruminant Research*, 61, 165–186.
- Van Saun, Robert J. (2009). Nutritional Diseases of Llamas and Alpacas. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3), 797–810. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.013>
- Villalba, J. J., Manteca, X., Vercoe, P. E., Maloney, S. K., y Blache, D. (2016). *Integrating Nutrition and Animal Welfare in Extensive Systems*. 135–163. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27356-3_7
- Vivar, M., Juan Olazábal, L., y Felipe San Martín, H. (2019). Comparison of blood urea nitrogen level between weaned alpacas and llamas grazing cultivated pastures. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(1), 193–200. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15691>
- Waite, L. H., y Cebra, C. K. (2008). Characterization of hypertriglyceridemia and response to treatment with insulin in llamas and alpacas: 31 cases (1995-2005). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(9), 1362–1367. <https://doi.org/10.2460/javma.232.9.1362>
- Wang, S., Li, Q., Peng, J., y Niu, H. (2023). Effects of long-term cold stress on growth performance, behavior, physiological parameters, and energy metabolism in growing beef cattle. *Animals*, 13, 1619. <https://doi.org/10.3390/ani13101619>



Wensvoort, J., Kyle, D. J., Ørskov, E. R., y Bourke, D. A. (2001). Biochemical adaptation of camelids during periods where feed is withheld. *Rangifer*, 21(1), 45.
<https://doi.org/10.7557/2.21.1.1527>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

INTERROGANTES ESPECÍFICAS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS	ESTADÍSTICA
A) ¿Cómo son los indicadores fisiológicos en alpacas a gran altitud?	Los indicadores fisiológicos en alpacas son similares entre épocas del año y razas.	Determinar los indicadores fisiológicos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).	Temperatura corporal Frecuencia cardíaca	Indicadores fisiológicos	Grados centígrados Latidos por minuto	Medidas de tendencia central y de dispersión para los datos generales. Análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 2.
B) ¿Cómo son los indicadores endocrinos en alpacas a gran altitud?	Los indicadores endocrinos en alpacas son similares entre épocas del año y razas.	Determinar los indicadores endocrinos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).	Frecuencia respiratoria ACTH Cortisol	Indicadores endocrinos	Respiraciones por minuto pg/dL µg/dL	Medidas de tendencia central y de dispersión para los datos generales. Análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 2.
			Glucosa			

Albúmina	g/dL		
Globulina	g/dL		
Relación A/G	Ratio		
Proteína total	g/dL		
Calcio	mg/dL		
Nitrógeno uréico en sangre	mg/dL		
Creatinina	mg/dL		
Relación BUN/CREA	Ratio		
Creatina kinasa	U/L		
Gamma glutamil transferasa	U/L		
Aspartato aminotransferasa	U/L		
Fosfatasa alcalina	U/L		
Lactato deshidrogenasa	U/L		
Triglicéridos	mg/dL		

C) ¿Cómo son los indicadores bioquímicos en alpacas a gran altitud? en similares entre épocas del año y razas. (Huacaya y Suri).

Los indicadores bioquímicos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).

Determinar los indicadores bioquímicos en alpacas según época del año (seca y lluviosa) y raza (Huacaya y Suri).

Indicadores bioquímicos

Espectroscopía de absorción (Química húmeda).
Element RC Panel de rotores

Medidas de tendencia central y de dispersión para los datos generales.
Análisis de varianza (ANOVA) bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 2.

Anexo 2. Índice temperatura y humedad

Tabla 14

Datos ambientales promedios por hora (Temperatura ambiental, humedad relativa e ITH) para la época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

Hora	TA, °C	HR, %	ITH
0.00	5.4	91.2	42.6
1.00	5.1	94.8	41.8
2.00	4.9	95.3	41.3
3.00	4.8	94.3	41.3
4.00	4.8	94.6	41.2
5.00	5.3	96.6	42.0
6.00	8.1	85.3	47.6
7.00	8.2	81.0	48.1
8.00	8.3	80.5	48.2
9.00	10.4	73.3	51.7
10.00	14.1	60.4	57.1
11.00	14.7	54.3	57.6
12.00	16.4	49.6	60.3
13.00	14.9	54.2	57.8
14.00	10.2	70.6	51.2
15.00	8.7	79.2	48.7
16.00	8.2	78.8	48.0
17.00	7.4	80.4	46.7
18.00	6.1	87.9	44.0
19.00	5.8	91.3	43.3
20.00	5.4	95.0	42.3
21.00	5.2	94.6	41.9
22.00	4.9	94.5	41.4
23.00	4.7	95.1	41.0
Promedio	8.0	82.2	47.0
DS	3.7	14.8	6.1
Mínima	4.7	49.6	41.0
Máxima	16.4	96.6	60.3

Nota. TA= Temperatura ambiental, HR=Humedad relativa, ITH=Índice de temperatura y humedad

Tabla 15

Datos ambientales promedios por hora (Temperatura ambiental, humedad relativa e ITH), para la época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

Hora	TA, °C	HR, %	ITH
0.00	4.0	92.9	39.9
1.00	3.3	94.3	38.8
2.00	2.9	95.0	37.9
3.00	2.6	95.9	37.3
4.00	2.4	96.2	36.9
5.00	2.7	95.4	37.4
6.00	10.0	72.9	49.5
7.00	18.7	48.3	61.3
8.00	17.0	48.5	59.5
9.00	18.5	41.0	62.7
10.00	18.2	40.6	62.5
11.00	19.1	38.8	63.5
12.00	17.2	45.3	61.1
13.00	19.0	41.1	63.4
14.00	17.4	43.9	61.0
15.00	13.1	56.6	55.6
16.00	12.7	59.0	55.2
17.00	9.1	69.3	49.7
18.00	5.9	82.9	44.0
19.00	5.2	85.1	42.7
20.00	5.1	86.5	42.4
21.00	4.5	91.0	41.1
22.00	4.4	91.9	40.7
23.00	4.0	93.5	39.9
Promedio	9.9	71.1	49.3
DS	6.6	22.8	10.4
Mínima	2.4	38.8	36.9
Máxima	19.1	96.2	63.5

Nota. TA= Temperatura ambiental, HR=Humedad relativa, ITH=índice de temperatura y humedad

Anexo 3. Consumo de materia seca de alpacas Huacayay y Suris

Tabla 16

Producción de heces, consumo de materia seca, peso vivo de alpacas Huacayay y Suris mantenidas en praderas cultivadas en época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

Animal	Raza	PHMS, g/d	CMS, kg/d	PV, kg	PM, Wkg ^{0.75}	CMS, % PV	CMS, g/Wkg ^{0.75}
1	Huacaya	321.3	0.8	52.0	19.4	1.6	41.8
2	Huacaya	417.2	2.0	56.5	20.6	3.5	96.3
3	Huacaya	297.6	1.3	52.5	19.5	2.4	64.3
4	Huacaya	348.4	1.5	55.0	20.2	2.8	75.5
5	Huacaya	426.1	1.6	64.5	22.8	2.5	71.4
6	Huacaya	199.9	0.6	56.5	20.6	1.1	31.5
7	Huacaya	274.0	1.6	59.5	21.4	2.7	75.6
8	Huacaya	256.6	1.3	49.5	18.7	2.6	69.0
9	Suri	298.6	1.4	53.5	19.8	2.5	68.7
10	Suri	286.2	0.8	47.0	18.0	1.8	45.9
11	Suri	472.8	2.2	65.5	23.0	3.4	96.3
12	Suri	457.6	1.4	60.5	21.7	2.4	65.6
13	Suri	429.4	1.7	65.5	23.0	2.6	74.3
14	Suri	232.2	0.6	51.5	19.2	1.2	32.7

Nota. PHMS=Producción de heces en materia seca, CMS=consumo de materia seca, PV=Peso vivo, PM= Peso metabólico, DIVMS=Digestibilidad *in vitro* (73.3%).

Tabla 17

Datos de consumo de materia seca, peso vivo de alpacas Huacayas y Suris mantenidas en praderas cultivadas en época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

Animal	Raza	PHMS, g/d	CMS, kg/d	PV, kg	PM, Wkg ^{0.75}	CMS, % PV	CMS, g/Wkg ^{0.75}
1	Huacaya	268.9	0.9	57.5	20.9	1.5	41.1
2	Huacaya	265.9	1.0	59.5	21.4	1.7	45.8
3	Huacaya	199.7	0.6	55.5	20.3	1.1	29.9
4	Huacaya	292.6	1.0	58.0	21.0	1.7	47.5
5	Huacaya	283.1	0.6	59.0	21.3	1.1	30.1
6	Huacaya	190.4	0.5	50.5	18.9	1.1	28.1
7	Huacaya	297.1	1.0	64.5	22.8	1.6	45.2
8	Huacaya	232.1	0.8	54.5	20.1	1.5	41.2
9	Suri	307.2	0.8	46.5	17.8	1.7	44.9
10	Suri	175.1	1.4	42.5	16.6	3.2	81.8
11	Suri	412.4	1.2	68.0	23.7	1.8	50.4
12	Suri	331.9	0.8	68.0	23.7	1.2	34.4
13	Suri	312.3	1.2	66.5	23.3	1.9	53.1
14	Suri	223.4	0.7	58.0	21.0	1.2	31.8

Nota. PHMS=Producción de heces en materia seca, CMS=consumo de materia seca, PV=Peso vivo, PM= Peso metabólico, DIVMS=Digestibilidad *in vitro* (68.4%).

Anexo 4. Indicadores fisiológicos, endócrinos y bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris

Tabla 18

Indicadores Fisiológicos, Endocrinos y Bioquímicos de alpacas Huacayas y Suris en época seca, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

N°	Raza	Fisiológicos				Endocrinos				Indicadores											
		TC	FC	FR	Cortisol (µg/dL)	ACTH (pg/mL)	GLU (mg/dL)	ALB (g/dL)	GLOB (g/dL)	A/G	TP (g/dL)	Ca (mg/dL)	BUN (mg/dL)	CREA (mg/dL)	BUN/C REA	CK (U/L)	GGT (U/L)	AST (U/L)	ALP (U/L)	LDH (U/L)	TG (mg/dL)
1	Huacaya	37.5	68.7	25.7	0.4	30.9	142.6	4.4	3.3	1.4	7.7	9.5	6.0	2.5	2.4	153.7	43.0	116.7	48.7	192.3	44.4
2	Huacaya	37.5	72.0	25.3	0.4	22.3	144.5	4.6	3.1	1.5	7.7	9.8	8.1	1.9	4.3	243.3	27.7	405.7	64.3	266.3	45.8
3	Huacaya	37.3	64.0	27.3	0.5	13.7	114.5	3.7	3.7	1.0	7.3	9.2	4.7	1.2	4.2	145.0	27.3	92.0	59.3	174.0	41.0
4	Huacaya	37.8	67.3	32.3	0.5	12.3	143.9	4.4	3.5	1.2	7.9	9.9	4.8	1.7	3.8	65.0	29.3	157.3	43.3	199.0	40.6
5	Huacaya	37.6	59.3	30.7	0.3	13.5	124.1	4.2	4.1	1.0	8.3	9.6	6.4	1.8	3.6	112.3	37.7	116.7	88.7	183.3	55.6
6	Huacaya	37.5	60.0	31.3	0.4	24.0	123.8	4.0	3.2	1.2	7.2	9.1	3.9	2.4	1.6	147.3	44.0	117.3	58.7	167.7	40.2
7	Huacaya	37.1	57.3	24.7	0.6	20.3	119.0	3.6	3.8	1.0	7.6	9.4	4.9	1.8	3.7	104.7	26.0	124.3	64.0	162.3	44.8
8	Huacaya	37.2	52.7	19.3	1.3	22.1	139.3	4.1	3.6	1.1	7.8	9.3	4.9	1.8	3.6	94.7	49.3	173.0	51.7	189.3	63.5
9	Suri	36.1	54.7	18.0	0.4	31.2	132.4	3.8	4.8	0.8	8.6	9.0	7.2	1.4	5.2	83.0	43.7	149.7	171.3	151.0	49.8
10	Suri	36.0	62.0	31.0	0.5	15.5	179.5	3.9	5.2	0.7	9.1	10.1	6.7	1.4	5.0	163.3	51.3	189.3	70.0	230.7	37.6
11	Suri	36.6	54.0	24.7	0.5	33.5	129.9	4.0	4.0	1.0	7.9	8.0	8.0	1.5	5.2	27.3	31.3	182.0	56.3	216.0	34.4
12	Suri	36.6	60.7	27.7	0.5	27.9	129.0	3.5	4.0	0.9	7.5	8.9	5.6	1.4	3.9	30.0	25.7	222.3	83.0	236.3	35.8
13	Suri	37.3	68.7	27.7	0.3	41.8	127.1	3.9	3.9	1.0	7.8	9.2	6.1	2.1	2.9	686.3	38.7	133.7	100.3	212.0	49.3
14	Suri	36.1	56.0	21.3	0.3	26.2	123.0	3.7	4.7	0.8	8.3	9.6	5.3	1.7	3.2	211.7	42.0	109.0	202.7	170.7	33.7

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, A/G= relación A/G, TP= proteínas totales, Ca= calcio, BUN=nitrógeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, BUN/CREA=relación nitrógeno ureico sanguíneo creatinina, CK=creatinina quinasa, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH=lactato deshidrogenasa y TG= triglicéridos.

Tabla 19

Indicadores Fisiológicos, Endocrinos y Bioquímicos de alpacas Huacayas y Suris en época lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

N°	Raza	Indicadores																			
		Fisiológicos					Bioquímicos														
		TC	FC	FR	Cortisol (µg/dL)	ACTH (pg/mL)	GLU (mg/dL)	ALB (g/dL)	GLOB (g/dL)	A/G	TP (g/dL)	Ca (mg/dL)	BUN (mg/dL)	CREA (mg/dL)	BUN/C RFA	CK (U/L)	GGT (U/L)	AST (U/L)	ALP (U/L)	LDH (U/L)	TG (mg/dL)
1	Huacaya	37.3	76.0	29.3	0.5	58.0	113.1	4.6	2.8	1.6	7.5	9.7	9.8	2.0	4.8	29.3	42.0	143.3	52.0	198.3	44.3
2	Huacaya	37.7	71.3	31.3	0.5	28.1	140.1	4.6	2.7	1.7	7.3	9.5	8.0	1.6	5.0	80.3	28.0	266.3	62.3	285.3	35.4
3	Huacaya	37.5	64.3	28.7	0.7	43.6	105.5	4.6	2.7	1.7	7.2	9.6	8.5	2.0	4.3	729.7	29.3	159.7	60.0	197.3	56.3
4	Huacaya	38.0	72.0	30.0	0.3	7.2	139.7	4.5	2.8	1.6	7.3	9.6	6.2	1.8	3.5	31.3	32.3	185.3	49.0	239.3	36.7
5	Huacaya	37.3	58.0	24.7	0.4	5.4	119.0	4.4	3.8	1.2	8.3	9.7	5.8	1.2	4.8	53.0	35.7	191.3	67.3	264.0	32.7
6	Huacaya	37.7	68.0	30.7	0.5	25.2	131.7	4.5	2.7	1.7	7.2	10.2	7.0	2.0	3.6	30.0	48.3	180.3	225.7	232.7	32.5
7	Huacaya	36.8	68.0	24.7	1.5	13.7	118.0	4.2	3.3	1.3	7.5	9.6	10.5	1.5	7.2	31.0	28.0	79.2	69.0	191.5	47.3
8	Huacaya	37.4	67.3	29.3	0.8	18.3	114.4	4.6	3.3	1.4	7.8	9.7	8.8	1.8	5.1	34.7	69.3	212.7	64.0	213.3	77.4
9	Suri	36.4	58.0	21.3	0.5	9.3	136.6	4.3	4.8	0.9	9.1	9.9	12.1	1.1	12.2	67.7	50.0	206.7	173.0	228.0	28.8
10	Suri	35.5	60.0	28.7	0.6	5.4	173.2	3.9	4.4	0.9	8.4	10.4	9.6	0.9	10.7	12.7	38.0	134.7	65.7	164.3	33.2
11	Suri	34.8	65.3	25.3	1.4	36.4	160.3	3.3	5.4	0.6	8.7	9.4	9.7	1.0	10.0	17.3	34.3	110.7	86.7	185.3	30.8
12	Suri	36.3	58.0	26.0	0.8	36.2	122.1	3.9	3.7	1.1	7.6	9.6	6.5	1.3	5.1	58.3	30.7	250.7	91.7	259.0	49.3
13	Suri	36.2	62.7	27.3	0.2	53.0	98.7	4.2	3.4	1.2	7.6	9.6	9.4	1.6	5.9	73.3	41.3	157.3	110.7	203.0	85.4
14	Suri	35.2	59.3	24.0	0.4	16.8	132.2	4.1	4.7	0.9	8.8	10.0	5.8	1.5	4.7	39.0	61.3	226.0	241.0	202.4	28.7

Nota. GLU=Glucosa, ALB= albuminas, GLOB= globulinas, A/G= relación A/G, TP= proteínas totales, Ca= calcio, BUN=nitrógeno ureico sanguíneo, CREA=creatinina, BUN/CREA=relación nitrógeno ureico sanguíneo creatinina, CK=creatinina quinasa, GGT=gamma glutamil transferasa, AST= aspartato aminotransferasa, ALP= fosfatasa alcalina, LDH=lactato deshidrogenasa y TG= triglicéridos.

Anexo 5. Análisis estadístico para indicadores fisiológicos en alpacas Huacayas y Suris

Tabla 20

ANOVA de indicadores fisiológicos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

- *Temperatura corporal (TC):*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	14,600 ^a	3	4,867	25,255	,000
Interceptación	37085,382	1	37085,382	192452,597	,000
Época	,890	1	,890	4,617	,042
Raza	13,015	1	13,015	67,543	,000
Época * Raza	,921	1	,921	4,779	,039
Error	4,625	24	,193		
Total	38080,125	28			
Total corregido	19,224	27			

- *Frecuencia cardiaca (FC)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	327,277 ^a	3	109,092	3,752	,024
Interceptación	107726,507	1	107726,507	3705,499	,000
Época	76,438	1	76,438	2,629	,118
Raza	203,674	1	203,674	7,006	,014
Época * Raza	30,782	1	30,782	1,059	,314
Error	697,729	24	29,072		
Total	112366,265	28			
Total corregido	1025,006	27			

- *Frecuencia respiratoria (FR)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	55,218 ^a	3	18,406	1,375	,274
Interceptación	19322,182	1	19322,182	1443,455	,000
Época	6,110	1	6,110	,456	,506
Raza	45,755	1	45,755	3,418	,077
Época * Raza	2,130	1	2,130	,159	,694
Error	321,266	24	13,386		
Total	20376,405	28			
Total corregido	376,484	27			

Anexo 6. Análisis estadístico para indicadores endócrinos en alpacas Huacayas y Suris

Tabla 21

ANOVA de indicadores endócrinos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco).

-ACTH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	328,537 ^a	3	109,512	,558	,648
Interceptación	17270,523	1	17270,523	87,953	,000
Época	6,194	1	6,194	,032	,861
Raza	196,330	1	196,330	1,000	,327
Época * Raza	115,667	1	115,667	,589	,450
Error	4712,686	24	196,362		
Total	22138,565	28			
Total corregido	5041,222	27			

-Cortisol

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,240 ^a	3	,080	,732	,543
Interceptación	8,624	1	8,624	79,008	,000
Época	,200	1	,200	1,829	,189
Raza	,038	1	,038	,351	,559
Época * Raza	,011	1	,011	,097	,758
Error	2,620	24	,109		
Total	11,832	28			
Total corregido	2,859	27			

Anexo 7. Análisis estadístico para indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris

Tabla 22

ANOVA de indicadores bioquímicos en alpacas Huacayas y Suris en época seca y lluviosa, en la comunidad de Punapampa (Sangarará, Cusco)

- Glucosa (GLU)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	984,010 ^a	3	328,003	,979	,419
Interceptación	478087,421	1	478087,421	1427,509	,000
Época	122,091	1	122,091	,365	,552
Raza	675,127	1	675,127	2,016	,169
Época * Raza	142,767	1	142,767	,426	,520
Error	8037,845	24	334,910		
Total	491843,473	28			
Total corregido	9021,854	27			

- Albúmina (ALB)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1,989 ^a	3	,663	8,978	,000
Interceptación	459,459	1	459,459	6221,738	,000
Época	,507	1	,507	6,864	,015
Raza	1,301	1	1,301	17,621	,000
Época * Raza	,102	1	,102	1,379	,252
Error	1,772	24	,074		
Total	479,951	28			
Total corregido	3,761	27			

- Globulina (GLOB)

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9,981 ^a	3	3,327	12,817	,000
Interceptación	405,812	1	405,812	1563,314	,000
Época	,578	1	,578	2,228	,149
Raza	8,840	1	8,840	34,055	,000
Época * Raza	,402	1	,402	1,548	,225
Error	6,230	24	,260		
Total	413,193	28			
Total corregido	16,211	27			

- *Relación A/G*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1,956 ^a	3	,652	19,574	,000
Interceptación	34,592	1	34,592	1038,714	,000
Época	,299	1	,299	8,990	,006
Raza	1,437	1	1,437	43,136	,000
Época * Raza	,149	1	,149	4,467	,045
Error	,799	24	,033		
Total	40,154	28			
Total corregido	2,755	27			

- *Proteínas totales (TP)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	3,285 ^a	3	1,095	4,699	,010
Interceptación	1730,603	1	1730,603	7424,796	,000
Época	,002	1	,002	,008	,931
Raza	3,126	1	3,126	13,412	,001
Época * Raza	,150	1	,150	,642	,431
Error	5,594	24	,233		
Total	1754,148	28			
Total corregido	8,879	27			

- *Calcio (Ca)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1,691 ^a	3	,564	3,330	,036
Interceptación	2491,305	1	2491,305	14714,485	,000
Época	1,425	1	1,425	8,415	,008
Raza	,074	1	,074	,439	,514
Época * Raza	,365	1	,365	2,158	,155
Error	4,063	24	,169		
Total	2552,935	28			
Total corregido	5,755	27			

- *Nitrógeno ureico en sangre (BUN)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	50,044 ^a	3	16,681	6,248	,003
Interceptación	1429,395	1	1429,395	535,395	,000
Época	42,857	1	42,857	16,053	,001
Raza	5,559	1	5,559	2,082	,162
Época * Raza	,107	1	,107	,040	,843
Error	64,075	24	2,670		
Total	1547,408	28			
Total corregido	114,119	27			

- *Creatinina (CREA)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1,539 ^a	3	,513	4,948	,008
Interceptación	71,355	1	71,355	688,388	,000
Época	,424	1	,424	4,093	,054
Raza	1,093	1	1,093	10,540	,003
Época * Raza	,057	1	,057	,551	,465
Error	2,488	24	,104		
Total	79,466	28			
Total corregido	4,026	27			

- *Relación BUN/CREA*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	82,315 ^a	3	27,438	8,881	,000
Interceptación	720,956	1	720,956	233,366	,000
Época	47,520	1	47,520	15,382	,001
Raza	29,418	1	29,418	9,522	,005
Época * Raza	10,757	1	10,757	3,482	,074
Error	74,145	24	3,089		
Total	850,573	28			
Total corregido	156,460	27			

- *Creatina quinasa (CK)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	73149,034 ^a	3	24383,011	,780	,517
Interceptación	438337,150	1	438337,150	14,013	,001
Época	44650,849	1	44650,849	1,427	,244
Raza	420,829	1	420,829	,013	,909
Época * Raza	38428,205	1	38428,205	1,229	,279
Error	750719,488	24	31279,979		
Total	1275307,818	28			
Total corregido	823868,521	27			

- *Gamma glutamil transferasa (GGT)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	172,873 ^a	3	57,624	,454	,717
Interceptación	41747,388	1	41747,388	328,936	,000
Época	94,234	1	94,234	,742	,397
Raza	77,491	1	77,491	,611	,442
Época * Raza	,106	1	,106	,001	,977
Error	3045,996	24	126,916		
Total	45313,009	28			
Total corregido	3218,869	27			

- *Aspartato aminotransferasa (AST)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1708,363 ^a	3	569,454	,118	,949
Interceptación	805536,926	1	805536,926	166,405	,000
Época	1654,167	1	1654,167	,342	,564
Raza	45,998	1	45,998	,010	,923
Época * Raza	8,860	1	8,860	,002	,966
Error	116179,415	24	4840,809		
Total	938432,261	28			
Total corregido	117887,777	27			

- *Fosfatasa alcalina (ALP)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	19929,726 ^a	3	6643,242	2,449	,088
Interceptación	251541,274	1	251541,274	92,728	,000
Época	2160,733	1	2160,733	,797	,381
Raza	17507,057	1	17507,057	6,454	,018
Época * Raza	87,945	1	87,945	,032	,859
Error	65104,082	24	2712,670		
Total	322825,040	28			
Total corregido	85033,808	27			

- *Lactato deshidrogenasa (LDH)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	5382,059 ^a	3	1794,020	1,601	,215
Interceptación	1178977,899	1	1178977,899	1051,826	,000
Época	2765,188	1	2765,188	2,467	,129
Raza	162,491	1	162,491	,145	,707
Época * Raza	1724,027	1	1724,027	1,538	,227
Error	26901,289	24	1120,887		
Total	1239863,631	28			
Total corregido	32283,348	27			

- *Triglicéridos (TG)*

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	185,529 ^a	3	61,843	,303	,823
Interceptación	52549,512	1	52549,512	257,273	,000
Época	1,539	1	1,539	,008	,932
Raza	154,470	1	154,470	,756	,393
Época * Raza	30,855	1	30,855	,151	,701
Error	4902,143	24	204,256		
Total	59566,169	28			
Total corregido	5087,672	27			

Anexo 8. Índice fotográfico

Figura 5

Dormidero de los animales en época seca en Sangarará-Cusco



Figura 7

Cancha de pastoreo en Sangarará-Cusco



Figura 6

Cancha de pastoreo y suministro de agua

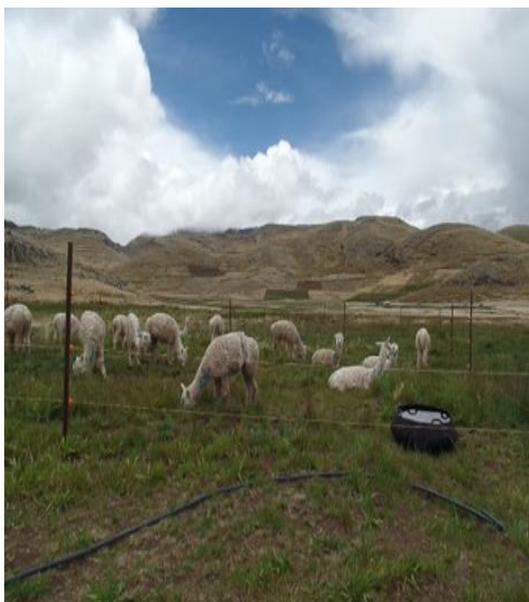


Figura 8

Dormidero de los animales en época lluviosa en Sangarará-Cusco



Figura 9

Identificación de animales para muestreo



Figura 11

Determinación de la frecuencia cardíaca



Figura 10

Identificación de animales para muestreo



Figura 12

Determinación de la frecuencia respiratoria



Figura 13

Determinación de temperatura corporal



Figura 15

Determinación de la frecuencia respiratoria



Figura 14

Determinación de la frecuencia cardíaca



Figura 16

Determinación de temperatura corporal



Figura 17

Toma de muestras de sangre



Figura 19

Toma de muestra de sangre



Figura 18

Toma de muestras de sangre



Figura 20

Procesamiento de muestras



Figura 21

Procesamiento de muestras



Figura 23

Procesamiento de muestras



Figura 22

Procesamiento de muestras



Figura 24

Pesado de animales





Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Diannett Benito Lopez
identificado con DNI 40361303 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Doctorado en Ciencia animal

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos
en alpacas a gran altitud ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Diannett Benito Lopez
identificado con DNI 40361303 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Doctorado en ciencia animal
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Indicadores fisiológicos, endocrinos y bioquímicos
en alpacas a gran altitud ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de Juni 0 del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella