

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tesis

Perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*)

Presentado por:

Darcy Moreano Padilla

Para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Abancay, Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

Perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*)

Presentado por **Darcy Moreano Padilla**, para optar el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Sustentado y aprobado el 19 de diciembre de 2024 ante el jurado evaluador:

Presidente:

Dr. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez

Primer Miembro:

M.Sc. Filiberto Oha Humpiri

Segundo Miembro:

Ing. Mg.Sc. Jhonatan Steve Inca Moreano

Asesores:

Dr. Virgilio Machaca Machaca

MVZ. Victor Raúl Cano Fuentes



Constancia de similitud

Informe de Tesis Constancia 6-2025-UDI-FMVZ-UNAMBA

El director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Hace constar:

Que, **Darcy Moreano Padilla**, con código de estudiante **101221** de la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, presentó el informe de tesis:

Perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*)

Para ser evaluada su similitud.

Se utilizó el software Turnitin con filtros: excluir citas, excluir bibliografía, excluir fuentes que tengan menos de 18 palabras. Siendo el resultado:

Porcentaje de similitud: 14%

Parte de esta constancia son los anexos donde figuran los resultados del Turnitin.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para fines de trámites en la UNAMBA.

Abancay, 15 de enero de 2025

Atentamente,



Dr. Ulises S. Quispe Gutiérrez

investigacion.fmvz@unamba.edu.pe
cc/.
Arch.

Agradecimiento

Mi primer agradecimiento se dirige a Dios, quien me conduce y protege, ilumina mis días para ser hombre bueno en la sociedad.

Agradecer a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de avanzar como persona, agradecido con todos los catedráticos quienes me formaron para ser un profesional.

A mis asesores de tesis, Dr. Víctor Raúl Cano Fuentes y Dr. Virgilio Machaca Machaca, por la orientación y ayuda que me brindaron para realizar de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más. Su fe en mis habilidades y su disposición para ayudarme han sido fundamentales para la finalización de esta tesis.



Dedicatoria

Esta tesis dedico a mis padres a mis padres Feliciano Moreano Juro y Irma Paulina Padilla Elguera quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos; ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. Asimismo, a mis hermanos quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moralmente y económicamente.

También la dedico a Charo Subilete por brindarme su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos deseados, lo propio a mi hija Marian Massiel Moreano Subilete quien es mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para ella.

IN MEMORIAN

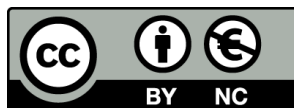
En honor a mi abuela Felicitas Elguera Tuero y a mi hermano Roel Feliciano Moreano Padilla, mis fuentes de inspiración y sabiduría. Aunque ya no están físicamente conmigo, su espíritu y amor, continúan guiándome en cada paso de este camino.



Perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*)

Líneas de investigación: Desarrollo de Modelos y Sostenibilidad de Sistemas Agropecuarios

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 Descripción del problema	5
1.2 Enunciado del Problema	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.2.3 Justificación de la investigación	7
CAPÍTULO II	8
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	8
2.1 Objetivos de la investigación	8
2.2.1 Objetivo general	8
2.2.2 Objetivos específicos	8
2.2 Hipótesis de la investigación	8
2.2.3 Hipótesis general	8
2.2.4 Hipótesis específicas	9
2.3 Operacionalización de variables	9
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes	10
3.2 Marco teórico	12
3.2.1 Perfil analítico renal normal	12
3.2.1.1 Albúmina plasmática	12
3.2.1.2 Nitrógeno ureico sanguíneo del plasma sanguíneo	14
3.2.1.3 Creatinina plasmática	14
3.2.1.4 Calcio plasmático	15
3.2.1.5 Fósforo plasmático	17
3.2.1.6 Ácido úrico plasmático	18
3.2.1.7 Dióxido de carbono plasmático	19
3.2.1.8 Llama (<i>Lama glama</i>)	20



3.2.1.9	Crías de llamas (<i>Lama glama</i>)	22
3.3	Marco conceptual	22
CAPÍTULO IV		25
METODOLOGÍA		25
4.1	Tipo y nivel de investigación	25
4.2	Diseño de la investigación	25
4.3	Población y muestra	26
4.4	Procedimiento	26
4.5	Técnica e instrumentos	31
4.6	Análisis estadístico	32
CAPÍTULO V		33
RESULTADOS Y DISCUSIONES		33
5.1	Análisis de resultados	33
5.2	Discusión	37
CAPÍTULO VI		44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44
6.1	Conclusiones	44
6.2	Recomendaciones	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		45
ANEXOS		48



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de analitos del perfil renal en crías de llamas (<i>Lama glama</i>)	9
Tabla 2. Valores del perfil analítico renal de crías sanas de llamas (<i>Lama glama</i>)	33
Tabla 3. Valores de albúmina en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	34
Tabla 4. Valores de BUN en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	34
Tabla 5. Valores de CREA en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	35
Tabla 6. Relación BUN/CREA en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	35
Tabla 7. Valores de calcio en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	36
Tabla 8. Valores de fósforo en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	36
Tabla 9. Valores de ácido úrico en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	37
Tabla 10. Valores de dióxido de carbono en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (<i>Lama glama</i>)	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Reconociendo crías de llamas al azar	49
Figura 2. Momento antes del inicio de la toma de muestra sanguínea	49
Figura 3. Desinfectando el área de la toma de muestra	50
Figura 4. Muestreo de sangre	50
Figura 5. Obtención de plasma sanguíneo	51
Figura 6. Extrayendo el disco reactivo del refrigerador	51
Figura 7. Extrayendo plasma para introducir en el disco	52
Figura 8. Inicio de análisis en el equipo	52
Figura 9. Término del análisis	53

INTRODUCCIÓN

La llama (*Lama glama*) es una especie fundamental en la zootecnia andina, especialmente en Perú, debido a sus características y aportes significativos. Zootécnicamente, las llamas son animales de carga robustos y adaptables a las alturas de los Andes, con una resistencia notable a las bajas temperaturas y la capacidad de transportar hasta 25% de su peso corporal. Su pelaje, que varía en colores y texturas, es valorado tanto por su calidad como por su utilidad en la fabricación de textiles, siendo una fuente importante de lana para la confección de prendas tradicionales ¹. Productivamente, las llamas ofrecen múltiples beneficios: proporcionan carne magra de alta calidad, su lana es apreciada por su suavidad y calidez, y su estiércol sirve como fertilizante y combustible. Además, son menos exigentes en cuanto a la alimentación comparadas con otros animales de carga ². En el ámbito socioeconómico, la crianza de llamas tiene un impacto positivo en las comunidades rurales de Perú, al proporcionar empleo y apoyar la economía local a través del comercio de productos derivados ³. La crianza de llamas fomenta la preservación de prácticas culturales y conocimientos tradicionales, contribuyendo a la identidad cultural andina. Así, las llamas no solo son un recurso económico, sino también un símbolo de la cultura y la tradición en las regiones andinas, equilibrando la producción sostenible con el respeto por las costumbres ancestrales ⁴.

Las crías de llama, conocidas como "crías" o "crías de llama", presentan características anatómicas y de desarrollo distintivas. Al nacer, pesan entre 8 y 12 kg y tienen un pelaje suave, que puede ser de varios colores. Sus patas son largas y delgadas, lo que les permite mantenerse de pie y caminar poco después del nacimiento, generalmente dentro de las primeras horas. La cabeza es proporcionalmente grande con grandes ojos que proporcionan buena visión ⁵. Las crías desarrollan rápidamente habilidades motoras y sociales, y comienzan a consumir pasto y forraje junto con la leche materna alrededor de las dos semanas. Su crecimiento es continuo, alcanzando la madurez sexual entre los 18 y 24 meses. A lo largo de su desarrollo, el pelaje se vuelve más denso y resistente, adaptándose a las condiciones climáticas de su entorno andino. La interacción con la madre es crucial para su desarrollo social y emocional durante los primeros meses ⁶.



Realizar un estudio o investigación sobre el perfil renal de crías de llamas (*Lama glama*) es crucial para entender y mejorar la salud y el bienestar de estos animales, así como para optimizar su manejo en condiciones específicas. Los riñones son esenciales para el equilibrio de líquidos, electrolitos y la eliminación de desechos metabólicos, y en las crías, su función renal es aún más vulnerable debido a su desarrollo en crecimiento ⁷. Un análisis detallado del perfil renal puede revelar información sobre la función renal, la capacidad de adaptación a dietas y condiciones ambientales, y la predisposición a enfermedades renales. Además, estos estudios permiten identificar posibles deficiencias nutricionales o problemas metabólicos en etapas tempranas, facilitando intervenciones oportunas para prevenir enfermedades graves ⁸. En el contexto de la zootecnia, comprender el perfil renal ayuda a ajustar las prácticas de manejo y nutrición, asegurando que las crías crezcan saludables y se desarrollen adecuadamente. También contribuye a la conservación y mejora genética de la especie, y permite a los productores tomar decisiones basadas en datos científicos para aumentar la eficiencia y sostenibilidad en la crianza de llamas ⁹.

De acuerdo a lo vertido aquí se planteó realizar un estudio sobre el perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*), con estado de salud bueno.



RESUMEN

El objetivo en este estudio fue determinar los valores del perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*), analizándose en 40 crías de llamas de más de tres meses de edad, en estado de lactación, siendo 20 ♀ y 20 ♂, procedentes de la Comunidad Campesina de San Miguel de Mestizas del distrito de Cotaruse – Aymaraes – Apurímac, todos los animales fueron declarados clínicamente sanos. Se tomó 5 mL de sangre desde la vena cefálica en tubos al vacío con anticoagulante (Heparina de litio), están se mantuvieron refrigeradas (4°C), mientras eran transportados hacia el laboratorio para su análisis con el equipo denominado Analizador Bioquímico Veterinario Mindray (Vetube 30), con discos sensitivos. Los resultados muestran que los analitos del perfil analítico renal normal en crías de llamas indican concentraciones de albúmina (ALB) crías ♀ 3.88 ± 0.22 g/dL y en ♂ 3.94 ± 0.18 g/dL; nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) crías ♀ 14.96 ± 1.89 mg/dL y en ♂ 14.13 ± 1.79 mg/dL; creatinina (CREA) crías ♀ 1.13 ± 0.19 mg/dL y en ♂ 1.08 ± 0.18 mg/dL; relación BUN/CREA crías ♀ 13.57 ± 1.43 y en ♂ 13.26 ± 1.40 ; calcio (Ca) crías ♀ 9.17 ± 1.26 mg/dL y en ♂ 9.47 ± 0.60 mg/dL; fósforo (P) crías ♀ 10.63 ± 0.94 mg/dL y en ♂ 10.32 ± 0.70 mg/dL; ácido úrico (UA) crías ♀ 0.13 ± 0.23 mg/dL y en ♂ 0.16 ± 0.22 mg/dL; dióxido de carbono (CO₂) crías ♀ 13.65 ± 1.73 mmol/L y en ♂ 14.00 ± 1.62 mmol/L. Concluyendo que, la cantidad de ALB es de 3.91 ± 0.19 g/dL, BUN 14.54 ± 1.86 mg/dL, CREA 1.10 ± 0.18 mg/dL, relación BUN/CREA 13.41 ± 1.40 , Ca 9.32 ± 0.99 mg/dL, P 10.48 ± 0.84 mg/dL, UA 0.15 ± 0.22 mg/dL y CO₂ 13.83 ± 1.66 mmol/L.

Palabras clave: analitos, sangre, riñón normal, crías de llamas.



ABSTRACT

The aim of this study was to determine the normal renal analytical profile values of llama pups (*Lama glama*), analyzing 40 llama pups over three months of age, in a state of lactation, being 20 ♀ and 20 ♂, from the Peasant Community of San Miguel de Mestizas in the district of Cotaruse - Aymaraes - Apurímac, all animals were declared clinically healthy. 5 mL of blood was taken from the cephalic vein in vacuum tubes with anticoagulant (lithium heparin), these were kept refrigerated (4 ° C), while they were transported to the laboratory for analysis with the equipment called Mindray Veterinary Biochemical Analyzer (Vetube 30), with sensitive discs. The results show that the analytes of the normal renal analytical profile in llama pups indicate concentrations of albumin (ALB) in pups ♀ 3.88 ± 0.22 g / dL and in ♂ 3.94 ± 0.18 g / dL; blood urea nitrogen (BUN) in pups ♀ 14.96 ± 1.89 mg / dL and in ♂ 14.13 ± 1.79 mg / dL; creatinine (CREA) in pups ♀ 1.13 ± 0.19 mg / dL and in ♂ 1.08 ± 0.18 mg / dL; BUN/CREA ratio offspring ♀ 13.57 ± 1.43 and in ♂ 13.26 ± 1.40 ; calcium (Ca) offspring ♀ 9.17 ± 1.26 mg/dL and in ♂ 9.47 ± 0.60 mg/dL; phosphorus (P) offspring ♀ 10.63 ± 0.94 mg/dL and in ♂ 10.32 ± 0.70 mg/dL; uric acid (UA) offspring ♀ 0.13 ± 0.23 mg/dL and in ♂ 0.16 ± 0.22 mg/dL; Carbon dioxide (CO₂) in offspring ♀ 13.65 ± 1.73 mmol/L and in ♂ 14.00 ± 1.62 mmol/L. Concluding that, the amount of ALB is 3.91 ± 0.19 g/dL, BUN 14.54 ± 1.86 mg/dL, CREA 1.10 ± 0.18 mg/dL, BUN/CREA ratio 13.41 ± 1.40 , Ca 9.32 ± 0.99 mg/dL, P 10.48 ± 0.84 mg/dL, UA 0.15 ± 0.22 mg/dL and CO₂ 13.83 ± 1.66 mmol/L.

Keywords: *analytes, blood, normal kidney, llama baby.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Durante las primeras etapas de su vida, las crías de llamas (*Lama glama*) enfrentan varios problemas críticos que pueden afectar su salud y desarrollo. Uno de los principales desafíos es la adaptación al entorno, especialmente en las regiones altas y frías de los Andes, donde las bajas temperaturas y la exposición al viento pueden poner en riesgo su bienestar. Las crías recién nacidas son vulnerables a enfermedades respiratorias y gastrointestinales debido a su sistema inmunológico inmaduro (5). También pueden enfrentar problemas de nutrición, ya que la transición de la leche materna a la alimentación con pasto y forraje requiere tiempo y adaptación, y cualquier deficiencia en su dieta puede llevar a problemas de crecimiento y desarrollo. Además, las crías deben aprender a socializar y establecer jerarquías dentro del grupo, lo cual es esencial para su desarrollo emocional y social. La falta de una adecuada supervisión y cuidado por parte de la madre o del criador puede aumentar el riesgo de mortalidad por deshidratación, inanición o ataques de depredadores. Por lo tanto, la atención temprana y el manejo adecuado son cruciales para asegurar que las crías superen estos desafíos iniciales y se desarrollen de manera saludable y robusta ¹⁰.

Los mamíferos, incluidas las llamas (*Lama glama*), pueden padecer una variedad de enfermedades renales que afectan su salud y bienestar. Entre las más comunes se encuentran la nefritis, una inflamación de los riñones que puede ser causada por infecciones bacterianas, virales o parasitarias, y que puede llevar a síntomas como dolor abdominal, fiebre y disfunción renal ¹⁰. La glomerulonefritis es otra condición significativa, caracterizada por la inflamación de los glomérulos, las unidades filtrantes del riñón, y puede resultar en proteinuria (presencia de proteínas en la orina), edema y presión arterial alta. La pielonefritis, una infección bacteriana que afecta los riñones y su sistema de recolección, puede provocar fiebre, dolor y malestar general ¹¹. Las llamas también son susceptibles a problemas metabólicos que afectan la función renal, como la hipocalcemia o deficiencia de calcio, que puede inducir a la formación de cálculos renales y afectar la capacidad de los riñones para filtrar los desechos. Además, los cálculos

renales o urolitos pueden obstruir el tracto urinario, causando dolor severo, dificultad para orinar y posibles infecciones secundarias ⁷. La insuficiencia renal crónica, que puede ser resultado de diversas afecciones renales prolongadas o mal manejadas, conlleva a una disminución progresiva de la función renal, lo que afecta la eliminación de toxinas del cuerpo. La detección temprana y el manejo adecuado de estas enfermedades son esenciales para prevenir complicaciones graves y asegurar una vida saludable para las llamas, subrayando la importancia de monitorear regularmente la salud renal y proporcionar una atención veterinaria adecuada ¹².

Los problemas relatados nos motivan a realizar un estudio sobre el funcionamiento renal en condiciones fisiológicas normales, para poder iniciar una estandarización en el perfil renal de crías de llamas (*Lama glama*).

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Qué valores mostraran el perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*)?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué valores mostrará la albúmina presente en la sangre, de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) presente en la sangre, de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará la creatinina (CREA) presente en la sangre, de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará la relación BUN/CREA presente en la sangre, de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará el calcio (Ca) presente en la sangre, de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará el fósforo (P) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?
- ¿Qué valores mostrará el ácido úrico (UA) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?



- ¿Qué valores mostrará el dióxido de carbono (CO₂) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*)?

1.2.3 Justificación de la investigación

Realizar una investigación para determinar el perfil renal normal en crías de llamas (*Lama glama*) es crucial para mejorar la salud y el manejo de estos animales en la práctica veterinaria. Las llamas, como especies agrícolas y de carga, son fundamentales en diversas regiones de América del Sur, y un adecuado conocimiento de sus parámetros fisiológicos es esencial para garantizar su bienestar. El perfil renal, que incluye indicadores como la creatinina, la urea y otros electrolitos, proporciona información vital sobre la función y el estado de los riñones. Sin un perfil renal normal de referencia para crías de llamas, los veterinarios podrían enfrentar dificultades al diagnosticar y tratar enfermedades renales, que pueden tener manifestaciones clínicas inespecíficas y ser difíciles de diferenciar de otras patologías. Además, un perfil renal establecido permitiría detectar anomalías tempranas que podrían ser indicativas de problemas metabólicos, infecciosos o genéticos, optimizando así la prevención y el tratamiento. Esta información también sería valiosa para desarrollar protocolos de manejo nutricional y médico adecuados para las crías, lo que puede mejorar su crecimiento y longevidad. Por último, al contar con datos específicos sobre el perfil renal de crías, se facilitaría la investigación sobre enfermedades renales en llamas y otras especies similares, contribuyendo al conocimiento general sobre la salud renal en camélidos y ayudando a mejorar las prácticas veterinarias y de manejo en la ganadería.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Determinar los valores del perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*).

2.2.2 Objetivos específicos

- Medir y calcular la media de la albúmina presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media del nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media de la creatinina (CREA) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media de la relación BUN/CREA presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media del calcio (Ca) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media del fósforo (P) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media del ácido úrico (UA) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).
- Medir y calcular la media del dióxido de carbono (CO₂) presente en la sangre de crías hembras y machos de llamas (*Lama glama*).

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.3 Hipótesis general

Los valores del perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*), son similares al de sus pares adultos.



2.2.4 Hipótesis específicas

- Los valores promedio en las concentraciones de ALB, BUN, CREA, Ca, P, UA, CO₂ y la relación de BUN/CREA, son similares al de sus pares adultos.

2.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de analitos del perfil renal en crías de llamas (*Lama glama*)

Tipo de variables	Variable:	Indicadores:	Índices:
Dependiente	Albúmina: ALB	Niveles en sangre	g/dL
	Nitrógeno ureico sanguíneo: BUN		mg/ dL
	Creatinina: CREA		mg/ dL
	Calcio: Ca		mg/ dL
	Fósforo: P		mg/ dL
	Ácido Úrico: UA		mg/ dL
	Dióxido de Carbono: CO ₂ , Relación BUN/CREA		mmol/L -----
Independiente	Sexo de crías de llamas (<i>Lama glama</i>)	Hembra	
		Macho	

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Se encuentran reportes en llamas adultas de 2.4 hasta 5.5 g/dL para la albúmina (ALB); el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) se reporta en 11 a 37 mg/dL; la creatinina (CREA) en 1.2 a 3.7 mg/dL; el calcio (Ca) se reporta en 7.6 hasta 11.2 mg/dL y el nivel fósforo se registra en 2.9 hasta 10 mg/dL ¹³.
- b) En otro estudio realizado en Egipto en llamas adultas se obtuvo valores para la ALB de 3.43 ± 0.09 g/dL y 3.55 ± 0.11 g/dL, en hembras y machos respectivamente; para CREA 2.23 ± 0.08 mg/dL en hembras y de 2.21 ± 0.11 mg/dL en machos; para el calcio se registró en 10.41 ± 0.25 mg/dL en llamas hembras y de 11.15 ± 0.20 mg/dL en llamas machos; para el fósforo los valores en hembras alcanzan los 6.7 ± 0.24 mg/dL y en machos es de 7.44 ± 0.54 mg/dL ¹⁴.
- c) En otra investigación se buscó comparar los niveles de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) entre alpacas y llamas que habían sido recientemente destetadas y cuya dieta se basó únicamente en pastos cultivados. Para esta investigación se utilizaron 63 alpacas adultas (*Vicugna pacos*) y 64 llamas adultas (*Lama glama*) de ambos sexos. Todos los animales pastaron durante 21 días, exclusivamente en pasturas cultivadas compuestas por una mezcla de pasto forrajero rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Al finalizar el período de pastoreo, los animales fueron muestreados al amanecer y en ayunas, después de lo cual se les permitió pastar en áreas naturales. El BUN se determinó mediante espectrofotometría UV visible utilizando un kit comercial certificado. La comparación de datos se realizó mediante la prueba de t de Student. Las concentraciones de BUN en alpacas fueron de 19.04 ± 3.24 mg/dL (rango de 12.13 a 26.36 mg/dL), mientras que en llamas fueron de 19.05 ± 3.93 mg/dL (rango de 8.80 a 25.69 mg/dL). No se encontraron diferencias significativas entre ambas especies, concluyendo que las concentraciones de NUS son similares en alpacas y llamas cuando son destetadas y alimentadas con pasturas cultivadas ¹⁵.
- d) Se llevó a cabo un estudio con alpacas que habían parido recientemente y que recibieron alimentación a base de pastos naturales en las regiones de Puno, Junín y Pasco. Los resultados mostraron que el nivel de nitrógeno ureico en sangre (BUN) fue de 30.4



- mg/dL en las alpacas de Puno, 24.8 mg/dL en las de Junín y 21.6 mg/dL en las de Pasco, encontrándose diferencias significativas entre las regiones ($p < 0.05$) ¹⁶.
- e) En un estudio realizado en Tacna, Perú, se evaluaron elementos bioquímicos de la sangre de alpacas de la raza Huacaya en dos regiones geográficas: una altoandina y otra costera correspondiente a la ciudad de Tacna. Se muestrearon tanto machos como hembras para llevar a cabo la investigación. Las concentraciones de los elementos bioquímicos se analizaron utilizando kits comerciales de la marca Byosystems® con un analizador bioquímico automático A25. Los resultados mostraron que las concentraciones de creatinina (CREA) en las alpacas de la zona altoandina fueron de $1,45 \pm 0,21$ mg/dL para los machos y $1,39 \pm 0,13$ mg/dL para las hembras. En contraste, las alpacas de la zona costera presentaron valores de CREA de $1,34 \pm 0,07$ mg/dL para los machos y $1,29 \pm 0,10$ mg/dL para las hembras. No se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de creatinina entre las alpacas de las zonas altoandina y costera ($p > 0,05$) ⁹.
 - f) En la región geográfica de la cordillera central del Perú, se midió los niveles de albúmina y de calcio en la sangre de crías aparentemente sanas de alpacas (1 mes de edad). Los valores de albúmina registrados fueron de 5.1 ± 0.55 g/dL; mientras que, los valores del calcio se registró en 10.5 mg/dL ¹⁷.
 - g) En la región altiplánica del sur peruano a una altitud superior a los 4000 m s.n.m., se midieron los valores de albúmina y creatinina en crías de alpacas (*Vicugna pacos*), con edades menores a dos meses, encontrando que la ALB llega a 5.19 ± 0.21 g/dL; mientras que, la CREA llegó a 2.90 ± 0.23 mg/dL ¹⁸.
 - h) En la Región de Cerro de Pasco en Perú, se logró determinar que la concentración de fósforo en sangre tiene una media de 6.01 ± 1.27 mg/dL (época seca) y de 7.39 ± 1.75 mg/dL (época húmeda) en alpacas púberes y con una concentración de 7.27 ± 1.41 mg/dL (época seca) y de 7.96 ± 1.49 mg/dL (época húmeda) en alpacas adultas (19).
 - i) La ALB se reporta en concentraciones de 3.63 ± 0.65 g/dL y la concentración en sangre de la CREA en 2.21 ± 0.54 mg/dL, para alpacas (*Vicugna pacos*), ubicadas geográficamente en la sierra central del Perú ⁷.
 - j) Concentraciones de fósforo de 7.45 mg/dL a nivel de altura y valores de 7.82 mg/dL a nivel del mar; mientras que, los valores para el calcio se registran en 9.17 mg/dL a nivel de alta altitud y a niveles del mar se registran en 7.81 mg/dL; en alpacas ecuatorianas ²⁰.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Perfil analítico renal normal

El perfil analítico renal normal en llamas (*Lama glama*) es una evaluación crucial para la salud renal de estos animales y abarca una serie de parámetros bioquímicos que reflejan la función y el estado del sistema renal. Este perfil típicamente incluye la medición de la creatinina sérica, el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), y la relación entre estos dos componentes, así como otros indicadores como el fósforo y el calcio, que pueden proporcionar información adicional sobre la salud renal y el equilibrio de líquidos. La creatinina es un producto de desecho del metabolismo muscular que se elimina a través de los riñones; por lo tanto, su concentración en la sangre es un marcador sensible de la función renal. El BUN es otro producto de desecho que resulta del metabolismo de las proteínas, también se mide para evaluar la capacidad renal para eliminar compuestos nitrogenados ⁷. El perfil analítico renal también puede incluir la medición de otros electrolitos como el fósforo y el calcio, que son esenciales para el equilibrio ácido-base y la función general del organismo. Niveles alterados de estos electrolitos pueden indicar disfunciones renales o problemas metabólicos. La utilidad del perfil analítico renal es significativa, ya que permite la detección temprana de trastornos renales y otros problemas metabólicos que podrían afectar la salud y el bienestar de las llamas. La monitorización regular de estos parámetros es especialmente importante en animales que muestran signos clínicos de enfermedad renal, tales como pérdida de apetito, letargo, o alteraciones en el patrón de micción. Además, el perfil renal es útil para ajustar las estrategias de manejo y alimentación, contribuyendo a la prevención de enfermedades renales y mejorando la calidad de vida de estos animales ^{7, 21, 22, 23}.

3.2.1.1 Albúmina plasmática

Estructura bioquímica de la albúmina

La albúmina es una proteína plasmática crucial en los mamíferos, con una composición bioquímica que incluye aproximadamente 585 aminoácidos en su estructura primaria. Esta proteína se sintetiza principalmente en el hígado y se caracteriza por su alta solubilidad en agua. La albúmina tiene una estructura tridimensional compacta, formada por varias hélices alfa, que le confiere estabilidad y flexibilidad. ^{22, 24, 25}.



Funciones de la albúmina en el organismo de los mamíferos

La albúmina, una de las proteínas plasmáticas más abundantes en los mamíferos, desempeña funciones vitales en el organismo. Su principal función es mantener la presión oncótica del plasma, que es esencial para regular el equilibrio de fluidos entre los vasos sanguíneos y los tejidos, previniendo edemas y asegurando una adecuada distribución de líquidos ²². Además, la albúmina actúa como un importante transportador de diversas moléculas, incluyendo hormonas, ácidos grasos, bilirrubina, y fármacos, facilitando su transporte en el torrente sanguíneo y su disponibilidad para tejidos específicos. También participa en la unión y transporte de iones como calcio y zinc ²⁶. Su capacidad para ligar y transportar estos compuestos es crucial para el equilibrio ácido-base y la homeostasis mineral del cuerpo. La albúmina también contribuye a la regulación del pH sanguíneo, actuando como un amortiguador en el plasma ²⁷. Alteraciones en los niveles de albúmina pueden ser indicativas de trastornos hepáticos, renales o problemas nutricionales, reflejando la salud general y el estado metabólico del individuo. En resumen, la albúmina es fundamental para la estabilidad del volumen sanguíneo, el transporte de sustancias y la regulación del pH en los mamíferos ^{28, 29}.

Albúmina y función renal

Medir los niveles de albúmina es crucial para evaluar el funcionamiento normal de los riñones debido a su papel en la regulación de la presión oncótica y la filtración renal. Los riñones sanos mantienen niveles estables de albúmina en la sangre al evitar su pérdida excesiva en la orina. Un aumento en la excreción de albúmina, conocido como albuminuria, puede ser un indicio temprano de daño renal, como en la nefropatía diabética o la glomerulonefritis. La medición de albúmina en sangre proporciona información sobre la integridad de la barrera glomerular renal y la capacidad del riñón para retener proteínas esenciales. Cambios en los niveles de albúmina pueden reflejar trastornos en la función renal, permitiendo una intervención temprana para prevenir el progreso de enfermedades renales y ajustar el tratamiento de manera efectiva. Por lo tanto, la evaluación de la albúmina es fundamental para el diagnóstico, monitoreo y manejo de la salud renal ²⁹.



3.2.1.2 Nitrógeno ureico sanguíneo del plasma sanguíneo

Estructura bioquímica nitrógeno ureico sanguíneo (BUN)

El nitrógeno ureico en sangre (BUN) es un compuesto bioquímico formado como producto de desecho del metabolismo de las proteínas, es decir es la urea circulante en la sangre. Se produce en el hígado a partir de la desaminación de aminoácidos, en un proceso que convierte el amoníaco tóxico en urea, una sustancia menos dañina ²⁷. La urea es luego liberada al torrente sanguíneo y transportada a los riñones, donde se filtra y se excreta en la orina. La concentración de BUN en sangre es un indicador clave de la función renal y del equilibrio del nitrógeno en el cuerpo. Niveles elevados de BUN pueden sugerir una disminución en la función renal, deshidratación o una ingesta excesiva de proteínas, mientras que niveles bajos pueden indicar problemas hepáticos o malnutrición. Su medición es esencial para evaluar el estado metabólico y la eficiencia de la excreción renal, proporcionando una visión integral del funcionamiento del sistema excretor y del metabolismo proteico ^{30, 31}.

Nitrógeno ureico sanguíneo y función renal

Medir el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) es esencial para evaluar la función renal, ya que refleja la eficiencia con la que los riñones eliminan productos de desecho del metabolismo proteico (32). El BUN se forma en el hígado y se filtra a través de los riñones, por lo que niveles elevados en sangre pueden indicar disfunción renal, como en la insuficiencia renal o daño glomerular, donde los riñones no logran eliminar adecuadamente la urea ³¹. Además, niveles elevados de BUN pueden señalar problemas adicionales como deshidratación, dieta rica en proteínas o hemorragias gastrointestinales. Por otro lado, niveles bajos pueden sugerir pueden sugerir enfermedades hepáticas o desnutrición. La medición del BUN proporciona una visión rápida y útil del estado de la función renal, ayudando en el diagnóstico, seguimiento y ajuste del tratamiento para mantener la salud renal y metabólica adecuada ³³.

3.2.1.3 Creatinina plasmática

Estructura bioquímica de la creatinina (CREA)

La creatinina es un metabolito de desecho con una estructura química que se deriva de la creatina, una molécula crucial en el almacenamiento y



transferencia de energía en los músculos. Químicamente, la creatinina se clasifica como un derivado de la guanidina, con la fórmula molecular $C_4H_7N_3O$. Su estructura incluye un anillo de guanidina con un grupo metilo adicional. Este anillo está compuesto por tres átomos de nitrógeno y tres átomos de carbono, junto con un grupo carboxilo. La creatinina es producida continuamente a partir de la creatina en los músculos y se libera al torrente sanguíneo, siendo finalmente excretada por los riñones a través de la orina⁸.

Creatinina y función renal

Medir los niveles de creatinina es crucial para evaluar el funcionamiento normal de los riñones, ya que la creatinina es un producto de desecho generado por el metabolismo de la creatina en los músculos. Esta sustancia es filtrada y excretada principalmente por los riñones. Por lo tanto, la concentración de creatinina en sangre refleja la eficiencia con la que los riñones están llevando a cabo su función de filtración. Niveles elevados de creatinina en sangre indican una disminución en la capacidad de los riñones para filtrar adecuadamente, lo que puede ser un signo de insuficiencia renal, daño glomerular, o reducción del flujo sanguíneo renal. Además, la medición de creatinina se utiliza para estimar la tasa de filtración glomerular (TFG), una medida clave de la función renal. Mantener un control regular de los niveles de creatinina es esencial para detectar problemas renales de manera temprana y ajustar los tratamientos para preservar la salud renal y prevenir el progreso de enfermedades renales³³.

3.2.1.4 Calcio plasmático

Descripción química del calcio

El calcio es un elemento químico esencial con el símbolo Ca y el número atómico 20. Químicamente, es un metal alcalinotérreo, situado en el grupo 2 de la tabla periódica. Su estructura atómica incluye 20 protones, 20 electrones y 20 neutrones en su isótopo más abundante. En su estado elemental, el calcio es un metal blando, plateado y reactivo, que se combina fácilmente con otros elementos³⁴.

Funciones del calcio en los mamíferos

El calcio desempeña múltiples funciones esenciales en los mamíferos, siendo fundamental para la salud y el funcionamiento de varios sistemas



corporales. En el sistema nervioso, el calcio regula la liberación de neurotransmisores y la transmisión de señales neuronales, facilitando la comunicación entre neuronas ²⁷. En el sistema muscular, es crucial para la contracción muscular, al permitir la interacción entre los filamentos de actina y miosina en los músculos. En el sistema cardiovascular, el calcio contribuye a la contracción del corazón y al mantenimiento de un ritmo cardíaco regular, así como a la coagulación sanguínea ²⁸. En el sistema nervioso autónomo, el calcio modula la función de las neuronas simpáticas y parasimpáticas, afectando la regulación de procesos involuntarios. Además, el calcio actúa como cofactor en numerosas reacciones enzimáticas, facilitando la actividad de enzimas que participan en la digestión y el metabolismo ²⁶. En el sistema esquelético, el calcio es un componente clave de los huesos y dientes, proporcionando fortaleza y estructura. La regulación de los niveles de calcio en sangre y tejidos es crítica para el equilibrio de estas funciones vitales, y desequilibrios pueden llevar a trastornos como osteoporosis, calambres musculares y problemas cardíacos ^{22, 26}.

Calcio y función renal

Medir los niveles de calcio es fundamental para evaluar el funcionamiento normal de los riñones, ya que estos órganos desempeñan un papel crucial en la regulación del equilibrio de calcio en el cuerpo. Los riñones filtran y excretan el exceso de calcio del torrente sanguíneo, y también participan en la conversión de vitamina D a su forma activa, que es esencial para la absorción adecuada de calcio en el intestino ³⁵. Alteraciones en los niveles de calcio pueden indicar disfunción renal; por ejemplo, niveles elevados de calcio en sangre (hipercalcemia) pueden ser un signo de insuficiencia renal crónica, ya que los riñones no pueden eliminar eficazmente el exceso de calcio. Por otro lado, niveles bajos de calcio (hipocalcemia) pueden resultar de una insuficiencia renal que afecta la producción de vitamina D activa, lo que reduce la absorción de calcio ^{33, 35}. Además, la medición de calcio en suero ayuda a monitorear y ajustar el tratamiento de enfermedades renales y a prevenir complicaciones como la calcificación vascular o los trastornos óseos. Así, el análisis de calcio proporciona información valiosa sobre la función renal, el equilibrio mineral y la salud ósea, facilitando una gestión eficaz de la salud renal y metabólica ³¹.



3.2.1.5 Fósforo plasmático

Descripción química del fósforo

El fósforo es un elemento químico con el símbolo P y el número atómico 15, situado en el grupo 15 de la tabla periódica. Es un no metal que se presenta en dos formas alotrópicas principales: fósforo blanco, que es altamente reactivo y tóxico, y fósforo rojo, que es más estable. El fósforo es esencial en la biología, formando parte de moléculas cruciales como el ADN, el ARN y el ATP, que son fundamentales para el almacenamiento y transferencia de energía en las células. En su forma iónica, el fósforo se encuentra como ion fosfato (PO_4^{3-}) en fluidos corporales, participando en la formación de huesos y dientes, así como en la regulación del equilibrio ácido-base ³⁶.

Funciones del fósforo en los mamíferos

El fósforo es esencial para numerosas funciones biológicas en los mamíferos. En el sistema nervioso, el fósforo forma parte de las moléculas de ATP, que son fundamentales para la producción de energía necesaria para la transmisión de impulsos nerviosos y la síntesis de neurotransmisores. En el sistema muscular, el ATP, que contiene fósforo, es crucial para la contracción muscular y la relajación. En el sistema cardiovascular, el fósforo participa en la regulación de la contracción del corazón y la función celular de los músculos cardíacos ²². En el sistema nervioso autónomo, el fósforo contribuye a la regulación del equilibrio ácido-base y a la síntesis de fosfolípidos, componentes importantes de las membranas celulares ²⁶. En el ámbito enzimático, el fósforo es parte integral de las moléculas de ATP y otros compuestos de alta energía, facilitando reacciones metabólicas esenciales. Además, el fósforo es un componente clave de los huesos y dientes, formando fosfato de calcio, que proporciona fortaleza y estructura al sistema esquelético. La regulación adecuada del fósforo es vital para mantener el equilibrio mineral, la salud ósea, y el funcionamiento óptimo de células y tejidos en el cuerpo. Desequilibrios en los niveles de fósforo pueden llevar a trastornos metabólicos y óseos ^{26, 28}.

Fósforo y función renal

Medir los niveles de fósforo es crucial para evaluar el funcionamiento normal de los riñones, ya que estos órganos son responsables de regular el



equilibrio de fósforo en el cuerpo. Los riñones excretan el exceso de fósforo y mantienen su equilibrio en el suero, lo que es esencial para la salud ósea y el equilibrio ácido-base. Alteraciones en los niveles de fósforo pueden ser indicativas de disfunción renal ³⁶. Niveles elevados de fósforo en sangre (hiperfosfatemia) pueden ocurrir cuando los riñones no pueden eliminar eficazmente el fósforo, y son comunes en enfermedades renales crónicas. Esto puede llevar a la calcificación de tejidos blandos y a problemas óseos, como la enfermedad ósea renal ³⁵. Por otro lado, niveles bajos de fósforo (hipofosfatemia) pueden resultar de malabsorción intestinal o trastornos metabólicos, que también pueden estar relacionados con disfunción renal. Además, la medición de fósforo ayuda a ajustar el tratamiento en pacientes con enfermedades renales, a prevenir complicaciones asociadas con desequilibrios de fósforo y a monitorear el impacto de terapias como la diálisis. Por lo tanto, la medición precisa del fósforo es esencial para evaluar la función renal, mantener el equilibrio mineral y asegurar la salud ósea y metabólica ³³.

3.2.1.6 Ácido úrico plasmático

El ácido úrico es un compuesto químico con la fórmula molecular $C_5H_4N_4O_3$. Químicamente, es un derivado de la purina, que resulta de la degradación de las bases nitrogenadas adenina y guanina en el cuerpo. Se presenta como un sólido cristalino de color blanco o ligeramente amarillo y es poco soluble en agua. El ácido úrico se forma principalmente en el hígado y se excreta a través de los riñones en la orina ³⁷.

Ácido úrico y función renal

Medir los niveles de ácido úrico es crucial para evaluar el funcionamiento normal de los riñones debido a su papel en la excreción y regulación de desechos metabólicos. El ácido úrico es un producto de la degradación de las purinas, compuestos que se encuentran en muchos alimentos y tejidos corporales (38). Los riñones son responsables de filtrar y eliminar el ácido úrico del torrente sanguíneo a través de la orina. Cuando los riñones no funcionan correctamente, su capacidad para excretar ácido úrico se ve comprometida, lo que puede llevar a una acumulación en la sangre (hiperuricemia) ³⁷. Niveles elevados de ácido úrico pueden provocar la



formación de cristales en las articulaciones, dando lugar a la gota, una forma dolorosa de artritis, y también pueden contribuir a la formación de cálculos renales, que pueden causar dolor intenso y obstrucción del flujo urinario. Además, un exceso de ácido úrico en la sangre puede ser un indicio de insuficiencia renal crónica, ya que los riñones dañados no pueden eliminar eficientemente los desechos. Por otro lado, niveles bajos de ácido úrico pueden estar relacionados con ciertos trastornos metabólicos o problemas hepáticos. La medición regular del ácido úrico permite la detección temprana de disfunciones renales y la evaluación de la eficacia del tratamiento en pacientes con enfermedades renales. Además, ayuda a ajustar las estrategias de manejo dietético y farmacológico para prevenir complicaciones asociadas con niveles anormales de ácido úrico ^{33, 38}.

3.2.1.7 Dióxido de carbono plasmático

Estructura química del dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO_2) es un compuesto químico con la fórmula molecular CO_2 , compuesto por un átomo de carbono central unido a dos átomos de oxígeno mediante enlaces covalentes dobles. Es un gas incoloro y ligeramente ácido a temperatura y presión normales, y se encuentra en la atmósfera en bajas concentraciones. El CO_2 es un producto de la respiración celular y la combustión de combustibles fósiles, y se excreta del cuerpo a través de la respiración. Es esencial para el proceso de fotosíntesis en las plantas, donde es convertido en oxígeno. Además, el CO_2 actúa como regulador del pH sanguíneo y es fundamental en la formación de ácido carbónico en los fluidos corporales ^{39, 40}.

Dióxido de carbono en el organismo de los mamíferos

El dióxido de carbono (CO_2) se forma en el cuerpo de los mamíferos principalmente como un producto del metabolismo celular. Durante la respiración celular, los nutrientes como glucosa y ácidos grasos son descompuestos en las mitocondrias de las células para producir energía en forma de ATP. Este proceso, conocido como ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico, genera CO_2 como un subproducto cuando los átomos de carbono se liberan de los compuestos orgánicos (25). El CO_2 resultante se difunde desde las células hacia el torrente sanguíneo, donde se transporta en tres

formas: disuelto en el plasma, unido a la hemoglobina en los glóbulos rojos, y convertido en bicarbonato (HCO_3^-) mediante una reacción con agua catalizada por la anhidrasa carbónica. Finalmente, el CO_2 es transportado a los pulmones, donde se excreta del cuerpo durante la exhalación. Este proceso es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en la sangre y eliminar el CO_2 producido por el metabolismo ^{24, 25}.

Dióxido de carbono y función renal

Medir los niveles de dióxido de carbono (CO_2) en la sangre es crucial para evaluar el funcionamiento normal de los riñones debido a su papel en el equilibrio ácido-base del cuerpo. El CO_2 se produce como un desecho del metabolismo celular y se transporta en la sangre principalmente en forma de bicarbonato (HCO_3^-). Los riñones juegan un papel vital en la regulación de este equilibrio, al excretar el exceso de ácido y mantener la homeostasis del bicarbonato, que actúa como un amortiguador crucial para mantener el pH sanguíneo dentro de un rango saludable. Alteraciones en los niveles de CO_2 pueden indicar problemas en el equilibrio ácido-base y en la función renal. Un aumento en los niveles de CO_2 (hipercapnia) puede sugerir una acumulación de ácido en el cuerpo, relacionada con insuficiencia renal crónica o enfermedad respiratoria que afecta la eliminación de CO_2 ^{33, 41}. Por otro lado, niveles bajos de CO_2 (hipocapnia) pueden estar asociados con trastornos metabólicos, hiperventilación, o pérdida excesiva de bicarbonato. La medición precisa del CO_2 , junto con otros parámetros como el bicarbonato y el pH, ayuda a diagnosticar y monitorear enfermedades renales, ajustar tratamientos y prevenir complicaciones relacionadas con el equilibrio ácido-base. En resumen, el monitoreo de CO_2 es esencial para evaluar la función renal y asegurar un equilibrio adecuado de los fluidos y el pH en el cuerpo ^{31, 33}.

3.2.1.8 Llama (*Lama glama*)

La llama (*Lama glama*) es un mamífero doméstico nativo de América del Sur, especialmente de los Andes. Anatómicamente, la llama es un animal de tamaño mediano, con una altura promedio de 1.8 metros a la cruz y un peso que oscila entre 130 y 200 kg. Su cuerpo está cubierto por una capa de lana suave y espesa, que puede ser de diversos colores, incluyendo blanco,



marrón, negro y gris. Las llamas tienen un cuello largo y flexible, orejas grandes y erectas, y un hocico alargado, adaptado para una dieta herbívora basada en pastos, arbustos y plantas alpinas. Su sistema digestivo está adaptado a la altitud, permitiéndoles procesar eficientemente los nutrientes en un entorno de baja oxigenación ⁴².

Desde el punto de vista zootécnico, las llamas son animales rumiantes, pertenecientes a la familia Camelidae, y son conocidas por su resistencia y adaptabilidad en terrenos montañosos y áridos. Se caracterizan por su capacidad para convivir en manadas y tienen un comportamiento social complejo, que incluye una jerarquía y sistemas de comunicación vocal y corporal. La llama también juega un papel importante en la economía local de los pueblos andinos, no solo como animal de carga, sino también por su lana, que es valorada por su suavidad y variedad de colores naturales ².

Productivamente, las llamas son criadas principalmente por su lana, que se utiliza en la confección de tejidos y productos artesanales de alta calidad. Además, se emplean como animales de carga en regiones montañosas debido a su capacidad para llevar cargas pesadas a largas distancias con una alta eficiencia en el consumo de alimentos. La carne de llama, aunque menos común en comparación con otras carnes, es consumida localmente y apreciada por su bajo contenido de grasa y alto valor nutricional. La llama también tiene un valor creciente en la industria del turismo, donde se utilizan en caminatas y excursiones debido a su naturaleza dócil y apariencia llamativa ¹.

Desde una perspectiva socioeconómica, la llama es de gran importancia para las comunidades andinas, ya que contribuye significativamente a su subsistencia y economía. La crianza de llamas proporciona una fuente de ingresos a través de la venta de lana, carne y productos derivados, y su rol como animal de carga facilita el transporte de bienes en regiones de difícil acceso. Además, el mantenimiento de la cría de llamas contribuye a la preservación de las tradiciones culturales y el conocimiento ancestral relacionado con su manejo y uso. En la actualidad, el interés por los productos derivados de la llama ha aumentado, tanto en mercados locales como internacionales, lo que favorece el desarrollo económico de las regiones que dependen de estos animales. La llama no solo es un recurso



económico valioso, sino también un símbolo cultural importante para las comunidades de los Andes ³.

3.2.1.9 Crías de llamas (*Lama glama*)

Las crías de llama (*Lama glama*), presentan una anatomía que refleja las características de los adultos pero en una escala más pequeña. Al nacer, tienen un peso promedio de entre 8 y 10 kg y son cubiertas por una capa de lana más suave y más fina que la de los adultos (3). Su cuerpo está bien adaptado para el frío y las altitudes, con un cuello largo y flexible y orejas grandes. Desde una perspectiva zootécnica, las crías de llama tienen un rápido desarrollo, alcanzando una altura cercana a la de los adultos y un peso de entre 45 y 70 kg al año de edad. La madre generalmente amamanta a su cría durante aproximadamente 6 meses, aunque la cría comienza a consumir pasto y forraje a partir de los 2 meses. El manejo adecuado de las crías incluye la vigilancia de su nutrición, salud y bienestar para asegurar un crecimiento óptimo ⁴.

En términos de desarrollo, las crías de llama muestran una notable capacidad para adaptarse a su entorno desde una edad temprana, lo que facilita su integración en la manada familiar. Socioeconómicamente, las crías de llama son importantes porque representan el futuro de la producción de lana y carne, contribuyendo a la continuidad de la actividad ganadera (2). Además, su crecimiento y crianza contribuyen a la estabilidad económica de las comunidades andinas, proporcionando recursos esenciales y fomentando el mantenimiento de tradiciones culturales relacionadas con la crianza de llamas ⁵.

3.3 Marco conceptual

- a) **Urea:** Compuesto nitrogenado producido en el hígado a partir del metabolismo de las proteínas. Es excretado por los riñones en la orina y su concentración en sangre ayuda a evaluar la función renal. Niveles elevados pueden indicar disfunción renal o deshidratación (26).
- b) **Glomerulonefritis:** Inflamación de los glomérulos renales que puede resultar en disminución de la función renal. Puede ser aguda o crónica y se manifiesta con síntomas como edema, hipertensión y presencia de proteínas y sangre en la orina ³³.
- c) **Hidratación:** Proceso de equilibrio de líquidos en el cuerpo. En los riñones, la hidratación adecuada es crucial para la producción de orina normal y la eliminación de

desechos. La deshidratación puede afectar negativamente la función renal y la producción de orina ²⁸.

- d) **Sodio en sangre:** Electrólito importante que ayuda a regular el equilibrio de fluidos y la presión arterial. Los riñones controlan los niveles de sodio excretando el exceso o reabsorbiendo según sea necesario. Alteraciones pueden indicar disfunción renal o problemas hormonales ²⁶.
- e) **Urinario:** Relacionado con la orina y sus componentes. Los estudios urinarios ayudan a evaluar la función renal y detectar anomalías como infecciones, presencia de proteínas, glucosa o células sanguíneas en la orina ²⁸.
- f) **Potasio en sangre:** Electrólito esencial para la función muscular y nerviosa. Los riñones regulan los niveles de potasio mediante su excreción en la orina. Desbalances pueden causar arritmias cardíacas y debilidad muscular ²⁷.
- g) **Análisis de orina:** Prueba diagnóstica que examina los componentes de la orina. Puede detectar infecciones, problemas metabólicos y la presencia de sustancias no deseadas como proteínas, glucosa o sangre ³¹.
- h) **Cilindros urinarios:** Estructuras microscópicas formadas en los túbulos renales y encontradas en la orina. Su presencia en la orina puede indicar daño renal o inflamación, como en la glomerulonefritis ³³.
- i) **Eritrocitos en orina:** Células sanguíneas presentes en la orina que pueden indicar hematuria. Su presencia puede ser un signo de infección, cálculo renal o trauma en el tracto urinario ³¹.
- j) **Tasa de Filtración Glomerular (GFR):** Medida de la eficacia de los riñones para filtrar desechos de la sangre. Es un indicador crítico de la función renal y se calcula a partir de los niveles de creatinina en sangre ²⁶.
- k) **Cetonuria:** Presencia de cuerpos cetónicos en la orina. Puede indicar cetosis o diabetes no controlada, ya que los cuerpos cetónicos son producidos cuando el cuerpo utiliza grasas como fuente principal de energía ³³.
- l) **Hiperuricemia:** Elevación de los niveles de ácido úrico en sangre. Puede ser causada por disfunción renal, dieta alta en purinas o enfermedades como la gota, y puede llevar a la formación de cálculos renales ³¹.
- m) **Microhematuria:** Presencia de pequeñas cantidades de sangre en la orina que solo se detecta mediante análisis de laboratorio. Puede ser un signo de infecciones, cálculos o problemas en el tracto urinario ³⁸.



- n) **Oliguria:** Disminución significativa en la producción de orina. Puede indicar problemas renales graves, deshidratación o bloqueo en las vías urinarias, y requiere evaluación médica para determinar la causa subyacente ³¹.
- o) **Poliuria:** Aumento en la producción de orina, generalmente asociado con condiciones como diabetes mellitus o diabetes insípida. Puede llevar a la deshidratación y requiere investigación para identificar la causa ³³.
- p) **Nefritis:** Inflamación de los riñones que puede afectar tanto los glomérulos como los túbulos renales. Puede ser aguda o crónica y se manifiesta con síntomas como hinchazón, presión alta y cambios en la orina ³².
- q) **Proteinuria:** Presencia anormal de proteínas en la orina. Puede ser un signo de daño renal, diabetes o hipertensión, y se evalúa para determinar la salud de los riñones y el manejo de enfermedades crónicas ³³.



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

La investigación sobre la determinación del perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*) se clasifica como descriptiva debido a su enfoque en caracterizar y describir los parámetros normales del perfil analítico renal en esta población específica. En este tipo de estudio, el objetivo principal es recopilar información detallada y precisa sobre los valores típicos de diversas variables relacionadas con la función renal, como niveles de albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico y dióxido de carbono, en crías de llamas sanas y sin condiciones patológicas conocidas que afecten los riñones. A través de métodos no invasivos y éticamente apropiados, se recolectan muestras de sangre para análisis bioquímicos que permiten establecer rangos de referencia para cada parámetro renal investigado. Estos datos descriptivos son fundamentales para establecer una línea base de comparación en futuros estudios clínicos y epidemiológicos, así como para proporcionar herramientas diagnósticas más precisas en el manejo de la salud renal de crías de llamas ⁴³. Además, es de corte transeccional o transversal porque los datos se obtendrán en un solo momento y en un solo tiempo; prospectivo porque se realizó luego de plantear el proyecto.

Además, esta investigación se considera de nivel básico debido a que se enfoca en la recopilación de datos fundamentales para establecer valores de referencia sin explorar causas o mecanismos subyacentes de enfermedades renales. Este tipo de estudio se centra en la descripción detallada de parámetros bioquímicos específicos de la función renal en un contexto normal y saludable. La investigación básica busca proporcionar una base de conocimiento sólida y confiable sobre la fisiología renal en crías de llamas, esencial para futuras investigaciones clínicas y aplicaciones prácticas en medicina veterinaria ⁴³.

4.2 Diseño de la investigación

Este estudio tiene como objetivo determinar los valores normales del perfil analítico renal en crías de llamas, proporcionando datos de referencia para la práctica clínica y la investigación veterinaria.

Tipo de estudio: Transeccional y descriptivo.



Población de estudio: Crías de llamas (*Lama glama*) sanas y sin condiciones patológicas conocidas que afecten la función renal, de Cotaruse – Aymaraes - Apurímac.

Método de muestreo: Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando crías de llamas disponibles en criaderos o zonas cercanas al lugar de estudio.

Variables a medir:

Variables independientes: Edad de las crías, género, condiciones ambientales.

Variable dependiente: Perfil analítico renal, incluyendo niveles albúmina, nitrógeno ureico sanguíneo, creatinina, relación BUN/CREA, calcio, fósforo, ácido úrico y dióxido de carbono.

Procedimiento:

- Se recolectaron muestras de sangre de las crías de llamas seleccionadas.
- Las muestras fueron analizadas en un laboratorio veterinario para determinar los niveles de las variables del perfil analítico renal.
- Se utilizaron métodos bioquímicos estándar para los análisis.

Análisis de datos:

- Se calcularon estadísticas descriptivas como media, desviación estándar, y rangos para cada variable del perfil analítico renal.
- Se compararon los resultados obtenidos con valores de referencia establecidos en la literatura, cuando fue aplicable.

4.3 Población y muestra

a. Población

Se consideró como población a los miembros integrantes del orden de los artiodáctylos, de la familia camelidae y de la especie *Lama glama* del Perú, cuya población aproximada es de 746 269 unidades, consolidándose un aproximado de 36 042 representantes en Apurímac, de los cuales en Aymaraes se registrarían unos 7526 cabezas y en Cotaruse habitarían un aproximado de 5397 llamas ⁴⁴.

b. Muestra

Se consideró una muestra no probabilística por conveniencia al estudio de 20 crías hembras de llamas y 20 crías machos, haciendo un total de 40 animales para este estudio.

4.4 Procedimiento

La investigación para lograr determinar los valores de los analitos del perfil renal normal en crías de llamas siguió los siguientes pasos:



a. Ubicación geográfica de crías de llamas:

Considerando de que la Escuela de Medicina Veterinaria de la UNAMBA, no cuenta con crías de llamas, se tuvo que buscar varias zonas geográficas de la Región de Apurímac, de las cuales la zona que mayor cantidad de llamas registra es Aymaraes, por tanto tuvimos que convencer a un grupo de criadores para que puedan facilitarnos el muestreo de sangre; logrando esta disposición, pudimos acceder a animales menores de tres meses, que aún se encontraban en lactación, además todas accedían al mismo pastizal con pastos propios de la zona (Puna Seca), todos los animales consumían agua de los mismos manantes o ríos; todas se encontraban en condiciones sanitarias aparentemente sanas, ninguna cría fue anteriormente desparasitada o sufrido un tratamiento contra alguna enfermedad, también fueron animales que nunca han sufrido de alguna enfermedad aparente. El lugar de muestreo fue en la Comunidad Campesina de San Miguel de Mestizas, que se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas latitud sur ($14^{\circ}27'30.79''$) y longitud oeste ($73^{\circ}22'27.15''$), perteneciente al distrito de Cotaruse, correspondiente a la provincia de Aymaraes, dentro de la jurisdicción del Departamento de Apurímac.

b. Toma de muestras sanguíneas de crías de llamas

Preparación del entorno:

El lugar donde se realizó la extracción estuvo limpio y tranquilo, preferiblemente en un área donde las crías se sintieron cómodas y seguras.

Se contó con la ayuda de al menos una persona adicional para sostener suavemente a la cría durante el procedimiento.

Reunión de materiales:

Guantes desechables y estériles para el manipulador.

Jeringas estériles de tamaño adecuado para la cantidad de sangre necesaria.

Agujas estériles, de doble punta de 21 G/1 in. para minimizar el malestar y daño a la vena.

Algodón o gasas estériles para aplicar presión después de la extracción.

Tubos de recolección de sangre con anticoagulante de heparina de litio, de 5 mL.

Sujetador de Luer para sujeción de agujas de doble punta.

Preparación de la cría:

Se tuvo que calmar a la cría y asegurarnos de que esté en una posición cómoda y segura.

Se limpió el área alrededor de la vena cefálica con algodón embebido en alcohol de 75°, para reducir el riesgo de contaminación.



Localización y acceso a la vena cefálica:

La vena cefálica se encuentra en la cara craneal del antebrazo de las llamas, visible como una línea superficial.

Con suavidad, y suavidad se aseguró la vena entre los dedos para estabilizarla y facilitar la punción (hemostasia).

Punción y extracción de sangre:

Se sostuvo la aguja junto al sujetador de Luer con mano firme y se realizó una punción rápida y precisa en la vena cefálica.

Se conectó el tubo al vacío con anticoagulante de heparina de litio y se logró aspirar la cantidad de 5 mL de sangre, manteniendo la presión suave y constante.

Se evitó movimientos bruscos que puedan causar daño adicional a la vena o malestar a la cría.

Finalización del procedimiento:

Se retiró suavemente la aguja y se aplicó presión con algodón embebido con alcohol de 75°, sobre el sitio de punción para detener cualquier sangrado.

Se masajeó suavemente el área para asegurar la coagulación adecuada y evitar la formación de hematomas.

Se etiquetó correctamente la muestra de sangre con la identificación de la cría y la hora de la extracción.

Manejo de la muestra:

Se almacenó la muestra de sangre contenida en los tubos al vacío con anticoagulante manteniéndola refrigerada en cajas refrigerantes a 4°C, antes del análisis.

Se transportó la muestra al laboratorio antes de las cuatro horas para garantizar la precisión de los resultados.

c. Análisis bioquímico de las muestras sanguíneas

En el laboratorio, para determinar el perfil analítico renal normal en crías de llamas (*Lama glama*), se siguieron varios pasos. Primero, se procesaron las muestras de sangre obtenidas mediante centrifugación para separar el plasma, donde se encuentran los componentes bioquímicos de interés. Se realizaron análisis bioquímicos específicos utilizando el analizador Químico Veterinario Vetube 30 de Mindray, para medir los niveles de ALB, BUN, CREA, relación BUN/CREA, Ca, P, UA y CO₂. Estos análisis proporcionaron datos cuantitativos sobre la función renal de las crías de llamas, comparando los resultados con valores de referencia establecidos para determinar si están dentro de los rangos normales esperados. Además, se realizaron controles de calidad



rigurosos para garantizar la precisión y la fiabilidad de los datos obtenidos, asegurando así que los resultados puedan ser utilizados de manera efectiva en la práctica clínica y en futuras investigaciones relacionadas con la salud renal de las crías de llamas.

Procedimiento seguidos en laboratorio

Requisitos para muestras sanguíneas de crías de llamas

- a. Las muestras fueron procesadas utilizando el analizador de química veterinaria Vetube 30, empleando plasma heparinizado con litio como matriz inicial de la sangre recolectada en tubos con anticoagulante.
- b. Durante la recolección en tubos de heparina de litio, se garantizó que cada tubo se llenara al menos hasta la mitad para evitar una concentración excesiva de anticoagulante en la muestra.
- c. La cantidad de plasma utilizada en la reacción fue de 100 microlitros (μL).
- d. La muestra fue procesada dentro de las 4 horas posteriores a la extracción del animal, manteniéndola conservada en cajas refrigerantes a una temperatura de 4°C .
- e. Para la extracción de las muestras de las crías, estas fueron separadas de sus madres la noche anterior y se mantuvieron en ayunas hasta el momento de la extracción de sangre.

Procedimiento para preparar el disco reactivo

- a. Se activó el analizador presionando el interruptor ubicado en su parte posterior. Una vez alcanzada la temperatura de espera, el sistema accedió a la interfaz principal para prepararse para la prueba utilizando el disco de reactivos.
- b. Se retiró del refrigerador el paquete del disco reactivo destinado al análisis. En la página principal del analizador, se seleccionó la especie animal correspondiente y se procedió a escanear el código QR en la bolsa de embalaje utilizando una pistola de escaneo. Posteriormente, se confirmó el proceso al hacer clic en el botón de confirmación para iniciar el análisis en el analizador.
- c. La bolsa del disco reactivo fue abierta utilizando la muesca ubicada en el borde superior derecho del paquete. Luego, se extrajo el disco de reactivo y se colocó sobre una superficie plana.
- d. Se verificó la presencia de 30 cubetas distribuidas alrededor del perímetro del disco, cada una conteniendo perlas de reactivo liofilizado específicamente diseñadas para realizar una o más pruebas en una única muestra.



- e. Se identificó un puerto de muestra en la superficie superior del disco, proporcionando acceso a la cámara de muestra.
- f. Utilizando una pipeta de volumen de 100 microlitros (μL), se dispensó la misma cantidad de muestra en la cámara de muestra a través del puerto correspondiente en el disco.

Procedimiento para llenar la cámara de muestra

- i. Utilizando una pipeta de volumen de 100 microlitros (μL), se colocó una nueva punta en el extremo de la pipeta de manera segura.
- ii. Con el pulgar, se presionó y mantuvo presionado el botón de la pipeta hasta la posición de parada para aspirar la muestra.
- iii. La punta de la pipeta se sumergió aproximadamente 2-3 mm por debajo de la superficie de la muestra.
- iv. Se liberó lentamente el botón para aspirar la muestra, se hizo una pausa y luego se retiró la pipeta del tubo de muestra.
- v. Se verificó cuidadosamente que no hubiera burbujas de aire ni espacios de aire en la punta de la pipeta.
- vi. La punta de la pipeta se introdujo en el puerto de muestra del disco, asegurándose de que tocara la cámara de muestra.
- vii. Con un movimiento lento y constante, se empujó el émbolo hacia abajo. Se tuvo precaución para no sobrecargar la cámara de muestra, asegurándose de que las muestras no excedieran los 120 microlitros (μL), ya que un exceso llenaría la cámara en exceso.
- viii. La punta de la pipeta se eliminó en un recipiente designado para riesgos biológicos, y se continuó con las siguientes muestras siguiendo estos mismos procedimientos.

Procedimiento para iniciar el análisis

- a. El analizador fue activado mediante el botón de encendido ubicado en su parte posterior y completó con éxito la autoprueba, alcanzando la temperatura operativa requerida.
- b. Se inició el procedimiento seleccionando "inicio" en la interfaz y luego se eligió la especie animal correspondiente, preparando así la pantalla para escanear el código QR.



- c. Previo a la apertura del paquete de aluminio que contiene el disco, se procedió a escanear el código QR ubicado en la etiqueta externa. Este escaneo permitió ingresar el código de identificación del disco, el número de lote, la fecha de caducidad y los datos de calibración para las sustancias químicas específicas contenidas en el disco utilizado en el analizador.

Proceso para escanear el código QR

Se realizó la lectura del código QR utilizando el escáner correspondiente. Después de completar la lectura, se mostró un mensaje en pantalla indicando el nombre del tipo específico de disco.

Se procedió a confirmar seleccionando "Sí", asegurando así que el disco correcto fuera cargado en el cajón del analizador para procesar la muestra del paciente.

- d. Posteriormente, se aplicó la muestra al disco siguiendo el procedimiento mencionado previamente. Se colocó el disco en el área designada del cajón, se retiraron la película protectora y la película selladora del diluyente, y luego se seleccionó la opción "Cerrar" en el cajón.
- e. Se eligió la especie animal correspondiente.
- f. Se seleccionó el género del animal.
- g. Se ingresó la edad del animal.
- h. Una vez finalizado el análisis, el analizador almacenó los resultados en la base de datos y los mostró en la pantalla, donde fueron registrados. Se utilizó las teclas de flecha arriba y abajo para revisar los resultados.
- i. Al abrir el cajón, se retiró el disco y se presionó "Cerrar" para volver a colocar el analizador en modo de espera. En ese momento, el analizador quedó preparado para realizar otro análisis.
- j. Nota: El disco utilizado fue eliminado de acuerdo con los protocolos estándar del laboratorio para el manejo de muestras de sangre.

4.5 Técnica e instrumentos

La técnica empleada fue el de la observación y descripción de los valores de los analitos del perfil renal normal en crías de llamas, siguiendo los siguientes pasos:

Preparación del entorno:

- Se escogió un área tranquila y segura para realizar las mediciones, preferiblemente en un espacio donde las crías se sentían cómodas.



- Se evitó distracciones externas que puedan afectar las mediciones.

Mediciones de temperatura:

- Se utilizó un termómetro rectal digital adecuado para animales pequeños.
- Se lubricó el termómetro con un lubricante soluble en agua y, con cuidado, se insertó en el recto de la cría de llama.
- Se esperó hasta que el termómetro indique una lectura estable (aproximadamente 1-2 minutos).

Mediciones de frecuencia cardíaca:

- Se utilizó un estetoscopio veterinario para escuchar los latidos del corazón.
- Se colocó suavemente el estetoscopio en el área izquierdo del pecho entre el segundo y quinto espacio intercostal de la cría para detectar los latidos cardíacos.
- Se contó los latidos durante un período de tiempo específico (15 segundos) y se multiplicó por 4 para obtener la frecuencia cardíaca por minuto.

Mediciones de frecuencia respiratoria:

- Se observó el movimiento del tórax de la cría en el momento de la inspiración para contar las respiraciones por minuto.
- Esta observación fue durante un periodo de tiempo específico (1 min), para obtener una lectura precisa.

Dentro de los instrumentos, utilizamos dos fichas, en la Ficha 1 se registraron las constantes fisiológicas de los animales a evaluar y en la Ficha 2 se utilizó para registrar los valores de los analitos del perfil renal de crías sanas de llamas.

4.6 Análisis estadístico

En esta investigación, utilizamos diversos estadísticos para resumir y analizar datos. Algunos estadísticos comunes incluyen medidas de tendencia central como los promedios, que calculan el valor promedio de un conjunto de datos; mientras que, para evaluar la dispersión de datos, utilizaremos la desviación estándar y el coeficiente de variación. Además, utilizamos, pruebas de significación estadística, como la prueba de Student, para determinar si las diferencias observadas entre grupos de sexos que presumiblemente fuesen estadísticamente significativas.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

a) Valores del perfil analítico renal normal de crías de llamas (*Lama glama*).

Tal como se visualiza en la Tabla 2, la albúmina (ALB), el nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), la creatinina (CREA), la relación de nitrógeno ureico sanguíneo y creatinina (BUN/CREA), el calcio (Ca), el fósforo (P) y el dióxido de carbono (CO₂); son componentes que se encontrarían en el plasma sanguíneos de crías de llamas en valores no muy distantes entre uno y otro animal, acercándose bastante a la media general; sin embargo, el ácido úrico (UA) tendría mucha variación entre uno y otro miembro de los animales evaluados, respecto de la media general.

Tabla 2. Valores del perfil analítico renal de crías sanas de llamas (*Lama glama*)

Elemento Bioquímico	n	Promedio	s	C.V.	Mín.	Máx.
ALB (g/dL)	40	3.91	0.19	4.91	3.5	4.5
BUN (mg/dL)	40	14.54	1.86	12.79	11.3	18.7
CREA (mg/dL)	40	1.10	0.18	16.73	0.84	1.52
BUN/CREA	40	13.41	1.40	10.47	11.1	17.1
Ca (mg/dL)	40	9.32	0.99	10.60	4.0	11.1
P (mg/dL)	40	10.48	0.84	7.98	8.80	12.35
UA (mg/dL)	40	0.15	0.22	152.96	0.02	0.98
CO ₂ (mmol/L)	40	13.83	1.66	12.02	11	16

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.
Max.= Concentración máxima.



b) Cantidad de albúmina en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

De acuerdo a lo vertido en la Tabla 3, la cantidad de albúmina presente en la sangre de crías hembras de llamas se encontraría en un promedio de 3.88 ± 0.20 g/dL y esta cantidad en crías machos estaría en un promedio de 3.94 ± 0.18 g/dL; estas cantidades serían similares tanto en crías hembras como en crías machos ($p > 0.05$).

Tabla 3. Valores de albúmina en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio g/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	3.88	0.20	5.20	3.50	4.50	0.329
Machos	20	3.94	0.18	4.61	3.60	4.40	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.

Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar

c) Cantidad de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

La cantidad promedio de BUN en sangre de crías hembras de llamas sería de 14.96 ± 1.89 mg/dL y esta cantidad en crías machos de llamas sería de 14.13 ± 1.79 mg/dL; este componente sanguíneo tendría valores similares tanto en crías hembras como en los machos ($p > 0.05$), (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de BUN en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mg/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	14.96	1.89	12.61	11.30	18.70	0.164
Machos	20	14.13	1.79	12.64	11.30	16.70	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.

Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar



d) Cantidad de creatinina (CREA) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

La cantidad promedio de CREA presente en sangre de crías hembras de llamas llegaría a 1.13 ± 0.19 mg/dL y estas cantidades en crías machos llegarían a 1.08 ± 0.18 mg/dL; este componente bioquímico que circula en la sangre de estos camélidos tendría valores similares entre machos y hembras ($p > 0.05$) (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de CREA en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mg/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	1.13	0.19	16.89	0.84	1.52	0.412
Machos	20	1.08	0.18	16.68	0.85	1.42	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.
Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar

e) Relación de BUN/CREA en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

El valor de la relación entre BUN/CREA presente en sangre de crías hembras de llamas tendrían un promedio de 13.57 ± 1.43 y esta relación en crías machos promediarían en 13.26 ± 1.40 ; indicándonos que estos animales tendrían un funcionamiento renal normal, ya que valores inferiores a 10 o superiores a 20, nos indicaría mal funcionamiento renal; asimismo, esta relación es similar entre sexos ($p > 0.05$) (Tabla 6).

Tabla 6. Relación BUN/CREA en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	13.57	1.43	10.51	11.50	17.10	0.485
Machos	20	13.26	1.40	10.56	11.10	15.80	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.
Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar



f) Cantidad de calcio (Ca) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

Tal como se visualiza en la Tabla 7, la cantidad promedio de calcio (Ca), presente en la sangre de crías hembras de llamas sería de 9.17 ± 1.26 mg/dL y la cantidad de calcio en sangre de crías machos sería de 9.47 ± 0.60 mg/dL; estas cantidades serían similares tanto en crías hembras como en crías machos ($p > 0.05$).

Tabla 7. Valores de calcio en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mg/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	9.17	1.26	13.79	4.00	10.10	0.352
Machos	20	9.47	0.60	6.34	8.60	11.10	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.

Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar

g) Cantidad de fósforo (P) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

La cantidad promedio alcanzada de fósforo (P), en sangre de crías hembras de llamas sería de 10.63 ± 0.94 mg/dL y la cantidad promedio en sangre de crías machos tendrían un alcance de 10.32 ± 0.70 mg/dL; este elemento químico tendría los mismos valores para crías hembras y crías machos ($p > 0.05$), (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de fósforo en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mg/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	10.63	0.94	8.86	8.80	12.35	0.243
Machos	20	10.32	0.70	6.81	8.97	11.42	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.

Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar



h) Cantidad de ácido úrico (UA) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

La cantidad promedio de ácido úrico (UA), encontrada en la sangre de crías hembras de llamas es de 0.13 ± 0.23 mg/dL; mientras que, en crías machos de llamas serían de 0.16 ± 0.22 mg/dL; asimismo, estas cantidades de ácido úrico no sería diferente entre machos y hembras para esta edad en estos camélidos ($p > 0.05$), (Tabla 9).

Tabla 9. Valores de ácido úrico en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mg/dL	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	0.13	0.23	170.99	0.02	0.98	0.748
Machos	20	0.16	0.22	140.84	0.03	0.84	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.
Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar

i) Cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*).

La cantidad de dióxido de carbono (CO₂), presente en sangre de crías hembras de llamas tendrían un promedio de 13.65 ± 1.73 mmol/L y la cantidad en sangre de crías machos sería de 14.00 ± 1.62 mmol/L; asimismo, se observa que esta concentración no sería diferente cuando son comparados entre sexos de estas crías ($p > 0.05$), (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de dióxido de carbono en sangre de crías hembras y machos sanos de llamas (*Lama glama*)

Sexo	n	Promedio mmol/L	s	C.V.	Mín.	Máx.	p-valor
Hembras	20	13.65	1.73	12.64	11.00	16.00	0.513
Machos	20	14.00	1.62	11.59	11.00	16.00	

s =Desviación típica. C.V.=Coeficiente de variabilidad. Mín.= Concentración mínima.
Max.= Concentración máxima. p = probabilidad de que la diferencia observada ocurra al azar

5.2 Discusión

a. Cantidad de ALB en el perfil analítico renal normal en crías de llamas

La cantidad de albúmina presente en la sangre de crías de llamas se encuentra en 3.91 ± 0.19 g/dL (mínimo de 3.5 y 4.5 g/dL máximo), esta concentración de albúmina en el plasma



sanguíneo de crías de llamas puede verse influida por diversos factores; dentro de ellas se encuentra la nutrición ya que una dieta deficiente en proteínas puede llevar a niveles bajos de albúmina, dado que esta proteína es sintetizada en el hígado a partir de aminoácidos provenientes de la dieta ²⁷. La salud general y las enfermedades infecciosas también juegan un papel importante, ya que condiciones como infecciones parasitarias o enfermedades inflamatorias pueden afectar la síntesis de albúmina o aumentar su pérdida a través de procesos patológicos. Además, el estado hídrico de la cría influye en la concentración de albúmina; la deshidratación puede aumentar su concentración al reducir el volumen plasmático, mientras que el exceso de líquidos o el síndrome nefrótico puede diluirla ²². El manejo adecuado de las crías, incluyendo la prevención y tratamiento de enfermedades y el aseguramiento de una nutrición adecuada, es esencial para mantener niveles óptimos de albúmina en el plasma ²⁸. Al respecto Teare, A. en el 2013, reporta valores desde 2.4 hasta 5.5 g/dL en llamas adultas valores que se encuentran dentro del rango encontrados en este estudio y probablemente esta coincidencia se deba a que son animales de la misma especie y la edad no influiría en los valores de albúmina; por otro lado, Zaki, M.G. et al., en el 2023 reporta valores de 3.43 ± 0.09 g/dL en llamas adultas hembras y en esta investigación se logra reportar valores de 3.88 ± 0.2 g/dL para crías hembras; de otra parte, la cantidad de albúmina reportada por Zaki, M.G. para llamas machos adultos es de 3.5 ± 0.11 g/dL y en este estudio se encontró valores de 3.94 ± 0.18 mg/dL, aparentemente, en crías los valores de albumina serían más altos que el de sus pares adultos, la razón podría justificarse en el hecho de que estos animales se encuentran en pleno proceso de lactación y el aporte proteico sería mucho más alto, otra razón podría ser el propio requerimiento del animal que se encuentra en pleno proceso de desarrollo.

b. Cantidad de BUN en el perfil analítico renal normal en crías de llamas

La concentración de nitrógeno ureico en sangre (BUN) en crías de llamas encontrados en este estudio alcanzaron los 14.54 ± 1.86 mg/dL y esto pudo verse afectada por varios factores clave; como la cantidad de ingesta de proteínas en la dieta, ya que el BUN es un subproducto del metabolismo de proteínas. Una dieta alta en proteínas tiende a aumentar los niveles de BUN debido a una mayor producción de urea en el hígado. En contraste, una dieta deficiente en proteínas puede resultar en niveles bajos de BUN ²⁷. Además, la función renal juega un papel crucial, ya que los riñones son responsables de excretar la urea; una función renal comprometida, como en el caso de enfermedades renales, puede llevar a un aumento de BUN en sangre. La hidratación también afecta los niveles de BUN, ya que la deshidratación puede causar un incremento en su concentración debido a la reducción del volumen plasmático y la disminución del filtrado glomerular ²⁶. En cambio, una hidratación



excesiva puede diluir el BUN. Las enfermedades hepáticas pueden alterar la síntesis de urea, afectando así los niveles de BUN en sangre. Por último, el estado general de salud y el estrés también pueden influir en los niveles de BUN, ya que pueden alterar el metabolismo y la función renal. Un monitoreo adecuado de la dieta, la salud renal y hepática, y el equilibrio hídrico son esenciales para mantener niveles normales de BUN en crías de llamas ²². Al respecto, Teare, A. en el 2013 reporta valores que van desde 11 hasta 37 mg/dL en llamas adultas y en este estudio se encontraron valores de 11.3 hasta 18.7 mg/dL, valores que nos indicarían que las crías aparentemente estarían utilizando mayor cantidad de proteínas para su crecimiento y desarrollo lo que influiría un poco sobre las diferencias en niveles altos de BUN en sangre de los adultos y poco en las crías. De otra parte, Vivar, M. et al., en el 2019 encuentra valores de 19.05 ± 3.93 mg/dL, valores un tanto cercanos al de sus pares crías, como se indicó letras más arriba, este valor superior en adultos sería por la disminución en la utilización de proteínas para el recambio celular por unidad de superficie.

c. Cantidad de CREA en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La concentración de creatinina en el plasma sanguíneo de crías de llamas encontradas en el presente estudio tuvo una media de 1.10 ± 0.08 mg/dL de sangre y probablemente estos valores pudieron verse influidos por varios factores; por ejemplo, se conoce que la función renal es fundamental, ya que la creatinina es un producto de desecho del metabolismo muscular que se elimina principalmente a través de los riñones. Una disfunción renal, como en el caso de enfermedades renales o insuficiencia renal, puede resultar en una acumulación de creatinina en la sangre ³². La masa muscular también juega un rol importante; crías con mayor masa muscular pueden tener niveles más altos de creatinina debido a una mayor producción de este metabolito. Además, la hidratación afecta los niveles de creatinina; la deshidratación puede elevar los niveles de creatinina por la reducción del volumen plasmático y la disminución del filtrado glomerular, mientras que una hidratación excesiva puede diluir los niveles de creatinina. La dieta también puede influir, ya que un aumento en la ingesta de proteínas puede incrementar la producción de creatinina ²². Los estados generales de salud y el estrés también pueden tener un impacto indirecto al alterar el metabolismo y la función renal. Monitorear adecuadamente la función renal, la masa muscular, el estado de hidratación y la dieta es esencial para mantener niveles normales de creatinina en crías de llamas y detectar posibles problemas de salud a tiempo ²⁸. En este punto Teare, A. en el 2013 realiza un reporte en el cual indica que la CREA se encuentra desde 1.2 hasta los 3.7 mg/dL en llamas adultas y en este estudio los valores fluctuaron



desde los 0.84 hasta los 1.52 mg/dL; indicándonos de que los valores en crías son menores y esto se podría explicar porque el metabolismo general del cuerpo en crías es menor y en adultos por la extensión corporal haría mayor presencia de CREA en la sangre. Asimismo, Zaki, M.G. et al., en el 2023 indica que la CREA se encuentra en valores de 2.23 ± 0.08 mg/dL en llamas hembras adultas y en este estudio llegaron a 1.13 ± 0.19 mg/dL; de otra parte, Zaki, M.G. en llamas adultas machos indica que los valores se encuentran en 2.21 ± 0.11 mg/dL y en este estudio se encontró 1.08 ± 0.18 mg/dL; valores que se duplican en llamas adultas respecto a las crías, esto podría justificarse en el hecho de la cantidad del metabolismo proteico desarrollado en llamas adultas respecto al de las crías.

d. Relación de BUN/CREA en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La relación entre nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) y creatinina (BUN/CREA), en el plasma de crías de llamas encontrada en el presente estudio alcanza a una media de 13.41 (riñón sano) y esto podría justificarse en el hecho de que la función renal es crucial, ya que tanto el BUN como la creatinina son eliminados por los riñones; un deterioro en la función renal puede llevar a un aumento en ambos parámetros, pero la relación entre ellos puede ayudar a diferenciar entre causas prerrenales y renales de disfunción. La hidratación también influye; la deshidratación puede incrementar la concentración de ambos, alterando la relación BUN/CREA al aumentar el BUN más que la creatinina, mientras que la hidratación excesiva puede diluir ambos parámetros de manera similar ²⁷. La dieta, especialmente el contenido proteico, afecta los niveles de BUN, ya que un aumento en la ingesta de proteínas puede elevar el BUN sin necesariamente afectar la creatinina, alterando así la relación BUN/CREA. Las enfermedades hepáticas pueden elevar el BUN al afectar la producción de urea, pero su impacto en la creatinina es limitado, lo que puede alterar esta relación ⁸. Asimismo, condiciones que afectan la masa muscular pueden modificar los niveles de creatinina sin un cambio correspondiente en el BUN. Monitorear adecuadamente la función renal, el estado de hidratación, la dieta y las condiciones de salud es esencial para interpretar correctamente la relación BUN/CREA y detectar problemas potenciales en crías de llamas ³². Si la relación de BUN/CREA supera 20 nos indicaría daño renal de causa prerrenales, pero si este valor está por debajo de 10, la lesión renal puede ser por causa intrínseca ⁴⁵.

e. Cantidad de calcio en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La concentración de calcio en el plasma sanguíneo de crías de llamas encontrada en el presente estudio fue de 9.32 ± 0.99 mg/dL y este valor puede estar influenciado por diversos factores relacionados con la nutrición, la salud y la regulación hormonal. La ingesta



dietética de calcio es fundamental, ya que una dieta insuficiente en calcio puede llevar a niveles bajos en el plasma ²⁷. La absorción de calcio en el tracto digestivo, que puede ser afectada por la presencia de otros nutrientes o la salud gastrointestinal, también juega un rol crucial. La salud ósea y la presencia de enfermedades metabólicas como el raquitismo, que afecta la mineralización ósea, pueden influir en los niveles de calcio plasmático ²⁶. Además, la regulación hormonal, principalmente a través de la paratiroides, el calcio y la vitamina D, es esencial para mantener el equilibrio de calcio; un desequilibrio en estas hormonas puede provocar alteraciones en los niveles plasmáticos de calcio ²². La función renal también es importante, ya que los riñones regulan la excreción de calcio; enfermedades renales pueden afectar esta regulación. El estado general de salud, el estrés y las infecciones pueden alterar la homeostasis del calcio. Para mantener niveles normales de calcio en el plasma, es vital asegurar una dieta adecuada en calcio, una salud digestiva y ósea óptima, una función renal eficiente y un equilibrio hormonal adecuado ²⁸. Sobre este punto, Teare, A. en el 2013 reporta valores que van desde los 7.6 hasta 11.2 mg/dL en llamas adultas y en este estudio se encontró valores desde los 4 hasta 11.1 mg/dL, en otras palabras, el nivel de calcio no estaría siendo influenciado por la edad del animal, ya que los requerimientos por unidad superficial serían los mismos para cumplir funciones del sistema nerviosos, endocrino y otros, en el organismo de estos camélidos. También, Zaki, M.G. *et al.*, en el 2023 encuentra valores de 10.41 ± 0.25 mg/dL en llamas adultas hembras y en este estudio estos valores fueron de 9.17 ± 1.26 mg/dL en crías hembras; pero los valores en machos reportados por Zaki, M.G. fueron de 11.15 ± 0.20 mg/dL y en este estudio se alcanzó valores medios de 9.47 ± 0.60 mg/dL, valores que aparentemente en adultos se encontrarían un poco altos pero su diferencia no sería significativa y nos indicaría de que el calcio tendría un valor casi estándar para crías y adultos por la necesidad en los procesos metabólicos del organismo de estos animales artiodáctilos.

f. Cantidad de fósforo en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La concentración de fósforo en el plasma sanguíneo de crías de llamas encontradas en este estudio tuvo una media de 10.48 ± 0.84 mg/dL, cuya cantidad pudo verse influenciada por varios factores como la dieta, ya que una ingesta insuficiente de fósforo puede llevar a niveles bajos en el plasma, mientras que una dieta alta en fósforo puede elevar estos niveles. La absorción de fósforo en el tracto digestivo, que puede verse afectada por la presencia de otros nutrientes o trastornos gastrointestinales, también juega un rol importante ²⁸. La regulación hormonal, especialmente a través de la paratiroides y la vitamina D, es crucial para mantener el equilibrio de fósforo; desequilibrios hormonales pueden causar



alteraciones en los niveles plasmáticos. La función renal también es esencial, ya que los riñones regulan la excreción de fósforo; enfermedades renales o una función renal comprometida pueden llevar a una acumulación de fósforo en la sangre. Además, el estado de salud general, el estrés y las infecciones pueden afectar la homeostasis del fósforo ²². Las enfermedades óseas, como el raquitismo, pueden influir en los niveles de fósforo al alterar el metabolismo óseo. Asegurar una dieta adecuada en fósforo, mantener una salud digestiva y renal óptima, y un equilibrio hormonal apropiado son esenciales para mantener niveles normales de fósforo en el plasma de las crías de llamas ²⁸. En este entender, Teare, A. en el 2013 reporta valores que van desde los 2.9 hasta 10 mg/dL y en este estudio los valores encontrados fueron desde 8.80 hasta los 12.35; valores que aparentemente serían un poco más altos en crías, esto podría justificarse quizá en el hecho de que la zona geográfica tenga altas concentraciones de fósforo lo que elevaría el nivel de fósforo sanguíneo en crías de esta región apurimeña. Por otro lado, Zaki, M.G. *et al.*, en el 2023 encuentra valores de 6.7 ± 0.24 mg/dL en llamas adultas hembras y en este estudio realizado en crías hembras los valores medios llegaron a 10.63 ± 0.94 mg/dL y en llamas adultas machos Zaki, M.G. reporta valores de 7.44 ± 0.54 mg/dL, más en este estudio los valores llegaron a 10.32 ± 0.70 mg/dL, esta diferencia de valores probablemente se deba a que la zona geográfica donde pastan las crías tendrían altas concentraciones de fósforo en sus pastizales lo que elevaría la concentración de este elemento químico en la sangre de los animales apurimeños.

g. Cantidad de ácido úrico en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La concentración de ácido úrico en el plasma sanguíneo de crías de llamas encontrada en el presente estudio fue de 0.15 ± 0.22 mg/dL y la cantidad de este producto en la sangre pudo verse influida por varios factores interrelacionados. La principal fuente de ácido úrico es el metabolismo de purinas, que proviene de la degradación de ácidos nucleicos; por lo tanto, una dieta alta en purinas puede elevar los niveles de ácido úrico ⁴⁶. La función renal es crucial, ya que los riñones son responsables de la excreción de ácido úrico; cualquier disfunción renal, como enfermedades renales o insuficiencia renal, puede resultar en una acumulación de ácido úrico en la sangre. Además, el estado de hidratación afecta los niveles de ácido úrico; la deshidratación puede concentrar el ácido úrico en el plasma al reducir el volumen de filtrado glomerular, mientras que una hidratación adecuada puede ayudar a mantener niveles normales ²². Las enfermedades metabólicas, como la hiperuricemia, también pueden aumentar los niveles de ácido úrico. Factores como el estrés y las infecciones pueden alterar el metabolismo y la excreción de ácido úrico, influyendo



en sus niveles plasmáticos. Un manejo adecuado de la dieta, la salud renal y el equilibrio hídrico es esencial para mantener niveles normales de ácido úrico en el plasma de las crías de llamas ²⁸.

h. Concentración de dióxido de carbono en el perfil analítico renal normal de crías de llamas

La concentración de dióxido de carbono (CO_2) en el plasma sanguíneo de crías de llamas encontradas en el presente estudio llegan a valores de 13.83 ± 1.66 mmol/L y este valor puede verse influenciado por varios factores, que están estrechamente relacionados con la función renal y la regulación del equilibrio ácido-base. El CO_2 es un componente clave del sistema de bicarbonato, que es fundamental para mantener el equilibrio ácido-base en la sangre ²⁷. La respiración afecta los niveles de CO_2 ; una respiración rápida puede reducir el CO_2 al eliminarlo del cuerpo, mientras que una respiración lenta puede aumentar su concentración. Los riñones juegan un papel crucial en la regulación del equilibrio ácido-base al ajustar la excreción y la reabsorción de bicarbonato (HCO_3^-) y ácido ²⁶. Cuando los riñones funcionan correctamente, mantienen un equilibrio adecuado entre CO_2 y bicarbonato en la sangre. En caso de disfunción renal, la capacidad para regular el bicarbonato puede verse comprometida, lo que lleva a alteraciones en la concentración de CO_2 ²⁸. Enfermedades renales, como la insuficiencia renal, pueden afectar la capacidad de los riñones para excretar ácidos y reabsorber bicarbonato, resultando en una acumulación de CO_2 en el plasma (acidosis metabólica) o en una reducción de CO_2 (alcalosis metabólica). Además, el estado de hidratación también influye, ya que la deshidratación puede alterar la función renal y, por lo tanto, la regulación del CO_2 . Mantener una función renal adecuada, una respiración normal y un equilibrio hídrico apropiado es esencial para la regulación efectiva de la concentración de dióxido de carbono en el plasma de las crías de llamas ²². La concentración de CO_2 reportados para humanos van desde los 23 hasta los 29 mmol/L ⁴⁷; aparentemente existirían diferencias y esto podría justificarse por el hecho de que los humanos son adultos y su metabolismo es alto por unidad de superficie.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La cantidad de ALB es de 3.91 ± 0.19 g/dL, BUN 14.54 ± 1.86 mg/dL, CREA 1.10 ± 0.18 mg/dL, relación BUN/CREA 13.41 ± 1.40 , Ca 9.32 ± 0.99 mg/dL, P 10.48 ± 0.84 mg/dL, UA 0.15 ± 0.22 mg/dL y CO₂ 13.83 ± 1.66 mmol/L.

La cantidad de albúmina (ALB), en sangre de crías ♀ es de 3.88 ± 0.22 g/dL y en ♂ 3.94 ± 0.18 g/dL.

La cantidad de nitrógeno ureico sanguíneo (BUN) en sangre de crías ♀ es de 14.96 ± 1.89 mg/dL y en ♂ 14.13 ± 1.79 mg/dL.

La cantidad de creatinina (CREA) en sangre de crías ♀ es de 1.13 ± 0.19 mg/dL y en ♂ 1.08 ± 0.18 mg/dL.

La relación BUN/CREA en sangre de crías ♀ es de 13.57 ± 1.43 y en ♂ 13.26 ± 1.40 .

La cantidad de calcio (Ca) en sangre de crías ♀ es de 9.17 ± 1.26 mg/dL y en ♂ 9.47 ± 0.60 mg/dL.

La cantidad de fósforo (P) en sangre de crías ♀ es de 10.63 ± 0.94 mg/dL y en ♂ 10.32 ± 0.70 mg/dL.

La cantidad de ácido úrico (UA) en sangre de crías ♀ es de 0.13 ± 0.23 mg/dL y en ♂ 0.16 ± 0.22 mg/dL.

La cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en sangre de crías ♀ es de 13.65 ± 1.73 mmol/L y en ♂ 14.00 ± 1.62 mmol/L.

6.2 Recomendaciones

Realizar estudios del suelo y composición de las plantas en cantidad de fósforo en el distrito de Cotaruse de ña Provincia de Aymaraes en la Región de Apurímac.

Incrementar la cantidad de animales en los estudios sobre la cantidad de ácido úrico.

Realizar estudios de perfil renal en otras especies, empezando en crías en el ámbito de la Región Apurímac.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Quispe Coaquira J, Apaza Zúñiga E, Ibañez Quispe V, Villalta Ticona R, Calsin Calsin B, Vilca castro C. Caracterización morfológica, índices corporales de llamas (Lama glama) Chácu y kára de la puna húmeda de la Región Puno. Revista de investigaciones altoandinas. 2015; 17: 183 - 192(2).
2. Mamani-Linares W, Cayo , Gallo. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: una revisión. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2014; 25(2).
3. Quispe Coaquira E, Dueñas Gayona , Bustinza Choque , Machaca Machaca , Bolívar Villegas A, Machaca Machaca. Morphology of the K'ara llama (Lama glama) of Checacupe, Cusco, Peru. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2020; 31(2).
4. Quispe Huanca. Caracterización de llamas q'ara conservadas en condición in situ en la comunidad de Asuncion de Laca Laca, Oruro - Bolivia. Revista Científica de Investigación INFO-INIAF. 2016; 1(7).
5. Ramos De la Riva V. Manual de crianza y manejo de llamas y alpacas. Primera ed. La Paz - Bolivia: Suyana; 2010.
6. Mestanza Millones. Análisis genético poblacional en llamas lama glama (linnaeus, 1758) de la región puno utilizando la región control del adn mitocondrial. Tesis de Título. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor De San Marcos , Facultad de Ciencias Biológicas.
7. Flores N. , Li E , Gavidia C. , Hoyos S. , Barrios-Arpi. Determinación del Perfil Bioquímico Sanguíneo Hepático y Renal en Alpacas (Vicugna pacos) Aparentemente Normales. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2016; 27(1).
8. Huidobro E. , Tagle R, Guzmán A. Creatinina y su uso para la estimacion de la velocidad de filtracion glomerular. Revista Medica de Chile. 2018; 146(3).
9. Quispe Quispe A, Torres Hualla , Puma Iquise , Rios Bobadilla R, Manrique Espinoza , Gandarillas Espezua. Evaluación de Parámetros bioquímicos de alpacas Huacaya (Vicugna pacos Linnaeus, 1758) entre las zonas altoandina y costa de Tacna, Perú. Ciencia amazónica (Iquitos). 2022; 10(1).
10. Fassi-Fehri MM. Las enfermedades de los camélidos. Revista científica y técnica - Oficina Internacional de Epizootias. 1987; 6: 355 - 373(2).
11. Coila-Añasco U, Ruelas-Calloapaza A, Guerra-Aguilar F, Olaguivel Flores A, Oha-Humpiri F. Variaciones en el metabolismo energético de la alpaca (Vicugna pacos). Una evaluación por efecto del ayuno prolongado. Journal of the Selva Andina Animal Science. 2020; 7(2).
12. Meléndez Montoya A. Estudio descriptivo del desarrollo fetal del riñón de la alpaca (Vicugna pacos). Tesis de Título. Lima - Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Escuel Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
13. Teare. Manual MSD. Valores de los intervalos de referencia fisiológicos ISIS para la vida silvestre en cautiverio. [Online].; 2013. Acceso 01 de Julio de 2024. Disponible en: <https://www.msdvetmanual.com/multimedia/table/cbc-and-serum-biochemistry-reference-values-for-llamas-and-alpacas>.



14. Zaki , Baraka , Elkhia , Younis , Tayeb AEF. Determination of hematobiochemical and fore stomach fluid constituents of llama (Lama glama) living in Egypt. *Tropical Animal Health and Production*. 2023; 55: 403(6).
15. Vivar H. , Olazábal L. , San Martín H.. Comparación del nivel de nitrógeno ureico sanguíneo entre alpacas y llamas destetadas mantenidas en pastos cultivados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2019; 30(1).
16. Ancco Gómez E. Nutrición proteica y su relación con características reproductivas y salud uterina en alpacas. Tesis Doctoral. Lima - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina , Escuela de Posgrado.
17. Barrios-Arpi M, Rodríguez GJ, Lucas JR, Morales CS, Vásquez CM, Lira MB, et al. Estudio hematológico y bioquímico sanguíneo en crías de alpaca con diarrea. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 2016; 10: 41 - 48(2).
18. Escalante Alvarez. Valores hematológicos, bioquímicos sanguíneos y urinarios en crías de alpacas Huacaya (Vicugna pacos) menores de dos meses. Tesis de Título. Puno - Perú : Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
19. Guevara Huamán R, Quiñones Arge T. Caracterización de niveles de proteína total y fósforo en alpacas hembras prepuberes y adultas en época seca y época húmeda - Cerro de Pasco – 2018. Tesis de Título. Huancayo. Perú: Universidad Peruana Los Andes, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria Y Zootecnia.
20. Toral Martínez. Determinación de macro y micro minerales en suero sanguíneo de alpacas, en la comunidad de guangaje, Cantón Pujilí.. Tesis de Título. Latacunga - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi , Especialidad: Medicina Veterinaria y Zootecnia.
21. Karp G, Iwasa J, Marshall W. Karp. *Biología celular y molecular*.. Octava ed. Karp G, editor. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.; 2019.
22. Klein G. Cunningham. *Fisiología veterinaria*. Sexta ed. González PLL, editor. Barcelona, España: Elsevier S.L.; 2020.
23. Reyes Correa. Perfil renal y estilo de vida en adultos de américa latina. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*. 2022; 4(3).
24. Tymoczko J, Berg J, Stryer L. *Bioquímica Stryer*. Curso Básico. Séptima ed. Barcelona - España: Editorial Reverté; 2014.
25. Nelson L. *Principios de Bioquímica*. Lehninger. Séptima ed. Barcelona España: Editorial Omega; 2019.
26. Hall E, Hall E. *Tratado de fisiología médica*. Guyton y Hall. Decimocuarta ed. O'Grady E, editor. Otawa Canadá: Elsevier; 2021.
27. Cingolani HE, Houssay AB. *Fisiología Humana de Houssay*. Séptima ed. Buenos Aires - Argentina: El Ateneo; 2002.
28. Engelhardt W, Breves G. *Fisiología veterinaria*. Quinta ed. Barcelona España: Acribia; 2005.
29. Pacheco , Wegner , Guevara , Céspedes , Darras , Mallea , et al. Albúmina en el paciente crítico: ¿Mito o realidad terapéutica? *Revista chilena de pediatría*. 2007; 78(4).



30. Ancco , Hinostroza , Gavidia , Hoyos , Barrios-Arpi. Niveles de nitrógeno ureico sanguíneo y su relación con la preñez en alpacas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2018; 29(4).
31. Latimer KS, Mahaffey EA, Prasse KW. *Patología Clínica Veterinaria Duncan & Prasse'S*. Cuarta ed. Barcelona - España: MultiMedica Ediciones Veterinarias; 2005.
32. Trigo Tavera j, Valero Elizondo , López Mayagoitia , Martínez Chavarría C, Martínez Racine , Romero Romero P, et al. *Patología General Veterinaria*. Sexta ed. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México; 2017.
33. Flores C, Alvo M, Borja , Morales , Vega , Zúñiga , et al. Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. *Revista médica de Chile*. 2009; 137(1).
34. Martínez de Victoria. El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*. 2016; 33(4).
35. Teruel JL, Fernández Lucas M, Rodríguez Mendiola N. Nefrología Aporte de calcio en la insuficiencia renal crónica. *Nefrología*. 2009; 29: 10 - 12(1).
36. Martínez I, Saracho R. El fósforo y sus implicaciones clínicas. *Nefrología*. 2009; 29: 41 - 50(5).
37. Carvajal Carvajal. El ácido úrico: De la gota y otros males. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2016; 33: 1409 - 1415(1).
38. Goicoechea Diezandino. Ácido Úrico y Enfermedad Renal Crónica. *Nefrología al día*. 2021; ISSN: 2659-2606.
39. Rodríguez Salinas R. Dióxido de carbono, precursor de la vida. *CienciaUAT*. 2009; 3: 46 - 51(3).
40. Arroyo , Ramírez-Monroy. Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química*. 2020; 116: 81-87(2).
41. Bautista Sanchez , Zuñiga Luna , Silva Ñaupari , Cuya Ochoa , Soto Béjar. Uso de anhídrido carbónico como medio de contraste en la arteriografía y en ultrasonido intravascular en el implante endovascular de prótesis en aneurisma de aorta abdominal en paciente con insuficiencia renal. *Revista Medica Herediana*. 2019; 30(3).
42. Bustinza Choque , Machaca Machaca , Cano Fuentes R, Quispe Coaquira. Evolución y desarrollo de las razas de Alpaca: Suri y Huacaya. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2021; 32(5).
43. Hernández Sampieri , Fernández Collado , Baptista Lucio MdP. *Metodología de la Investigación*. Sexta ed. Máxico: McGraw-Hill /Interamericana Editores, S.A. de C.V.; 2014.
44. Instituto Nacional de Informatica y Estadística. INEI. [Online]; 2012. Acceso 15 de Noviembre de 2022. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>.
45. Omni calculator. Omni calculator. [Online]; 2024. Acceso 15 de Abril de 2024. Disponible en: <https://www.omnicalculator.com/es/salud/calculadora-relacion-bun-creatinina>.
46. Mesa Arana , Oramas MDLN, Bofill Diaz VM. Acido úrico: valores normales y semiología. *Revista Cubana de Medicina*. 1982; 21: 672-676.
47. Donoso , Arriagada , Cruces. Intercomunicación pulmón-riñón en el paciente crítico. *Revista chilena de pediatría*. 2015; 86(5).



ANEXOS





Figura 1. Reconociendo crías de llamas al azar



Figura 2. Momento antes del inicio de la toma de muestra sanguínea



Figura 3. Desinfectando el área de la toma de muestra



Figura 4. Muestreo de sangre



Figura 5. Obtención de plasma sanguíneo

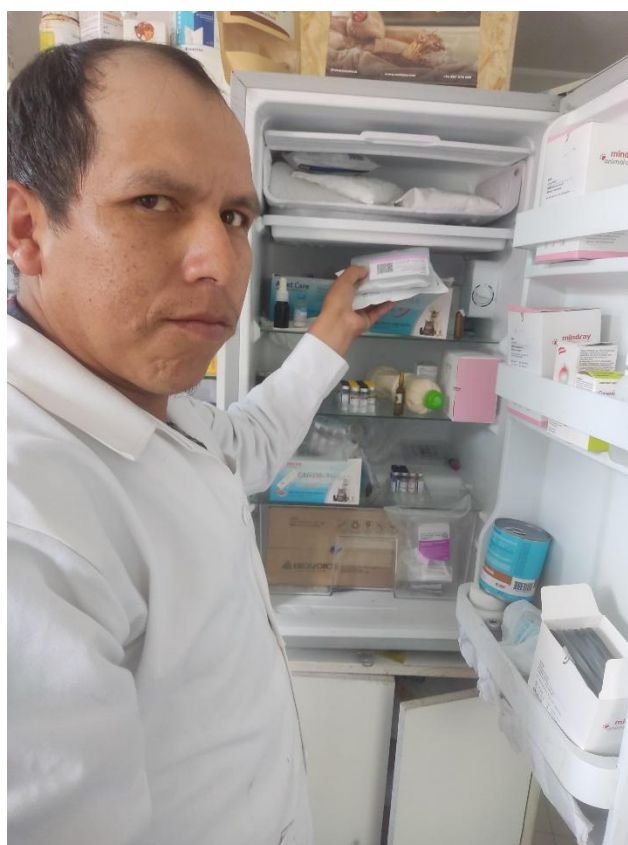


Figura 6. Extrayendo el disco reactivo del refrigerador



Figura 7. Extrayendo plasma para introducir en el disco



Figura 8. Inicio de análisis en el equipo



Figura 9. Término del análisis